

COLLOQUE ÉCOPHYTO RECHERCHE & INNOVATION 2021

ÉCOPHYTO
RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS

Webinaire 6

La résistance en protection des cultures



Jeudi 25 novembre 2021
de 13h30 à 15h



Présentation synthétique du colloque

La réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques constitue une attente citoyenne forte et une nécessité pour préserver notre santé et la biodiversité. Les plans Écophyto réussis matérialisent les engagements pris pour réduire les usages de produits phytopharmaceutiques et parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable.

Sous le format d'une série de 9 webinaires à fréquence hebdomadaire, **le colloque Écophyto Recherche & Innovation 2021** restituera et mettra en perspective les résultats d'une trentaine de projets issus de 3 appels lancés depuis 2015 qui portent sur :

- ▶ La contribution à l'essor du biocontrôle dans le cadre de l'appel Pour et Sur le plan Écophyto 2 ([PSPE2](#)) ;
- ▶ Les notions de résistances et pesticides : résister aux bioagresseurs, vaincre les résistances au changement pour réduire les risques ([Pesticides 2014](#)) ;
- ▶ La mise au point de solutions alternatives aux produits phytopharmaceutiques dans les jardins, espaces végétalisés et infrastructures ([JEVI 2016](#)).

En effet, la recherche-innovation est un levier crucial pour atteindre ces objectifs, dont l'importance s'est renouvelée au fil des plans. L'axe « Recherche & Innovation » du plan Écophyto II+ (axe 2), piloté par

4 ministères (MAA, MTE, MSS, MESRI) avec l'appui du Comité scientifique d'orientation Recherche-Innovation (CSO R&I), mobilise et structure les différentes communautés de recherche-innovation, pour produire et améliorer les connaissances et les outils nécessaires pour atteindre les objectifs fixés par le plan en matière de réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques et des risques associés.

Une action importante de l'axe Recherche & Innovation est le lancement d'appels à projets de recherche-innovation et la valorisation de leurs résultats. Ainsi, **le colloque Écophyto Recherche & Innovation 2021** souhaite s'adresser à différents publics : communautés de recherche-innovation, professionnels agricoles ou non agricoles, industriels et acteurs de l'agro-fourmure, enseignants et étudiants, décideurs et élus locaux.

Chaque session webinaire prendra la forme d'une restitution des résultats de 3-4 projets par leurs porteurs, accompagnée d'interventions de grands témoins.

Une valorisation du contenu du colloque sera réalisée par le biais d'une diffusion à différents niveaux : restitution synthétique des résultats des projets et des points saillants, édition d'articles scientifiques, mise en ligne des vidéos de présentation des projets sur une chaîne YouTube.

[Lien vers la page EcophytoPic dédiée au colloque](#)

COMITÉ D'ORGANISATION

Animation de l'axe Recherche-Innovation

Sibylle de Tarlé (INRAE - UMR Agroécologie), Damien Corazzi (INRAE - UMR Agroécologie), Mariam Yalaoui (INRAE - UMR Agroécologie)

Membres issus du CSO R&I

Xavier Reboud (INRAE - UMR Agroécologie) ; Camille Dumat (INP-ENSAT Toulouse) ; Marc Gallien (DREETS Normandie) ; Philippe Nicot (INRAE, unité Pathologie végétale) ; Michel Duru (INRAE, UMR AGIR) ; Antoine Messéan (INRAE, unité Eco-Innov) ; Caroline Gibert (Solagro) ; Thibaut Malausa (INRAE, ISA) ; Thierry Bordin (Chambre Régionale Agriculture Centre-Val de Loire) ; Carole Barthélémy (Université d'Aix-Marseille)

Copilotes ministériels de l'axe Recherche-Innovation

Anne-Sophie Carpentier (MTE) ; Anna Grout (MTE) ; Antoine Le Gal (MAA) ; Enrique Barriuso Benito (MESRI) ; Jordan Barlemont (MSS)



« La résistance en protection des cultures »

Dans le contexte de la protection des cultures, la notion de « résistance » peut évoquer plusieurs sujets.

On peut ainsi penser aux bio-agresseurs des plantes qui deviennent résistants à certains produits phytosanitaires utilisés pour les contrôler, ce qui engendre l'inefficacité de ces derniers. Il est donc important de prendre en compte les risques d'apparition de ces résistances dans les systèmes de cultures actuels, et il devient nécessaire de développer des approches alternatives afin de réduire la dépendance à ces produits. Durant cette session, le projet MDRisque illustrera un exemple de ce phénomène de résistance. En effet, ce projet étudie la résistance de l'agent pathogène *Zymoseptoria tritici*, responsable de la maladie de la septoriose du blé, aux fongicides appliqués. Ce projet a aussi permis, en partie, de sensibiliser les acteurs du terrain sur les pratiques qui pourraient favoriser l'apparition de cette résistance, et donc d'optimiser les stratégies de traitement de la septoriose du blé.

Le terme de « résistance » peut aussi nous évoquer à l'inverse la résistance des plantes à leurs bio-agresseurs. L'utilisation de variétés de plantes résistantes aux parasites constitue l'une des voies privilégiées pour réduire l'usage des pesticides tout en maintenant un bon niveau de protection. Le projet DAS-REVI, qui sera aussi présenté durant cette session, illustrera un exemple sur l'utilisation des variétés de vigne résistantes. Il s'agit d'une étude sur les verrous socio-économiques, techniques et réglementaires face à l'introduction de cépages résistants dans les vignobles français. Enfin, les plantes développent une immunité naturelle qui leur permet de résister à la plupart des bio-agresseurs. Comment alors optimiser la stimulation de la santé des plantes dans des systèmes agroécologiques performants ? Cette question sera aussi traitée pour ouvrir des perspectives de recherche dans la thématique.

Ordre du jour de la session

- ▶ **Introduction par Philippe Nicot**, chargé de recherche à INRAE, centre PACA – Unité Pathologie Végétale, Président de l'IOBC (Organisation Internationale de Lutte Biologique), membre du CSO RI
- ▶ **Présentations des résultats des projets**
 - [DAS-REVI](#)
 - [MDRisque](#)
- ▶ **Intervention de nos invités témoins**
 - Marie-France Corio-Costet**
Directrice de recherche – INRAE UMR SAVE
 - Mourad Hannachi**
Chargé de recherche – INRAE UMR SADAPT
 - Marie Turner**
Responsable R&D Qualité et Santé des Plantes – Vegenov
- ▶ **Échanges / questions – réponses**



Développement et appropriation sociotechnique des résistances variétales en viticulture durable

Année de démarrage : 2015

Année de fin : 2019

Responsable scientifique

François Hochereau, **INRAE UMR SADAPT**
francois.hochereau@inrae.fr

Laurent Delière, **INRAE UMR SAVE**
laurent.deliere@inrae.fr

Partenaires

INRAE UMR SADAPT ; INRAE UMR SAVE ; IFV
(Institut Français de la Vigne) ; Chambres
d'agriculture (Gironde, Hérault, Aude)

Financement

Coût total du projet : 306 197 €
Subvention Écophyto : 134 868 €

Mots clés :

Viticulture ; Amélioration variétale ; Variétés résistantes aux maladies ; Innovation environnementale ; Observatoire ; Évaluation socio-économique

Contexte et principaux objectifs

L'objectif du projet était d'étudier les pratiques pionnières d'introduction de variétés de vignes résistantes en France, afin d'identifier les principaux leviers et verrous réglementaires, techniques et socio-économiques qui participent au déploiement de ces innovations variétales (tâche 4).

L'étude des contextes allemands et suisses, où de telles variétés se diffusent depuis les années 2000, a permis de capitaliser des retours d'expériences et de mieux comprendre les modalités de définition d'un cadre expérimental participatif associant les différents acteurs « parties prenantes » (tâche 2).

En parallèle, nous avons considéré la manière dont les instances régulatrices et professionnelles de la viticulture, notamment l'INAO, ont fait évoluer le cadre réglementaire de l'expérimentation variétale (tâche 1).

Enfin, l'objectif du projet fut de fédérer les pratiques pionnières d'adoption de variétés résistantes par la constitution d'un réseau d'observation des résistances variétales. Ce réseau s'est structuré autour du partage d'un protocole de collecte et de capitalisation des données sur le comportement des cépages résistants (tâche 3).

Principaux résultats et intérêts en lien avec le plan Écophyto

En 2019, le réseau d'observation des cépages résistants est constitué de 87 parcelles réparties sur 43 sites (viticulteurs, coopératives, chambres d'agriculture), principalement en région Aquitaine et Occitanie. L'observation, menée de 2017 à 2019, a porté sur 23 variétés d'origines française, allemande et suisse. Elle montre une réduction de 96 % de l'IFT fongicide par rapport à la référence agreste 2016, avec 80% des traitements à l'encadrement de la floraison.

L'étude des freins à l'innovation variétale en France montre :

- ▶ Des temps de cycles de l'innovation variétale trop longs et surtout très cloisonnés. L'expérimentation VATE (Valeur Agronomique Technologique et Environnementale) française n'associe pas suffisamment en amont les viticulteurs pour tester les vins obtenus et les pépiniéristes pour préparer la diffusion des plants.
- ▶ Des rigidités fortes au niveau des appellations avec des contraintes d'expérimentation à fonds perdu et des critères de typicité trop stricts au sein et entre les appellations.

L'Allemagne et la Suisse s'illustrent au contraire par une très grande souplesse réglementaire et des démarches d'expérimentation beaucoup plus participatives.

Face aux demandes du terrain, la France a fortement assoupli le cadre expérimental, même s'il reste trop bureaucratique et trop structuré autour de l'INRAE et l'IFV. De même, l'INAO a bouleversé le sien, rendant désormais l'expérimentation possible, mais celle-ci reste contrainte par la forte hiérarchisation des appellations entre elles. De nombreux programmes régionaux de sélection variétale devraient déboucher sur un renouvellement variétal de grande ampleur. À ce titre, la dynamique est aujourd'hui beaucoup plus forte en France qu'ailleurs, où l'usage de cépages reste confidentiel après 20 ans d'histoire.

Au niveau des viticulteurs adoptants, le primat est donné à la qualité des vins sur les résistances variétales. Bien sûr, celles-ci sont déterminantes dans le choix des nouvelles variétés, sinon à quoi bon changer de cépages ? Les professionnels préfèrent une variété plus qualitative même si un peu moins résistante (sous réserve qu'elle ne s'écroule pas). Ils jugent pouvoir gérer un risque de résistance modéré par des pratiques *ad hoc*, alors qu'un risque marchand ne l'est pas si le vin ne séduit personne. La pratique de l'assemblage dans le Sud de la France devrait favoriser l'intégration d'un pourcentage de variétés résistantes dans des IGP, moins arc-boutées que les AOP sur des typicités homogènes et intéressées par une valorisation environnementale de leurs vins. Dans les IGP du Nord de la France, à dominante mono-cépage, ces variétés peuvent trouver leur place dans la production de vins effervescents, car les qualités vinicoles du cépage y sont moins déterminantes. C'est le cas aussi (et peut-être même plus) des alcools comme le Cognac ou l'Armagnac.

Plus globalement, la profession attend l'arrivée des variétés issues des programmes de rétrocroisements régionaux, visant à allier typicité et résistance variétale, et qui seront déployés dans une douzaine d'années. En attendant, les initiatives se concentrent dans les zones de conflit entre viticulteurs et rurbains, pour implanter des variétés avec le minimum de traitements, voire sans pesticides. Il serait souhaitable de mieux accompagner et fédérer les démarches d'expérimentations, au niveau des IGP ou des coopératives, afin de capitaliser les acquis agronomiques, pathologiques et qualitatifs au niveau des collectifs concernés, car l'observatoire mis en place reste avant tout un outil de recherche et de veille sanitaire.

Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

Transfert :

Le projet était au départ assez prospectif dans la mesure où la diffusion de cépages résistants était alors assez confidentielle. Du fait des évolutions réglementaires récentes, les plantations n'ont vraiment démarré qu'en 2019. C'est la raison pour laquelle des ateliers d'échanges régionaux ont été envisagés dans le prolongement du projet. Du fait du Covid, ils ne seront programmés qu'à la fin 2021.

L'observatoire de suivi des cépages résistants permet de mieux former les viticulteurs à la compréhension du comportement des cépages face aux maladies. Un travail de thèse est programmé sur la vinification des cépages résistants qui devrait mieux coupler les aspects résistance et qualité variétale, et mieux répondre aux attentes exprimées par le terrain.

Recherche :

Le projet a permis d'initier à sa suite le projet OSCAR visant à consolider et à étendre le dispositif d'observation des cépages résistants. Il se prolonge aujourd'hui dans le PPR Curare sur le zéro pesticide en vigne avec un projet de thèse visant à construire une grille d'évaluation des variétés en expérimentation, combinant les aspects pathologiques, agronomiques et œnologiques.

Publications et colloques scientifiques :

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES :

- ▶ S. Tabouret, 2019, **Setting up a "good" experimentation : the case of vine varieties testing in Languedoc**, Open Agriculture Journal, Elsevier.
- ▶ S. Guimier, F. Delmotte, A.S. Miclot, F. Fabre, I. Mazet, C. Couture, C. Schneider, L. Delière, 2019. **OSCAR, a national observatory to support the durable deployment of disease-resistant grapevine varieties**. Acta Horticulturae
- ▶ S. Tabouret, 2020, **Résister ! Une aptitude commune aux vignes, aux agents pathogènes, aux professionnels et aux scientifiques**, L'immunité des plantes : Pour des cultures résistantes aux maladies (C. Lannou, D. Roby, V. Ravigné, M. Hannachi, B. Moury, eds.), Paris, Quae, p.235-46
- ▶ F. Hochereau, 2020, **La résistance variétale, un objet-frontière à construire**, L'immunité des plantes : Pour des cultures résistantes aux maladies (C. Lannou, D. Roby, V. Ravigné, M. Hannachi, B. Moury, eds.), Paris, Quae, p. 257-58

JOURNÉES TECHNIQUES ET COLLOQUES SCIENTIFIQUES :

- ▶ F. Hochereau, 2019, **Classement, déclassement et reclassement de l'innovation variétale : Une comparaison franco-suisse**, RT 29 Sciences et Techniques en Société, congrès AFS, Aix en Provence
- ▶ F. Hochereau, 2019, **L'évolution des catégorisations du risque par l'adoption de cépages résistants en viticulture**, RT 38 sociologie de l'environnement et des risques, congrès AFS, Aix-en Provence
- ▶ F. Delmotte 2018. **OSCAR — a national observatory for a sustainable deployment of disease-resistant grape varieties**. XII International Conference on Grapevine Breeding and Genetics
- ▶ L. Delière. 2017. **Déploiement des variétés résistantes en viticulture : observatoire Oscar. Rencontres régionales de la recherche, du développement et de la formation**. Montagne, 13 décembre 2017
- ▶ L. Delière. 2017. **Un Observatoire du déploiement des cépages résistants**. Conférence SITEVI, 29 novembre 2017
- ▶ F. Hochereau, 2017, **Sélectionneurs et pépiniéristes : Métiers ou Expertises au carrefour des mutations du monde de la vigne**, Métiers de la vigne et du vin, 20-21 novembre, Paris Saclay

PRÉSENTATION À DES INSTANCES PROFESSIONNELLES OU DE DÉCISION :

- ▶ L. Delière 2018. **Table ronde Cépages résistants : quelles avancées ?** Cognac 2025
- ▶ L. Delière. 2018. **Comment accompagner le déploiement des nouvelles variétés de vigne résistantes au mildiou et à l'oïdium ?** Présentée à : Séances de l'Académie d'Agriculture « Révolution variétale en viticulture ! De nouveaux cépages résistant aux maladies : création, déploiement et impact sur la filière viticole », Paris, France (2018-05-30 - 2018-05-30)

ARTICLES DE VALORISATION/VULGARISATION :

- ▶ **Un observatoire des cépages résistants pour lutter contre des maladies de la vigne**. Dépêche AFP, Bordeaux, 9 janvier 2017
- ▶ **Les cépages résistants en observation**. PHYTOMA n°718, Novembre 2018



Évaluation du risque de la résistance multidrogues chez l'agent de la septoriose du blé *Zymoseptoria tritici*

Année de démarrage : 2016

Année de fin : 2019

Partenaires

INRAE UMR BIOGER ; Anses ; Arvalis

Responsable scientifique

Anne-Sophie Walker, INRAE UMR BIOGER

anne-sophie.walker@inrae.fr

Financement

Coût total du projet : 358 494 €

Subvention Écophyto : 103 120 €

Sabine Fillinger, INRAE UMR BIOGER

sabine.fillinger@inrae.fr

Mots clés :

Efflux ; Adaptation ; Fongicides ; Mécanisme de résistance ; Génétique ; Croisement ; Efficacité au champ ; Gestion des résistances des bioagresseurs ; Grandes cultures

Contexte et principaux objectifs

La septoriose du blé, causée par *Zymoseptoria tritici* est la première maladie affectant le blé en Europe. La lutte contre cette maladie consiste principalement en l'application de fongicides comportant cependant, comme effet non intentionnel, la sélection d'individus résistants dans les populations. Un nouveau mécanisme, associé à un phénotype de résistance multidrogues (MDR), a été détecté dès 2007, sans que l'architecture génétique ne soit totalement élucidée. La MDR est provoquée par efflux accru de fongicides de modes d'action divers, et conduit à une résistance non spécifique à de nombreuses matières actives. En tant que mécanisme généraliste, l'efflux accru peut également potentiellement impacter les matières actives, d'origine synthétique ou naturelle, qui seront prochainement mises sur le marché. L'enjeu de ce projet est de promouvoir des pratiques d'utilisation des antifongiques au sens large limitant la sélection de la MDR, afin de préserver leur durabilité et d'éviter les applications inefficaces ou inutiles.

Dans ce contexte, les objectifs de MDRisque étaient de :

1. Démontrer formellement l'implication des mutations MDR identifiées précédemment dans le phénotype MDR
2. Détecter et quantifier les mutations MDR dans les populations
3. Evaluer le risque de résistance en pratique lié au mécanisme MDR chez *Z. tritici*.

Principaux résultats et intérêts en lien avec le plan Écophyto

Le travail réalisé dans le cadre du projet MDRisque a permis de mieux décrire l'origine et les caractéristiques de la résistance multi-drogues (MDR) chez le pathogène majeur du blé *Z. tritici*. Par une approche de génétique fonctionnelle, nous avons validé que trois types d'inserts du promoteur *MFS1* sont responsables du mécanisme d'efflux accru de fongicides chez *Z. tritici* et, ainsi, du phénotype MDR. Nous avons développé un outil de détection par PCR de ces allèles sur souches isolées. Un outil de quantification basé sur la technique de séquençage d'amplicons par la technologie Nanopore® fonctionne en routine mais nécessite encore des optimisations.

Par une approche de génétique mendélienne et le phénotypage des descendants issus de deux croisements, nous avons également montré que la combinaison des mécanismes d'efflux et de modification de la cible, déjà très fréquents dans les populations, augmente significativement le risque de résistance en pratique aux fongicides SDHI et IDM. Ce risque d'association entre des mécanismes de résistance spécialiste et généraliste est fort et réaliste *in natura* du fait de la reproduction sexuée fréquente et intense chez *Z. tritici*. Paradoxalement, la recombinaison accentuerait principalement le risque associé aux allèles présentant de faibles niveaux de résistance aux SDHI (comme l'allèle *sdhC*^{T79N}, en augmentation régulière dans les populations françaises). En effet, si le risque de résistance en pratique est faible pour des souches portant ce seul allèle ou les allèles *MFS1*, leur combinaison permet d'atteindre des niveaux de résistance compatibles avec une perte d'efficacité au champ. Par ailleurs, il n'a

pas été détecté de coût particulièrement important, associé à chacun des cinq allèles de résistance étudiés dans ce projet, qu'ils soient portés seuls ou en combinaison. Ceci réduit la possibilité d'une diminution naturelle de la fréquence de ces allèles, en absence de sélection.

Finalement, nous avons montré que la MDR était sélectionnée préférentiellement dans un réseau d'essais au champ par des programmes à base de SDHI. Nous avons également montré que l'introduction dans les programmes, en particulier au T1, d'un multisite comme le chlorothalonil, non concerné par ces mécanismes de résistance, était de nature à réduire la sélection de la MDR.

Perspectives futures en termes de transfert ou de recherche

Transfert :

Ce projet a permis de faire prendre conscience par les acteurs du terrain du risque indirect lié aux mécanismes de résistance généralistes comme l'efflux accru. Ce risque concerne les matières actives utilisées actuellement, mais possiblement celles qui seront mises sur le marché dans le futur, y compris certains fongicides de biocontrôle. L'identification des pratiques favorisant la MDR a renforcé le raisonnement sur l'optimisation des stratégies de traitement, notamment en limitant l'utilisation des SDHI dans les programmes, et accompagne la transition vers d'autres méthodes de lutte, notamment variétale. La MDR est surveillée annuellement dans les populations françaises via l'utilisation des outils de diagnostic développés dans ce projet.

Recherche :

Le projet MDRisque a été associé à la formation d'un apprenti ingénieur pendant 3 ans.

Ce projet a démontré l'intérêt d'étudier les mécanismes de résistance non liés à la cible en phytopathologie, l'efflux accru étant principalement étudié par la communauté médicale. Les données obtenues sont également utilisées pour expliquer les dynamiques adaptatives spatio-temporelles observées chez *Z. tritici*.

Enfin, ce projet a permis l'émergence d'un projet de thèse (en cours) visant à caractériser la distribution des allèles *MFS1* dans les populations européennes et à élucider les mécanismes génétiques de la régulation de l'efflux accru chez *Z. tritici*.

Publications et colloques scientifiques :

JOURNÉES TECHNIQUES ET COLLOQUES SCIENTIFIQUES :

- ▶ Walker A-S. (2019). **Research, monitoring and resistance management in France**. In: Annual meeting of the Phytopathological Society of Japan, Tokyo, Japan.
- ▶ Walker A-S. (2019). **Assessing the risk of resistance towards SDHIs in France**. In: Plant Health 2019, American Society of Phytopathology, Cleveland, USA.
- ▶ Couleaud G., Walker A-S., Maumené C. (2015). **Etude au champ de l'efficacité de la pression sélective exercée par des associations fongicides sur la sensibilité des populations de *Zymoseptoria tritici* ces dernières années en France**. In: *Proceedings of the "11^{ème} Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes"* (ed. AFPP), Tours (France).
- ▶ Omrane S., Audéon C., Ignace A., Duplaix C., Sghyer H., Aouini L., Kema G., Fillinger S., Walker A-S. (2015). **La résistance de type MDR chez l'agent de la septoriose du blé: dernières avancées sur un mode d'action original**. In: "11^{ème} Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes", Tours (France).
- ▶ Couleaud G., Maumené C., Maufras J-Y., Walker A-S. (2018). **Prévenir la sélection de la résistance MDR chez *Zymoseptoria tritici***. In: *Proceedings of the « 12^{ème} conférence internationale sur les maladies des plantes »* (ed. Végéphy). Tours, 11 et 12 décembre 2018.
- ▶ Gazeau G. and Walker A-S. (2018). **Mécanisme de la résistance multidrogues (MDR) et prévention du risque de résistance aux anti-septoriose chez *Zymoseptoria tritici***. In: *Proceedings of the « 12^{ème} conférence internationale sur les maladies des plantes »* (ed. Végéphy). Tours, 11 et 12 décembre 2018.
- ▶ Omrane S., Audéon C., Ignace A., Duplaix C., Sghyer H., Aouini L., Kema G., Walker A-S., Fillinger S. (2016). **Several mutations of *Zymoseptoria tritici* field strains lead to *MFS1* overexpression and multi-drug resistance (MDR)** (poster). In: 18th International Reinhardtsbrunn Symposium on Modern Fungicides and Antifungal Compounds, Friedrichroda (Germany).
- ▶ Walker A-S., Gazeau G. (2019). **Mechanism of multidrug resistance and risk assessment towards fungicides in *Zymoseptoria tritici***. In: 19th International Reinhardtsbrunn Symposium on Modern Fungicides and Antifungal Compounds, edited by H. B. Deising, B. Fraaije, A. Mehl, E. C. Oerke, H. Sierotzki and G. Stammer. Friedrichroda, Germany: Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig.
- ▶ Omrane S., Audéon C., Ignace A., Duplaix C., Sghyer H., Aouini L., Kema G., Walker A-S., Fillinger S. (2015). **Genetic analysis of multi-drug resistance (MDR) in *Mycosphaerella graminicola* (*Zymoseptoria tritici*)** In: 28th Fungal Genetics Conference, Asilomar, USA.

- ▶ Omrane S., Audéon C., Ignace A., Duplaix C., Sghyer H., Aouini L., Kema G., Walker A-S., Fillinger S. (2015). **Multi-drug resistance (MDR) in septoria leaf blotch** (oral pres.). In: *XVIII International Plant Protection Congress, Berlin (Germany)*.
- ▶ Walker A-S., Gazeau G. (2019). **Mechanism of multidrug resistance and risk assessment towards fungicides in *Zymoseptoria tritici***. In: *International Symposium on Cereal Leaf Blights*, 22-24 May 2019, Dublin, Ireland.
- ▶ Gazeau G., Auclair C., Delestre G., Suffert F., Walker A-S. (2016). **Assessing the risk of recombination between MDR and specific resistance towards SDHs in *Zymoseptoria tritici***. In: *18th International Reinhardtsbrunn symposium on modern fungicides and antifungal compounds*, Friedrichroda, Germany.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES :

- ▶ Omrane S., Audéon C., Ignace A., Duplaix C., Aouini L., Kema G., Walker A-S., Fillinger S. (2017). **Plasticity of the MFS1 promoter leads to multidrug resistance in the wheat Pathogen *Zymoseptoria tritici***. *mSphere* 2 (5).
- ▶ Garnault M., Duplaix C., Leroux P., Couleaud G., Carpentier F., David O., Walker A-S. (2019). **Spatiotemporal dynamics of fungicide resistance contrast quantitatively in the pathogenic fungus *Zymoseptoria tritici***. *Pest Management Science* 75 (7), 1794-1807.
- ▶ Gazeau G., Duplaix C., Walker A-S. (*in prep*) **Assessing the risk of recombination between MDR and specific resistance towards SDHs in *Zymoseptoria tritici***.

AUTRES VALORISATIONS :

- ▶ Notes communes « Gestion de la résistance des maladies des céréales à paille ». <https://www.r4p-inra.fr/fr/notes-communes/>



Crédit photos INRAE



Mise en page www.laboitea.verbe.fr

