



anses



LABORATOIRE DE LA SANTÉ DES VÉGÉTAUX

Rapport d'activité 2020

PRÉSENTATION

Le Laboratoire de la santé des végétaux identifie et évalue les risques biologiques, détecte des organismes génétiquement modifiés, étudie les insectes auxiliaires ou vecteurs de maladies, et assure la quarantaine de végétaux importés sous dérogation. Il est réparti sur six sites :

- Angers, en charge des bactéries, des virus et des OGM, de la coordination de la référence et de l'expertise,
- Clermont-Ferrand, qui abrite la mission de quarantaine,
- Saint-Pierre-de-La-Réunion, spécialisé sur les ravageurs et agents pathogènes tropicaux,
- Montpellier, compétent sur les insectes et les plantes invasives,
- Nancy, chargé des champignons et des oomycètes,
- Rennes, mobilisé sur les nématodes.

Le Laboratoire de la santé des végétaux est laboratoire national de référence pour tous les organismes nuisibles des plantes. Trois de ses unités sont des laboratoires de référence de l'Union européenne, pour les champignons et oomycètes, les insectes et acariens, et les nématodes. Le Laboratoire co-anime le Réseau français de la santé des végétaux et participe à de nombreux projets de recherche et de développement de méthodes au niveau international.

CHIFFRES CLÉS

8 thèses
en cours

3 thèses
soutenues
et

1 thèse
démarrée

4 avis
rendus
et

7 saisines
initiées

15 projets
scientifiques
collaboratifs
sous convention



L'année 2020 a été structurée par deux éléments de contexte très forts : l'année internationale de la santé des végétaux proclamée par l'ONU¹ et la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19.

Le Laboratoire a été pleinement mobilisé pendant la semaine du Salon International de l'Agriculture, dont le stand de l'Anses a été consacré à la santé des végétaux et de l'environnement. Une majeure partie de l'année a été consacrée à la préparation du 4^e symposium international TEAM (Tephritid Workers of Europe, Africa and the Middle East), consacré aux mouches des fruits.

La crise Covid a amené le laboratoire à déployer deux plans de continuité d'action, qui nous ont permis de réaliser dans le respect des règles sanitaires et en déployant largement le télétravail la totalité de nos missions. Le Laboratoire est également intervenu en appui aux centres hospitaliers proches de ses sites d'implantation, en leur fournissant des équipements de protection et des consommables (sites d'Angers et de Clermont-Ferrand) ou en leur prêtant des équipements pour analyses (PCR en temps réel, site de La Réunion). L'unité basée sur le site de La Réunion a été impliquée dans la mise au point de la méthode RunCov de détection du SARS-CoV2, basée sur la technique LAMP PCR.

L'année a également été riche avec trois soutenances de thèses co-financées par l'Anses et des structurations de partenariats de recherche avec nos partenaires académiques (Unité sous contrat avec Inra² en mycologie à Nancy et partenariat DIAGEPITROP (Diagnostic et épidémiologie végétale tropicale) sur les organismes nuisibles avec le Cirad³ à La Réunion). La recherche a vu également le démarrage d'un projet ANR⁴ consacré à l'étude des phytovirus sur le site d'Angers. Pour ce qui est de l'appui à la surveillance, toutes les unités se sont largement intégrées dans le fonctionnement de la plateforme nationale d'épidémiosurveillance en santé végétale, notamment dans le cadre du lancement de la veille sanitaire internationale.

11

fiches d'alerte ou
de signalement émises

¹ ONU : Organisation des Nations unies

² INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

³ Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

⁴ ANR : Agence nationale de la recherche

TRAVAUX RÉALISÉS

CRISES SANITAIRES LIÉES AU VIRUS ÉMERGENT TOBRFV ET AU TOLCNDV

Deux expertises ont été réalisées sur le Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) pour la France métropolitaine. L'évaluation a conclu en un risque inacceptable pour les cultures de tomates et de poivrons sur le sol métropolitain encore exempt de ToBRFV et a recommandé différentes mesures de gestion.

Après le signalement d'un premier foyer en Bretagne sur un site de production de tomates en janvier 2020 et la réalisation d'analyses, le laboratoire a été sollicitée par la Direction générale de l'alimentation pour participer à une rencontre avec les producteurs pour présenter les aspects techniques des analyses.

Dans le cadre du plan de surveillance mis rapidement en place par le ministère en charge de l'agriculture, plus de 1 500 échantillons ont été analysés. Afin de préparer l'avenir et permettre la mise en place d'un réseau de laboratoires agréés pour la détection du ToBRFV, une méthode officielle a été validée et publiée en décembre.

Cette année a également vu l'émergence en France du Tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV), déjà signalé en Europe et particulièrement dommageable sur les cucurbitacées. Trois foyers ont été identifiés par le Laboratoire dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et un autre en région Occitanie. Un protocole d'analyse a été établi, qui a permis de réagir au plan de surveillance mis en place par le ministère chargé de l'agriculture.

UNITÉ SOUS CONTRAT INRAE-ANSES MYCOLOGIE

Le 1^{er} janvier 2020 l'unité de mycologie du Laboratoire est devenue une unité sous contrat INRAE (USC 1480), rattachée au département Écologie et biodiversité et au centre INRAE Grand-Est-Nancy. Les activités de recherche de l'unité de mycologie (développement d'outils de caractérisation puis caractérisation des pathogènes) sont complémentaires des travaux plus théoriques (comprendre les mécanismes d'émergence des maladies forestières), développés par les unités mixtes de recherche IAM (Nancy) et Biogeco (Bordeaux), avec lesquelles elle collabore depuis plusieurs années (thèses en co-encadrement et publications cosignées).

TROIS WORKSHOPS ORGANISÉS PAR LES LABORATOIRES EUROPÉENS DE RÉFÉRENCE

Les trois mandats de laboratoire de référence de l'Union européenne (LRUE) portés par des unités du Laboratoire de la santé des végétaux (champignons et oomycètes, insectes et acariens, nématodes phytoparasites) ont organisé leurs premiers workshops.

Pour les champignons et oomycètes, un total de 78 participants des différents laboratoires nationaux de référence (LNR) de l'Union européenne et un représentant de l'Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes (OEPP) ont abordé la mise en place d'une collection de référence, les résultats du premier essai inter-laboratoires (EILA), ainsi que développé un point scientifique particulier sur *Phyllosticta citricarpa*, champignon de quarantaine prioritaire pour l'Union européenne.

Le workshop sur les insectes et acariens a réuni 93 représentants des laboratoires nationaux de référence. Les aspects réglementaires et la catégorisation des organismes nuisibles prioritaires de l'Union européenne ont été expliqués grâce à la contribution de la Commission européenne, du Département britannique de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales (DEFRA) et de l'OEPP.

Enfin, pour les nématodes phytoparasites, plus d'une centaine de participants issus des laboratoires nationaux de référence ont échangé sur les défis, les nouvelles avancées scientifiques et technologiques contribuant au diagnostic des nématodes de quarantaine et émergents.



Évaluation d'un processus d'extraction d'ARNs pour du séquençage haut débit : preuve de concept sur le complexe d'espèces virales de l'ananas

Projet AMI Trans sur la maladie du Wilt de l'ananas

Actuellement, peu d'études concernent la diversité des virus de l'ananas, ce qui complique la diffusion et la conservation des ressources génétiques. En 2014, trois virus responsables de la maladie du Wilt, causée par un complexe viral (Pineapple mealybug wilt associated virus) ont été détectés sur des parcelles d'ananas à la Réunion (Massé et al., 2021). Les méthodes de séquençage à haut débit permettent de déterminer les virus présents dans le matériel végétal. Cependant, cette technologie est dépendante en partie de la qualité des ARN extraits.

Le dispositif expérimental de ce projet était de comparer différentes méthodes de broyage, d'extraction et de conditions de transport de l'ARN total sur ananas, sur la base de deux critères : la qualité de l'ARN total (RIN) et le nombre de reads (c'est-à-dire de successions de bases lues par le séquenceur). L'objectif est de définir un processus d'extraction optimal permettant d'obtenir des ARNs de bonne qualité pour des analyses HTS (High-throughput screening).

D'après cette étude, trois kits d'extractions sont plus performants : RNeasyPlant (Qiagen), Nucleospin Plus (Macherey Nagel), et Purelink Plant RNA (Ambion). Le broyage à l'azote n'est intéressant que sur du matériel frais. En terme de transport, la précipitation de l'ARN avec de l'AcNa/EtOH et du glycogène permet de s'affranchir de la carboglace. Enfin, malgré une quantité et une qualité d'ARN faible, nous avons détecté les virus attendus associé à la maladie du Wilt et de potentiels nouveaux virus encore non référencés sur ananas.

ANNÉE INTERNATIONALE DE LA SANTÉ DES VÉGÉTAUX

Dans le cadre de l'année 2020, déclarée *Année internationale de la santé des végétaux* par l'ONU, le Laboratoire de la santé des végétaux a été un acteur majeur de deux événements :

🍃 **Le Salon international de l'agriculture** s'est tenu en mars à Paris. Le stand de l'Anses, dont le thème était la protection de la santé des végétaux et de l'environnement, a accueilli plus de 6 000 visiteurs. Les évolutions réglementaires, la montée en puissance de la recherche, la structuration de la surveillance, les rapprochements partenariaux nationaux et internationaux ont été autant d'illustrations de notre mobilisation pour protéger les plantes et notre environnement des maladies et des ravageurs qui les menacent. Ainsi, les nombreuses émergences de maladies et les crises qui pèsent sur la santé des plantes ont été présentées au public et discutées avec les partenaires institutionnels et académiques : Tomato Brown, *Xylella Fastidiosa* pour les oliviers, nématode du pin, maladie du huonglongbing sur les agrumes, charançon rouge du palmier...

🍃 **Le 4^e TEAM meeting (Tephritid workers of Europe, Africa and Middle-East)** qui s'est tenu en octobre au palais des congrès de La Grande-Motte a porté sur les mouches des fruits (*Tephritidae*), ravageurs ayant le plus gros impact économique mondial sur la production et le commerce de fruits et de légumes. Plus de 500 personnes de plus de 60 pays se sont inscrites et des sessions ont comptabilisé plus de 300 connexions.

Amélioration d'outils de diagnostic et développement d'outils de typage moléculaire pour étudier la diversité de *Xylella fastidiosa* subsp. *multiplex* en Corse et en PACA

Thèse Anses-INRAE de Enora Dupas

Xylella fastidiosa subsp. *multiplex* est une bactérie phytopathogène propres aux vaisseaux du xylème et transmise par des insectes piqueurs-suceurs. Elle a été détectée pour la première fois en 2015 en France, en Corse et en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les objectifs du projet de thèse étaient d'une part d'améliorer les outils de détection et d'autre part d'analyser la diversité génétique en fonction de la dispersion spatio-temporelle, afin de proposer des scénarios d'introduction et de dispersion de cette bactérie en France. La PCR digitale (ddPCR) a été adaptée à partir d'une PCR (réaction en chaîne par polymérase) en temps réel, largement utilisée pour la détection de *X. fastidiosa*, pour améliorer le seuil de détection dans les cas critiques. Puis une PCR en temps réel tetraplex a été développée pour détecter / identifier la sous-espèce en une seule étape. Par ailleurs, le séquençage des génomes de 52 souches françaises isolées de 2015 à 2018 a permis de calculer le taux de mutation des souches de cette sous-espèce et de dater la divergence entre des souches détectées en France et leurs plus proches voisins phylogénétiques d'Amérique. Un schéma MLVA (Multi Locus Variable number of tandem repeats Analysis) a été développé pour caractériser la diversité des génotypes sur souches isolées et purifiées mais également directement sur 396 échantillons végétaux français. L'analyse des résultats du typage moléculaire par une méthode bayésienne a conduit à proposer un scénario d'introduction et de dissémination en Corse et en PACA très similaire pour chacun des groupes de souches (ST6 et ST7) installés en France.

TROIS THÈSES SOUTENUES EN 2020

L'année 2020 a été particulièrement riche en soutenances de thèses de doctorat. En mycologie, la thèse de Maud Thierry, co-encadrée par le Cirad et l'INRAE (UMR BGPI) a porté sur l'étude de la structure des populations au sein du champignon *Pyricularia oryzae* et avait deux objectifs principaux : caractériser la lignée responsable des épidémies de pyriculariose du blé afin de développer des outils de diagnostic, ainsi qu'affiner les connaissances sur les lignées existantes connues sur le riz et déterminer les facteurs responsables de cette structure génétique.

En bactériologie, la thèse d'Enora Dupas avait pour sujet l'amélioration d'outils de diagnostic et le développement d'outils de typage moléculaire pour étudier la diversité de *Xylella fastidiosa* en Corse et en PACA, afin d'en dater l'introduction et d'en retracer les routes d'invasion en France.

Enfin, en nématologie, les travaux de Romain Thevenoux concernaient la mise en évidence et la première caractérisation d'une espèce cryptique au sein du complexe *Globodera pallida*. Elle le fruit d'une collaboration enrichissante du pôle NemAlliance, associant les nématologistes de l'INRAE de l'unité mixte de recherche IGEPP et ceux du Laboratoire.

Diagnostic et inférence de l'histoire évolutive des lignées endémiques et pandémiques de *Pyricularia oryzae* causant la pyriculariose du riz, du blé, et d'autres Poacées sauvages

Thèse Anses-Cirad de Maud Thierry

Le champignon *Pyricularia oryzae* infecte de nombreuses espèces de poacées et est responsable à lui seul de plus de 4 % de pertes de rendement sur la production mondiale de riz, et un saut d'hôte a récemment entraîné l'émergence de la pyriculariose sur blé. Ce travail a porté sur l'étude de la structure des populations au sein de *P. oryzae* et ambitionnait de mettre en évidence des polymorphismes spécifiques de la lignée responsable des épidémies sur blé, afin de développer des outils de diagnostic et d'améliorer les connaissances sur les lignées existantes au sein de la lignée *Oryza*, ainsi que de déterminer les facteurs responsables de cette structure génétique.

Une approche de comparaison de génomes a permis d'identifier de multiples allèles spécifiques de la lignée *Triticum*, qui ont été ciblés avec succès pour le développement de tests moléculaires de détection.

L'analyse d'un jeu de données de 5 000 SNPs (polymorphisme d'un seul nucléotide), issus de 900 isolats du monde entier a mis en évidence quatre lignées majeures, dont deux lignées clonales pandémiques, une lignée clonale essentiellement sud-asiatique, et une lignée recombinante fréquente en Asie du Sud-Est. Une forte corrélation entre l'aire de répartition des lignées et les données climatiques a été observée. De fortes barrières à la reproduction ont été révélées, ainsi qu'une perte de fertilité dans certaines lignées, limitant le flux de gènes entre elles.

PERSPECTIVES ET PROJETS ENGAGÉS

UN PROJET H2020 QUI SE TERMINE

VALITEST est un projet H2020 piloté par le Laboratoire. Il vise à valider des outils de diagnostic pour la santé des végétaux. En 2020, le consortium a pu mener à leur terme les actions techniques de validation de méthode, et a progressé sur l'amélioration du cadre de validation et d'utilisation des outils de diagnostic.

DE NOUVEAUX PROJETS COLLABORATIFS

Dans le cadre de projets internes à l'Anses, deux nouveaux projets ont été soutenus :

- Le projet NEMIPRIV, qui vise à caractériser les communautés de nématodes phytoparasites (avec l'appui de la plateforme expérimentale INRAE du Rheu), et à suivre leur dynamique au cours des successions culturales ;
- Le Projet AMI⁵ Pathobiom, qui vise à évaluer, à travers différentes techniques de métagénomique, l'utilisation du séquençage à haut débit de troisième génération pour la détection simultanée des micro-organismes (bactéries, champignons, virus) présents sur les denrées végétales.

Par ailleurs, des projets en collaboration avec d'autres organismes ont été initiés :

- Le projet SharkSecure, financé par FranceAgriMer et dont l'objectif est la protection de la production de mirabelles et de quetsches de la Sharka, maladie virale causée par le plum pox virus. Piloté par l'INRAE de Montpellier, ce projet fédère sept partenaires nationaux. Dans ce cadre, les travaux conduits par le Laboratoire ont déjà permis de caractériser deux méthodes de détection du virus à partir de racines de porte-greffe.
- Le projet international « High Value Citrus for Al Ula » vise au développement d'une filière agrumicole durable et à haute valeur ajoutée de la région d'Al Ula en Arabie Saoudite. La contribution du Laboratoire à ce projet consiste à évaluer l'état sanitaire des agrumes, par l'utilisation de techniques classiques de laboratoire et de séquençages à haut débit.
- Enfin, le projet ANR Phytovirus, réalisé en partenariat avec plusieurs instituts français (CIRAD, INRAE, CNRS⁶, Tour du Valat) et étrangers (Université de Cape Town et d'Arizona) sera consacré à l'analyse du virome des plantes sauvages et exotiques envahissantes.

⁵ Projet AMI : projet transversal interne à l'Anses auquel participe des unités de directions différentes.

⁶ CNRS : Centre national de la recherche scientifique



UN PARTENARIAT DE RECHERCHE QUI SE STRUCTURE SUR LE SITE DE LA RÉUNION

Installés dans la plateforme technologique du Pôle de protection des plantes de Saint-Pierre (Île de la Réunion), le Laboratoire et l'UMR PVBMT du CIRAD et de l'Université de La Réunion vont démarrer un partenariat couvrant une partie de leurs activités de recherche. Celles-ci sont articulées autour de trois axes destinés à mieux connaître les populations pathogènes émergentes, à développer des méthodes et des outils de diagnostic innovants en santé végétale et à contribuer à la veille sanitaire internationale, en particulier dans les grandes zones géographiques de Mayotte et de la Réunion.

Mise en évidence et première caractérisation d'une espèce cryptique au sein du complexe *Globodera pallida*

Thèse Anses-Région Bretagne de Romain Thévenoux

Les nématodes à kyste du genre *Globodera* sont parmi les phytoparasites les plus étudiés en raison de leur impact sur les productions agricoles. Originaire des hauts plateaux de la cordillère des Andes, ce genre aurait été importé en Europe à la fin du 19^e siècle. L'existence d'un complexe d'espèce cryptique (c'est-à-dire des espèces distinctes mais difficiles à différencier morphologiquement) chez *G. pallida*, nématode de quarantaine, est questionnée. La révision taxonomique de cette espèce peut avoir des conséquences fortes en termes d'épidémiologie, d'évaluation et de gestion des risques. La thèse propose une approche par taxonomie intégrative couplant études génétique, morphométrique et biologique, qui s'appuie sur un panel de populations sud-américaines pour délimiter de nouvelles frontières au sein de cette espèce. L'exploration de la diversité génétique a permis de révéler l'existence de deux groupes fortement distants de *G. pallida*. Cette étude questionne aussi les processus impliqués dans cette divergence qui semblent distincts pour ces deux groupes. L'existence d'une différenciation morphologique a été observée grâce à un outil innovant d'analyse d'image automatisé, créé spécifiquement pour ce travail. Cette différenciation s'appuie sur l'intégration combinée de trois métriques adaptées à la morphométrie automatisée. Enfin, l'étude de la gamme d'hôtes rapporte aussi des disparités en fonction des groupes étudiés. L'ensemble de ces résultats donne aujourd'hui la légitimité nécessaire pour pouvoir proposer l'existence d'une nouvelle espèce. Ce résultat interroge enfin sur le besoin d'adapter les méthodes de surveillance et de lutte actuelles vis-à-vis des nématodes du genre *Globodera*.

PRINCIPALES PUBLICATIONS

Aguayo Jaime, Isabelle Cerf, Alexander Bart Folscher, Céline Fourrier-Jeandel, Renaud Iloos, Megan C. Matthews, Diane Mostert, Camille Renault, Veronique Wilson et Altus Viljoen. 2020. « First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4 (TR4) causing banana wilt in the Island of Mayotte. » *Plant Disease*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-20-1196-PDN>.

Ahmed, Yosra, Ahmed Hussein, Jacqueline Hubert, Céline Fourrier-Jeandel, Jaime Aguayo et Renaud Iloos. 2020. « New multiplex conventional PCR and quadruplex real-time PCR assays for one-tube detection of *Phyllosticta citricarpa*, *Elsinoë fawcettii*, *Elsinoë australis*, and *Pseudocercospora angolensis* in Citrus: development and validation. » *Applied Microbiology and Biotechnology* 104 (21): 9363-9385. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10880-w>.

Boutigny, Anne-Laure, Florent Fioriti et Mathieu Rolland. 2020. « Targeted MinION sequencing of transgenes. » *Scientific Reports* 10 (1): 15144. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71614-6>.

Cellier, G., C. Redondo, J. Cubero, M. Roselló, E. de Andrade, L. Cruz, E. Ince, H. N. Yildiz, P. G. Güler, A. M. D'Onghia, T. Yaseen, K. Djelouah, E. Metz-Verschure, F. Gaffuri, R. A. Gottsberger et B. Giovani. 2020. « Comparison of the performance of the main real-time and conventional PCR detection tests for 'Candidatus *Liberibacter*' spp., plant pathogenic bacteria causing the Huanglongbing disease in Citrus spp. » *European Journal of Plant Pathology* 157 (4): 919-941. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02052-3>.

Cunty, Amandine, Bruno Legendre, Pauline de Jerphanion, Virginie Juteau, Aurélie Forveille, Jean-François Germain, Jean-Marie Ramel, Philippe Reynaud, Valérie Olivier et Françoise Poliakov. 2020. « *Xylella fastidiosa* subspecies and sequence types detected in *Philaeus spumarius* and in infected plants in France share the same locations. » *Plant Pathology* 69 (9): 1798-1811. <https://doi.org/10.1111/ppa.13248>.

Fried, Guillaume, Bruno Chauvel, François Munoz et Xavier Reboud. 2020. « Which Traits Make Weeds More Successful in Maize Crops? Insights from a Three-Decade Monitoring in France. » *Plants* 9 (1): 40.

Goldarazena, A., N. T. Dianzinga, E. Frago, B. Michel et P. Reynaud. 2020. « A new species of the genus Thrips (Thysanoptera, Thripidae) from the Malagasy Region. » *Zootaxa* 4750 (3): zootaxa 4750 3 13. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4750.3.13>.

CHRONOLOGIE



1^{er} workshop
du laboratoire
européen de
référence
Nématodes
phytoparasites



1^{er} workshop du
laboratoire européen
de référence
Champignons et
oomycètes



Grosdidier, Marie, Thomas Scordia, Renaud loos et Benoit Marçais. 2020. « Landscape epidemiology of ash dieback. » *Journal of Ecology* 108 (5): 1789-1799. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13383>.

Meddour, Rachid, Ouahiba Sahar et Guillaume Fried. 2020. « A preliminary checklist of the alien flora of Algeria (North Africa): taxonomy, traits and invasiveness potential. » *Botany Letters* 167 (4): 453-470. <https://doi.org/10.1080/23818107.2020.1802775>.

Meregalli, M., M. Boriani, A. Taddei, C. F. Hsu, W. Z. Tseng et R. Mouttet. 2020. « A new species of *Aclees* from Taiwan with notes on other species of the genus (Coleoptera: Curculionidae: Molytinae). » *Zootaxa* 4868 (1): 1-26.

Mostefaoui, O., M. Sekour, V. Balmès et M. Ben Halima Kamel. 2020. « Emergence de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) sur culture protégée de piment (Solanaceae) en zone subsaharienne (Algérie). » *EPPO Bulletin* 50 (3): 572-575. <https://doi.org/10.1111/epp.12703>.

Rasoamanana, H., S. Ravelomanantsoa, N. Yahiaoui, N. Dianzinga, E. Rebert, M. M. Gauche, Y. Pecrix, L. Costet, A. Rieux, P. Prior, I. Robene, G. Cellier, F. Guerin et S. Poussier. 2020. « Contrasting genetic diversity and structure among Malagasy *Ralstonia pseudosolanacearum* phylotype I populations inferred from an optimized Multilocus Variable Number of Tandem Repeat Analysis scheme. » *PLoS One* 15

(12): e0242846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242846>. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242846>. eCollection 2020.

Robène, I., V. Maillot-Lebon, A. Chabirand, A. Moreau, N. Becker, A. Moumène, A. Rieux, P. Campos, L. Gagnevin, M. Gaudeul, C. Baider, F. Chiroleu et O. Pruvost. 2020. « Development and comparative validation of genomic-driven PCR-based assays to detect *Xanthomonas citri* pv. *citri* in citrus plants. » *BMC Microbiology* 20 (1): 296. <https://doi.org/10.1186/s12866-020-01972-8>.

Tayeh, Christine, David Guinehut, Amandine Lê Van, Xavier Deguerce, Xavier Tassus, Emmanuel Gachet et Charles Manceau. 2020. « BiOR 2: when pest risk assessment meets computer-based multicriteria analysis for plant pest ranking and management. » *Biological Invasions*: 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02411-5>.

Thevenoux, R., L. Folcher, M. Esquibet, D. Fouville, J. Montarry et E. Grenier. 2020. « The hidden diversity of the potato cyst nematode *Globodera pallida* in the south of Peru. » *Evolutionary Applications* 13 (4): 727-737. <https://doi.org/10.1111/eva.12896>.

Thierry, M., P. Gladieux, E. Fournier, D. Tharreau et R. loos. 2020. « A genomic approach to develop a new qPCR test enabling detection of the *pyricularia oryzae* lineage causing wheat blast. » *Plant Disease* 104 (1): 60-70. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-19-0685-RE>.



4^e TEAM meeting
(Tephritid workers of
Europe, Africa and
Middle-East) au palais
des congrès de
La Grande-Motte



1^{er} workshop du
laboratoire européen
de référence Insectes
et acariens



anses

AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE
de l'alimentation, de l'environnement et du travail

14, rue Pierre et Marie Curie
94701 Maisons-Alfort cedex

www.anses.fr

@Anses_fr

CONNAÎTRE, ÉVALUER, PROTÉGER