



contact-r4p@inra.fr

www.inra-r4p.fr

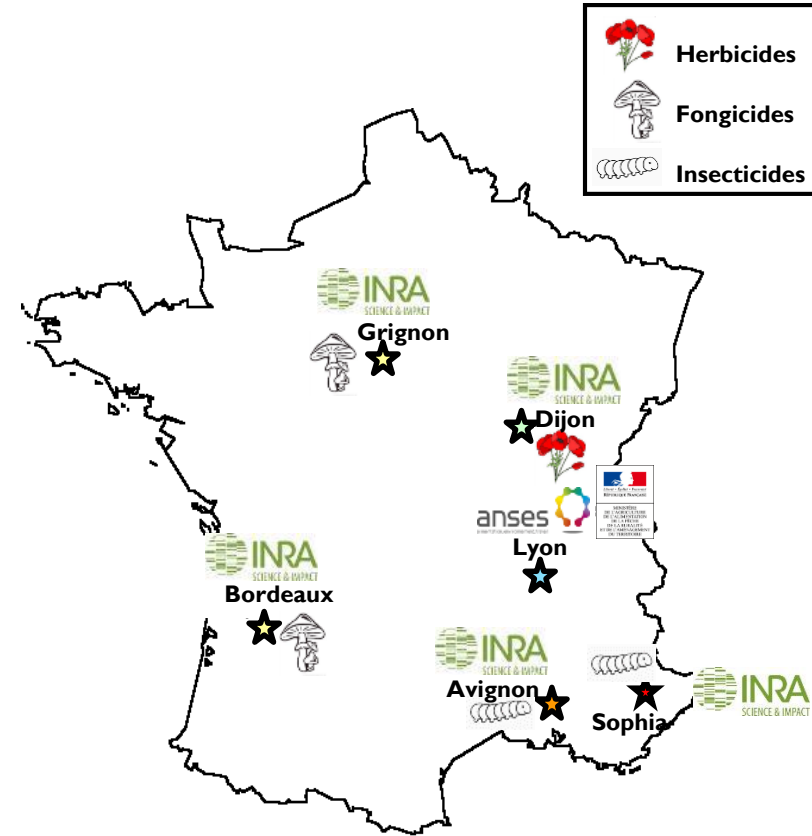
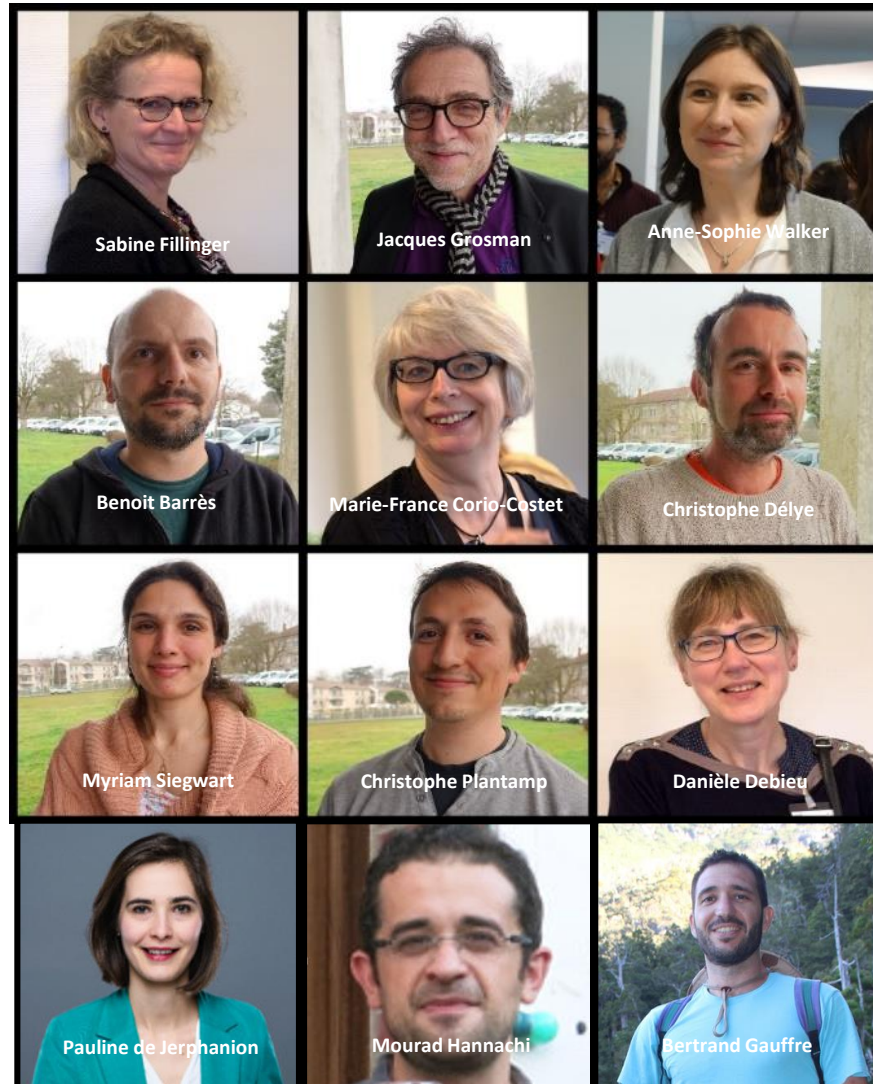
 @R4P_network



Research and
Reflection Ring
on Pesticide
Resistance

Resistance to plant protection products: R4P network actions to coordinate public research and transfer knowledge to stakeholders

R4P in 2019



Created 2011



Context



Loi d'avenir agricole
octobre 2014 :
**Phytopharmaco-
vigilance (PPV)**

Climate change



Regulation



Commercial
competition



Social demand

Unintended effects (ENI)

Ecotoxicity



Toxicity



Pest resistance



R4P aims

- **Maintain public expertise** on plant protection products (PPP) and respond to the demands of technical advisers and farmers;
- **Share** knowledge and methodologies on PPP resistance;
- **Facilitate the transfer** of bilateral expertise between research and technical advisers and farmers;
- **Promote an evolutionary approach** to the study of PPP resistance in order to predict and manage it in a sustainable manner;
- **Focusing the forces** available in France on the topic of resistance to PPP and the development of **joint research projects**.



Resistance monitoring in France & R4P



« Collaborative notes » (resistance status and recommendation)



NOTE TECHNIQUE COMMUNE GESTION DE LA RESISTANCE 2018 MALADIES DE LA VIGNE : MILDIU, OÏDIUM, POURRITURE GRISE

date de diffusion : 14 février 2018 (version corrigée suite ajouts de substances dans le tableau botrytis)

Cette note a été rédigée par l'Institut français de la vigne et du vin (IFV) sur la base d'éléments recueillis dans le cadre d'un groupe de travail réunissant des experts de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail -unité Résistance aux produits phytosanitaires (Anses-RPP), de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), du Comité interprofessionnel du vin de Champagne (Comité Champagne - CIVC), des Chambres d'agriculture et de la Direction générale de l'alimentation -Sous-Direction de la qualité, de la santé et de la protection des Végétaux (DGAL-SDQSPV).

La présente note a pour objectifs :

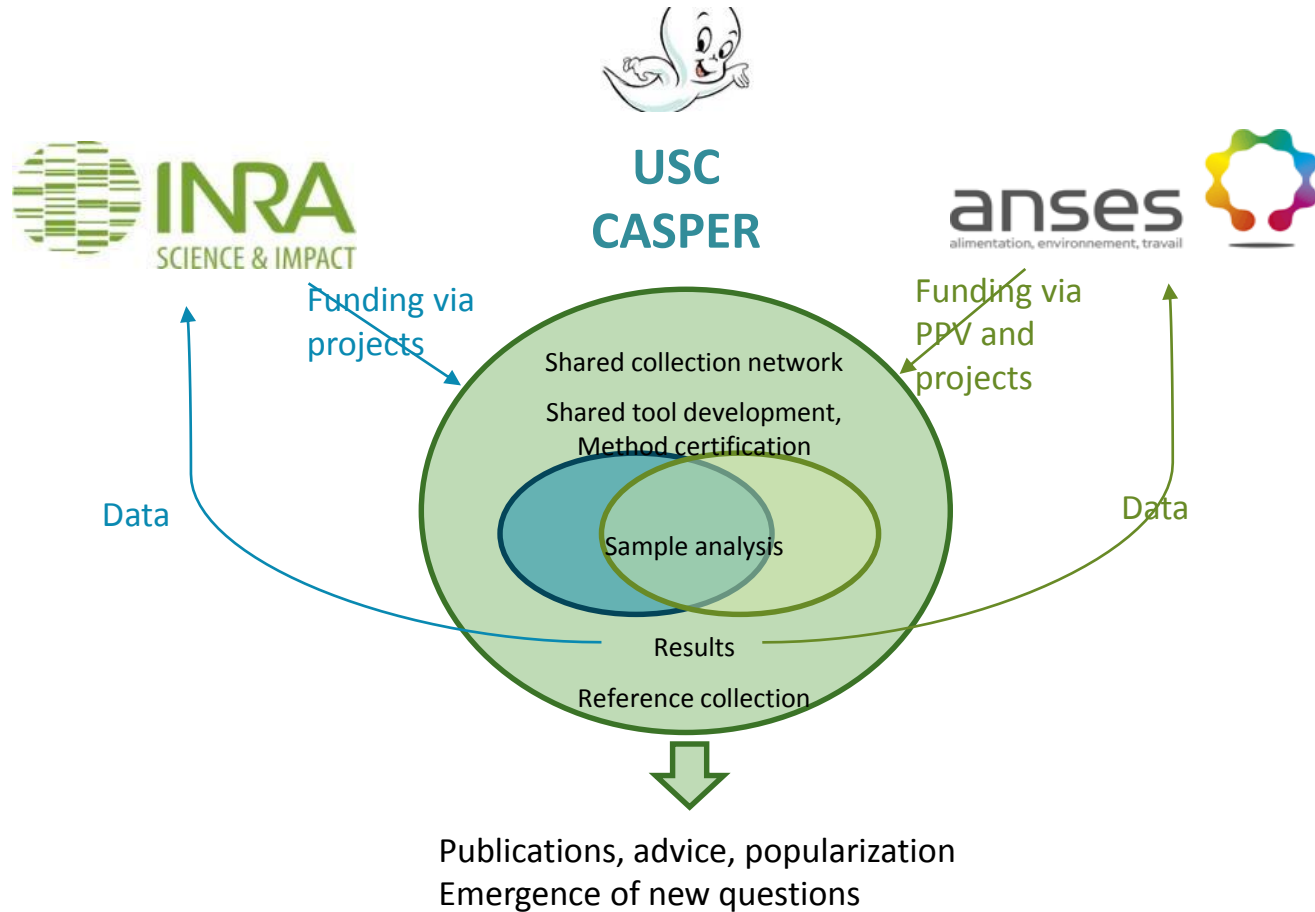
- 1) de présenter les éléments de stratégie préventive en matière d'apparition de résistances,
- 2) de décrire la situation générale en 2017 de la résistance du mildiou, de l'oïdium et de la pourriture grise de la vigne vis-à-vis des principales familles de substances actives visées par le plan de surveillance,
- 3) d'établir des recommandations générales vis-à-vis de ces résistances dans un objectif de réduction des traitements.



USC CASPER : a shared lab to develop joint research

Aims:

- Optimize and sustain public research on PPP resistance through technical support to the Anses and INRA units involved.
- Constitute a reference collection of resistant pests



Created January 2018



R4P joint research

2 research topics:

- ✓ How do pests adapt to PPPs?
- ✓ How to combine the different control methods and promote their sustainability in the context of agroecology?

Answers to calls

16 projects proposed since 2010

→ 11 accepted

3 PhD

Funding

ONEMA

Anses

SMaCH (FONDU)



Joint research : example on insecticides

Developping a routine monitoring test on *Drosophila suzukii*



✓ Invasive pest

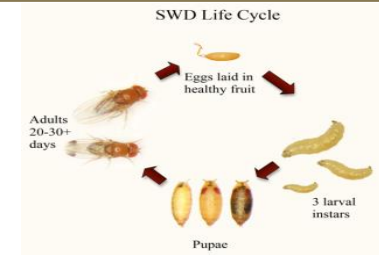
✓ High risk pest

✓ High risk practices

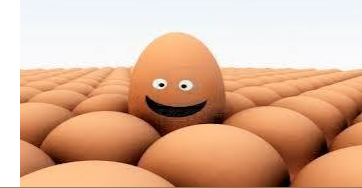
- ✓ Many host plants treated
- ✓ Most generations treated
- ✓ Many sprays
- ✓ Short rotations / monoculture
- ✓ Large scale crops

→ High risk of resistance development

Generation 1-2
weeks



Up to 384 eggs/female



Rapid
dissemination

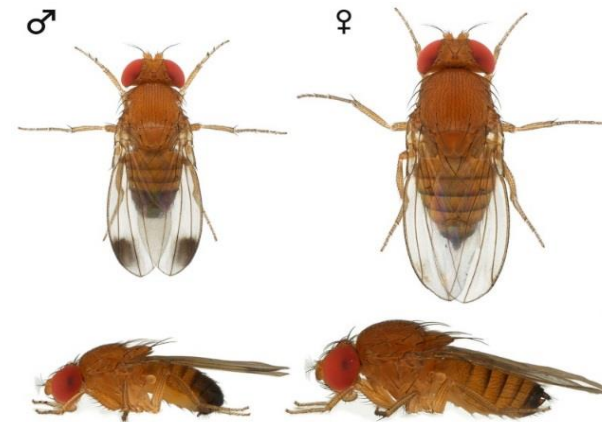
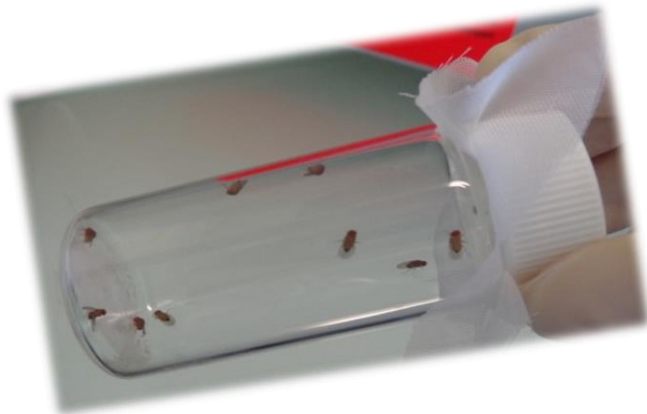


Highly polyphageous
(red fruits, apricot,
grapevine; includes
susceptible cultivars...)



Joint research : example on insecticides

Developping a routine monitoring test on *Drosophila suzukii*



Biological test of tarsal contact for phosmet and lambda-cyhalothrine

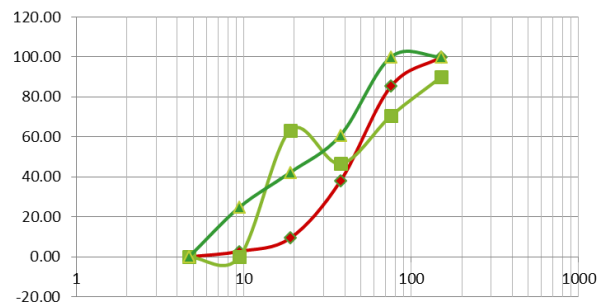


Joint research : example on insecticides

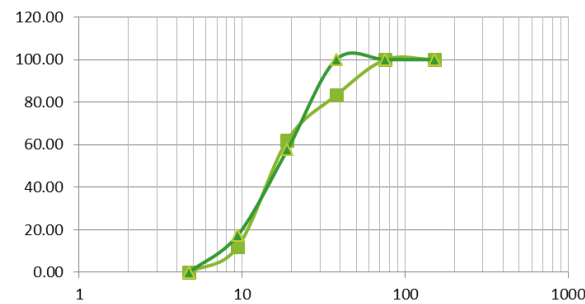
Developping a routine monitoring test on *Drosophila suzukii*



Femelles

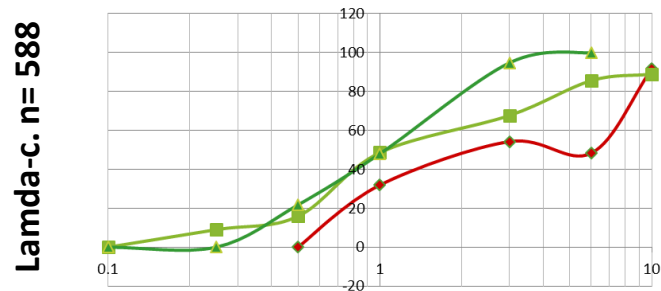


Mâles

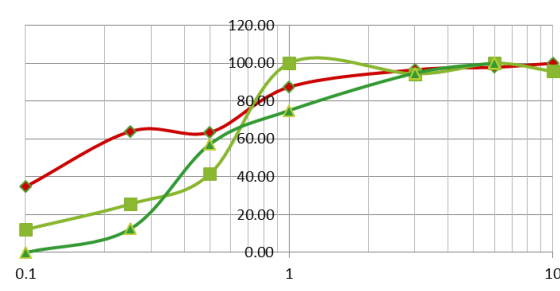


- ✓ Routine protocol OK; variability explained
- ✓ No resistance detected but limited number of populations tested

Femelles



Mâles



→ on-going monitoring in 2019

Joint research : example on herbicides

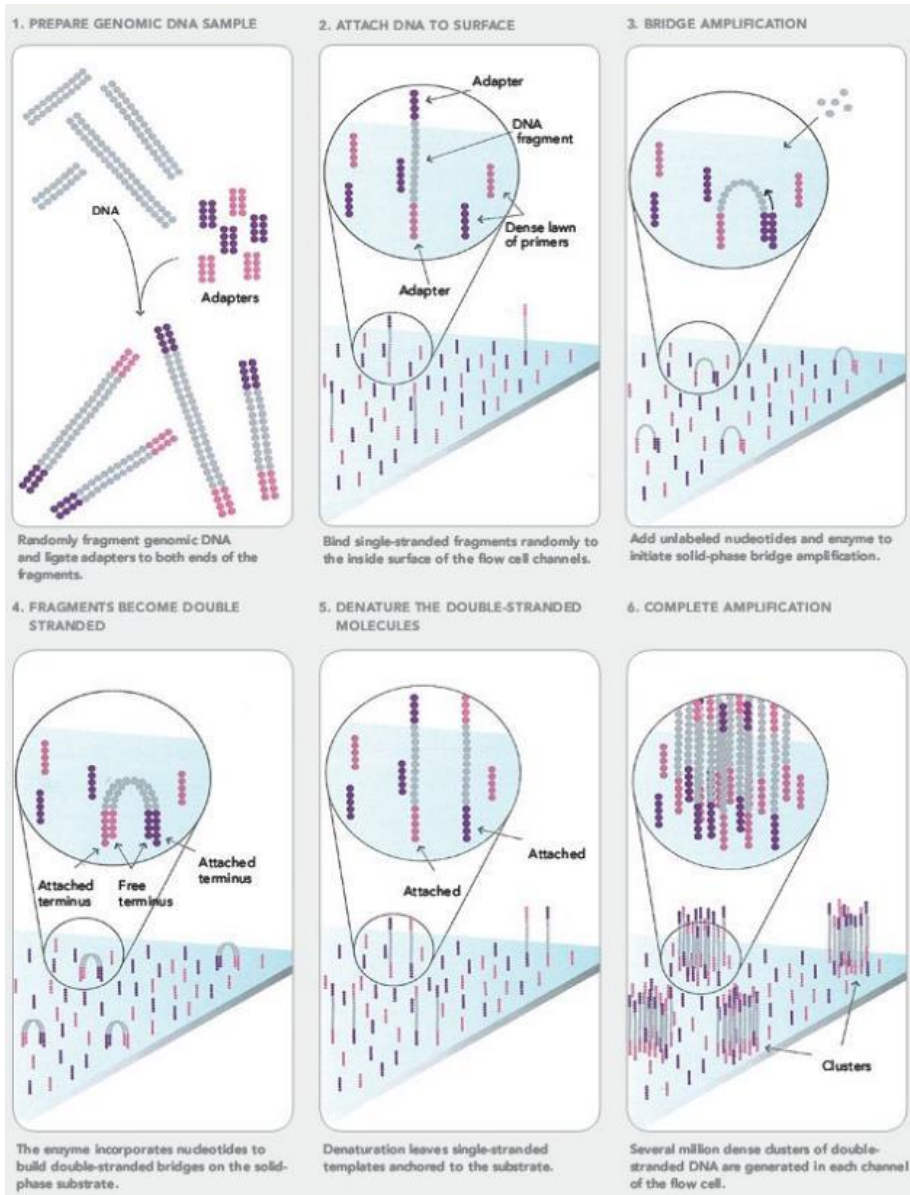
Large-scale monitoring to ALS inhibitors in *Ambrosia artemisiifolia* in France

- ✓ Important weed in soybean, maize, sunflower
- ✓ Threat for human health
- ✓ Resistance towards ALS inhibitors :
 - ✓ Moderate occurrence
 - ✓ Dominant nuclear inheritance
 - ✓ Target site resistance : published; 7 mutations; limited in France
 - ✓ Non target site resistance: frequent in France



Joint research : example on herbicides

Large-scale monitoring to ALS inhibitors in *Ambrosia artemisiifolia* in France

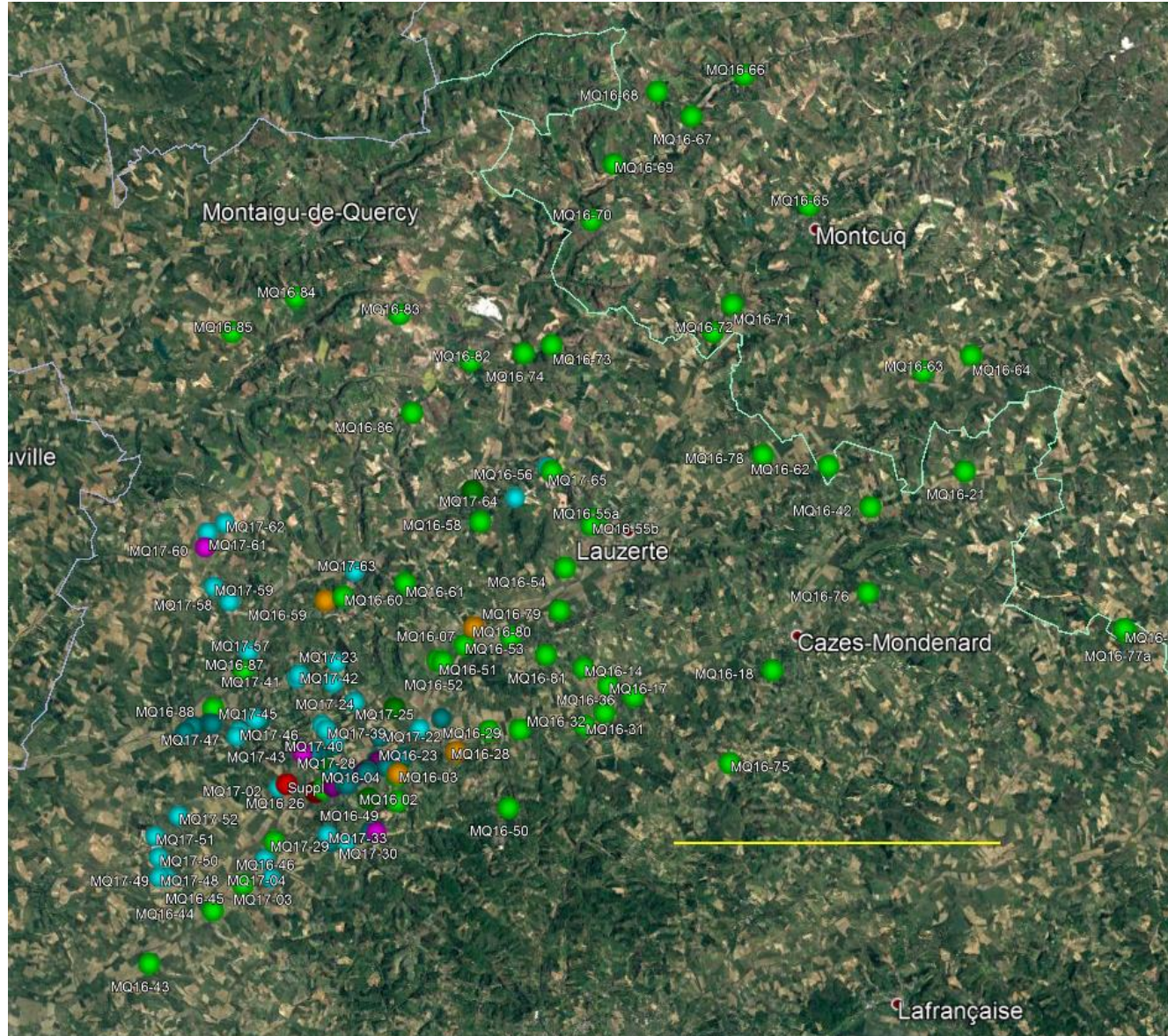


Next generation sequencing: PCR + Illumina bulk sequencing

- ✓ Mutation detection: 3 PCR (ALS target gene ; amplicons 400-450 bp) per plot (= 50 plants)
- ✓ Allele differentiation at a single codon
- ✓ Detect all known mutations
- ✓ Detect putative new mutations
- ✓ Capacity: 1 Illumina run = 96 plots (50 plants per plot). Should detect 1 R plant / 50 plants.
- ✓ Much quicker than the previous PCR-dCAPS test
- ✓ *No detection = no target site resistance present but non target site resistance possible*

Joint research : example on herbicides

Large-scale monitoring to ALS inhibitors in *Ambrosia artemisiifolia* in France



NGS on two samples :

- ✓ 2016: 65 populations & 2017: 68 populations
- ✓ Tarn et-Garonne South West of France

Green: 2016 batch, no mutation
Blue: 2017 batch, no mutation
Orange: 2016 batch, no mutation but resistant phenotype (NTSR)
Red: 2016 batch, mutations detected
Pink: 2017 batch, mutations detected

Joint research : example on fungicides

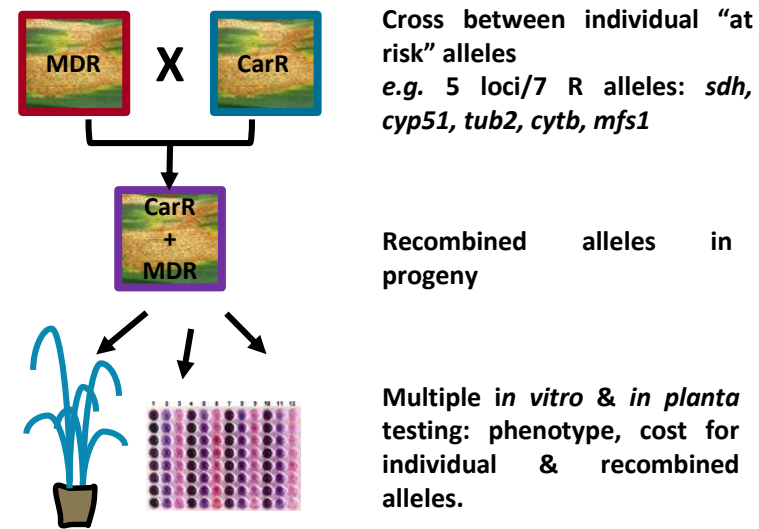
Predicting resistance risk to improve early management in *Zymoseptoria tritici*



What is the risk associated to individual emerging resistant alleles vs. their recombination, with current ones, that will occur naturally?

→ Molecular tool to detect MDR in field samples
→ Forward genetics approach

- ✓ Septoria leaf blotch : most important disease on wheat in Europe
- ✓ Resistance generalized in France for QoIs, DMIs and benzimidazoles
- ✓ Resistance emerging for SDHIs (CarR)
- ✓ Increased efflux (MDR) may affect all MoAs, including new ones
- ✓ Resistance mechanisms (TSR and NTSR) may recombine easily in natural populations.



Joint research : example on fungicides

Management of fungicide resistance in *Cercospora beticola*



- ✓ Disease increased in South of France ; limited number of effective solutions
 - ✓ Limited information on resistance status (DMIs, QoIs)
 - ✓ Resistance occurring (and generalized) in some European countries
-
- Establish resistance status in France for *C. beticola*
 - Explore resistance mechanisms
 - Promote sustainable control methods

R4P & Communication

- Scientific and popularized papers
- Training days
- « Contact » e-mail
- Twitter
- Website and newsletter



Scientific reviews

✓ One scientific review published in 2016:
The skill and style to monitor the evolution
of pesticide resistance in a proactive
manner

Feature Review

Trends and Challenges in
Pesticide Resistance
Detection

1166 reads in Researchgate
13 citations

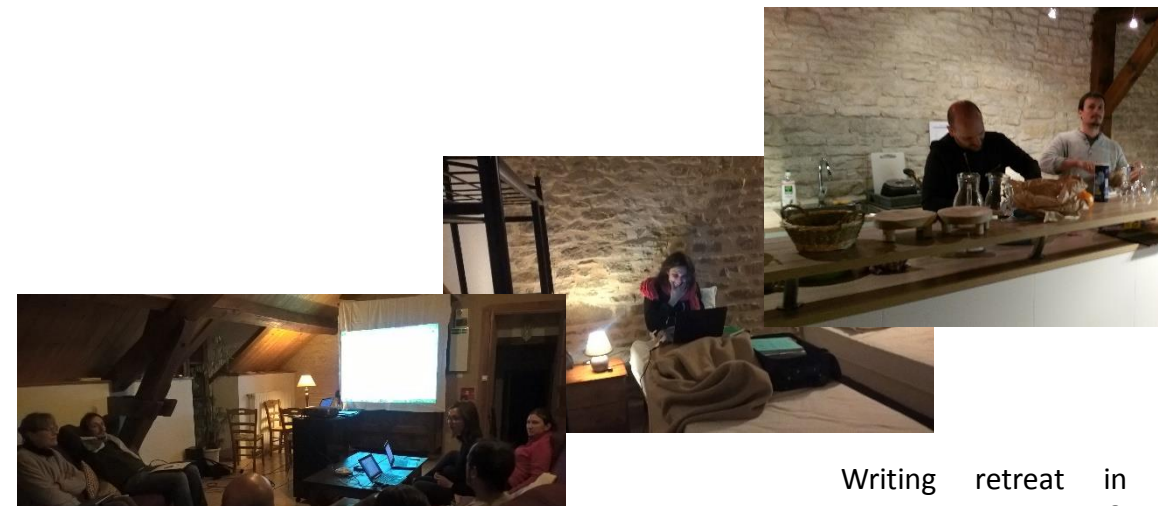
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2016.06.006>

R4P Network^{1,‡,*}

Table 3. Molecular Assays Used To Detect or Quantify Resistance in Pest Populations

Method	Purpose ^a	Detection	Advantages	Limitations	Examples of Techniques ^b	Refs
<i>Genotyping (Known) Mutations by DNA Amplification or Ligation Detection</i>						
'Low-tech' PCR-derived mutation genotyping	D/Q	SNPs, indels	Cheap, simple, basic technical requirements	Adaptation to high-throughput requires equipment	PCR-RFLP/CAPS, PIRA-PCR/dCAPS Allele-specific PCR	[131–136] [92,137,138]
'Hi-tech' PCR-derived mutation genotyping	D/Q	SNPs, indels	High-throughput, allows sample pooling	Requires costly equipment and reagents, calibration for quantification	MALDI-TOF/Sequenom® MassARRAY HRM, SimpleProbe® melting curve analysis SNUPE (SNaPshot™) ASPPAA, KASPar-qPCR™, ARMS/Scorpion®, TaqMan®	[139–141] [142–144] [145,146] [147–153]
Oligonucleotide ligation Assay	D/Q	SNPs, indels	Cheap, rapid, high-throughput possible	Adaptation to high-throughput requires equipment	OLA, HOLA, SOTLA	[154,155]
Isothermal amplification	D/Q	SNPs, indels	Cheap and rugged, high-throughput possible	Adaptation to high-throughput or quantification requires equipment; complex assay design	LAMP	[156–158]

✓ New review *in prep*
World survey – Input of social sciences
Status of resistance monitoring systems worldwide:
Between diversity and complementarity?"
In prep. Commissioned by Pest Management Science



Writing retreat in
Mont Saint Jean &
Marigny-les-Reullée



R4P & Communication

- Scientific and popularized papers
- Training days : « Journées d'Échanges sur les Résistances » (JÉR)
- « Contact » e-mail
- Twitter
- Website and newsletter



Organization of the « Journées d'Échanges sur les Résistances » (JÉR) – Training days on pesticide resistance for farmers and advisers

Une première à Avignon les JÉR, journées d'échanges sur les résistances

Au-delà des résistances aux produits de protection des plantes, un dialogue entre chercheurs et « terrain ».



Avignon 2013

JÉR 2013

JÉR 2015 à Dijon les résistances sur le grill

La seconde édition des JÉR, journées d'échanges sur les résistances aux produits de protection des plantes, a permis la poursuite du dialogue autour des résistances contre l'herbicide et « terrain ».



Dijon 2015

JÉR 2015

Bordeaux 6-7 March 2017

Around 80 participants

93% satisfied or very satisfied

Widely reported in ag-press

JÉR 2017

La **sensibilité** aux phytos : un bien commun

Détection de nuisibles résistants, préconisations techniques, gestion en pratique : tous les maillons doivent jouer le jeu pour préserver la durabilité de l'efficacité des produits phytos.

« **M**ieux vaut prévenir que guérir. » L'adage a été dit et redit à l'occasion des JÉR 2017, journées d'échanges sur les résistances du réseau R4P (1), les 7 et 8 mars derniers. La situation actuelle est toujours tendue en raison de la baisse du nombre de matières actives et de l'insupportable augmentation par sélection des populations résistantes : insectes ravageurs et sclérotinia du colza, carpocapse, septoriose, etc. « L'enjeu est d'adopter la stratégie la mieux adaptée, parmi le champ des possibles (alternance dans le temps et dans l'espace, mélange, modulation des

doses), à chaque couple bio-agresseur/pesticide et de privilégier les méthodes de lutte non chimique chaque fois que cela est envisageable », a rappelé Anne-Sophie Walker, ingénieure de recherche à l'Inra.

TRAVAILLER EN COLLECTIF

Pour les animateurs de ces journées d'échanges (2), l'intensification des dialogues entre les différents acteurs de la filière et la publication de préconisations communes ne sont qu'une première étape. Dans l'objectif d'améliorer la durabilité des produits, « la sensibilité aux spéciali-

L'ACTU DE LA SEMAINE



Quelques années d'utilisation exclusive d'herbicides du groupe B (inhibiteurs de l'ALS) suffisent pour que des coquelicots y deviennent résistants.

mettant de côté la concurrence entre les fabricants ou les distributeurs de produits phytosanitaires sera, à long terme, économiquement gagnante pour tous, agriculteurs compris.

Ana Cassigneul
Bureau de réflexion et de recherches sur les résistances aux pesticides.
@Anaiss, Inra, Direction générale de l'administration
Site: <http://colloque.inra.fr/resistances-pesticides2019>

EXPERT

CHRISTOPHE DÉLYE CHARGÉ DE RECHERCHES À L'INRA, SPÉCIALISTE DES RÉSISTANCES AUX PHYTOS À L'INRA

« Deux idées reçues doivent être corrigées »



« En matière de résistances aux produits phytosanitaires, deux idées reçues sont venues : le fait qu'il y aura toujours des nouveaux modes d'action pour remplacer ceux qui sont perdus, et le fait que la résistance disparaît quand on arrête de traiter avec le produit qui l'a sélectionnée. Malheureusement, ce sont des idées reçues, qu'il convient de corriger. »

► Pour la première, il faudra être patient : des nouveaux modes d'action n'arriveront pas avant cinq à dix ans au mieux pour les herbicides et les insecticides, et deux à trois ans pour les fongicides.

► Quant à la seconde, il faut savoir deux choses. D'abord, que plus on arrête la molécule qui a sélectionné une résistance tôt au départ de la résistance, plus on a de chances de se débarrasser des individus résistants. Ensuite, que plusieurs produits peuvent être concernés par une même résistance (résistance croisée). Dans ce cas, il faut tous les arrêter pour enrayer l'augmentation de l'individu résistant.

32 LA FRANCE AGRICOLE // 3687 // 24 MARS 2017



Québec edition
11-15 February 2019

Next edition:
Versailles 14-15 March 2019
<https://colloque.inra.fr/resistances-pesticides2019>

JÉR 2019

Outputs from the JÉR : towards improved practices

Identification of new resistances, provision of samples

Mail du 19/4/17. PB, service agronomique Valsoleil

« Je connais au moins deux situations dans lesquelles nous **soupçonnons des résistances** de graminées estivales (sétaires) au nicosulfuron. **Ayant assisté aux JER2015**, je me rappelle que vous recherchez des informations sur ce type de situations. De notre côté, nous souhaitons valider ou invalider l'hypothèse résistance. Pouvez-vous m'indiquer comment procéder? (...) »

Large knowledge transfer

Mail du 21/4/17. PS, responsable santé des plantes/légumes, Invénio

« M'autorisez-vous à **diffuser** les résumés de vos présentations aux JER 2017 auprès de mes **adhérents**? »

Implementation of smart resistance management practices

Mail du 28/3/17. BM, responsable technique Actura

« Nos différentes rencontres ont suscité ma curiosité et maintenant ma **motivation** pour investiguer davantage dans le dossier des résistances aux produits phytosanitaires.(...) »

Le message a été bien compris chez Actura et face à ce enjeu **nous prévoyons un plan d'action**.

>Aussi , nous prévoyons d'entamer pour les 2 années à venir une **analyse des risques de résistances** des parasites aux produits phytosanitaires, analyse de risque basée sur la pertinence de notre référencement et analyse de risque basée sur les pratiques d'un panel d'agriculteurs. (...)

Serait-il possible de trouver un moment pour **échanger** sur ce sujet lors d'un entretien téléphonique ? (...)

R4P & Communication

- Scientific and popularized papers
- Training days
- « Contact » e-mail : contact-r4p@inra.fr
- Twitter
- Website and newsletter



R4P & Communication

- Scientific and popularized papers
- Training days
- « Contact » e-mail : contact-r4p@inra.fr
- Twitter: [@R4P_network](https://twitter.com/R4P_network)
- Website and newsletter

R4P
@R4P_network

Réseau de Réflexion et de Recherches sur la Résistance aux Pesticides. Vulgarisation de la recherche sur les résistances. Gérer les résistances en pratique.

Inscrit en mars 2018

12 Photos et vidéos

Tweets	Abonnements	Abonnés	J'aime	Listes	Moments
20	10	82	12	0	0

Tweets Tweets & réponses Médias

R4P @R4P_network · 18 févr.

Un très grand merci à nos collègues de l'IRDA pour l'organisation des JER édition Québec et pour leur accueil chaleureux malgré les 30 cm de neige! Merci pour ces échanges fructueux quant à la surveillance des résistances et à leur gestion dans nos deux pays.

R4P & Communication

- Scientific and popularized papers
- Training days
- « Contact » e-mail : contact-r4p@inra.fr
- Twitter: [@R4P_network](https://twitter.com/R4P_network)
- Website and newsletter : www.r4p-inra.fr



Website R4P

Aims:

- Visibility of the network, of public research on resistance
- Transfer to as many people as possible and in real time of the information necessary for the sustainable management of resistance

www.r4p-inra.fr

- ✓ Bilingual site
- ✓ Regular bilingual newsletters on network and resistance new information:
~ 900 subscribers
- ✓ Info also on twitter

SEARCH ...

R4P Research and Reflection Ring on Pesticide Resistance

HOME THE R4P NETWORK ▼ PPP RESISTANCE ▼ RESISTANCE WATCH ▼ CONTRIBUTION CALL ▼ ALL DOCUMENTATION ▼

Welcome to the website of the Research and Reflection Ring on Pesticide Resistance (R4P)

This website makes available, to the managers of resistance to plant protection products (PPP), some tools and informations useful to their activity.

Contribution call

ZOOM ON ...

JÉR 2019 Extension of registration to JÉR 2019

The 2019 collaborative note on resistance management of sclerotinia on oilseed rape

Conception: R4P, Sophie Chamont (SAVE), Denis Leclerc (Le Nuage)



Website R4P - Contents

Proposal for a unified classification of pesticides

Context :

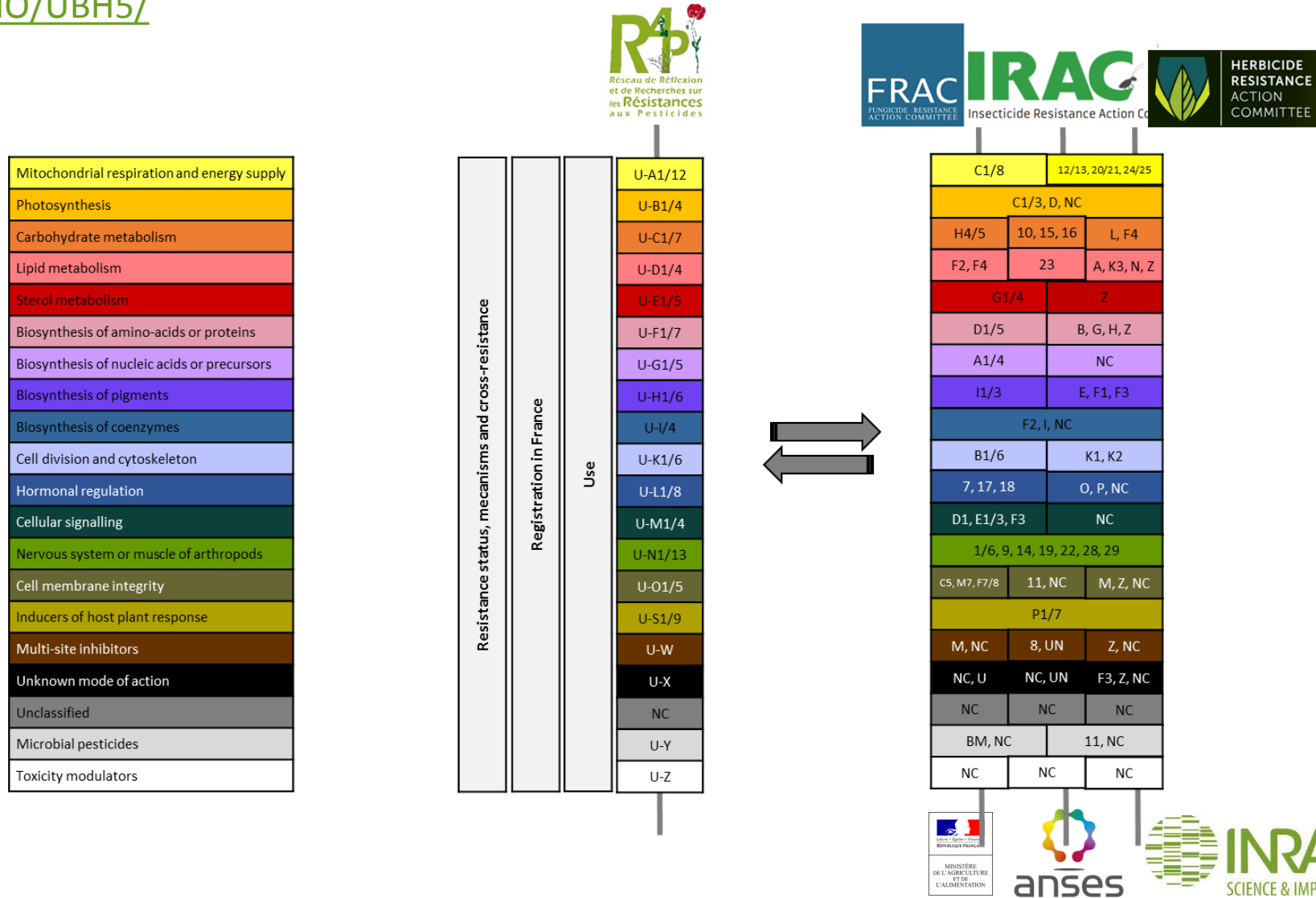
- Resistance management & selection pressure
- Global pesticide exposure in biological compartments
 - Need for simple and integrated pesticide classification

One classification to group them all,
One classification to find them,
One classification to display them all,
And the darkness of Resistance to enlighten.

Website R4P - Contents

Proposal for a unified classification of pesticides

[DOI 10.17605/OSF.IO/UBH5/](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UBH5/)



Website R4P - Contents

Status of pesticide resistance in France

Lists of resistance cases: all pesticides, all pests

[DOI 10.17605/OSF.IO/BYV62](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/BYV62)

Mode d'action	Fongicide							Pathogène							Information				
	Cible	Groupe RBP	Groupe FRAC 1	Groupe FRAC 2	Abreviation de groupe	Classe chimique RBP	Substances actives	Nom commun	Nom scientifique	Code OEPP	Culture	Statut de la résistance	Commentaires	Intensité de la résistance	Mécanisme de résistance	Première détectée en France	Contact	Références	Mise à jour
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial	U-A2a	C2	7	SDHI	Benzamides, Nicotinamides, Pyrazoles	fluspyrim, boscalid, fous pyrazoles	Pourriture grise	Botrytis cinerea	BOTRCI	Vigne	(+)	Présence dans tous les vignobles mais à faible fréquence (sélection directe faible)	LR à HR	RLC (> 10 mutations sur SDHI) + RLNC efflux (MER)	2007	INRA Grignon - AS Walker	Leroux et al, 2002; Krieschmer et al, 2009; Leroux et al, 2010; Lalive et al, 2014; Lalive et al, 2016b	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial	U-A2a	C2	7	SDHI	Benzamides, Nicotinamides, Pyrazoles	fluspyrim, boscalid, fous pyrazoles	Pourriture grise	Botrytis cinerea	BOTRCI	Fraisier	(+1) mais associée	Présence dans de nombreux bassins de production avec fréquence de résistance régulièrement moyenne à forte	LR à HR	RLC (>10 mutations sur SDHI)	2011	INRA Grignon - AS Walker	Bardet et Walker, 2012	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial (SDH)	U-A2a	C2	7	SDHI	Nicotinamides	boscalid	Oidium	Erysiphe necator	UNCINE	Vigne	(+)	Résistance de faible fréquence, détectée dans plusieurs vignobles dont Bordeaux, Languedoc-Roussillon et Gers	LR à HR	RLC SubG-H242YR/SbC-G169D	2014	INRA Bordeaux - M. P. Coste-Costel	Note commune Vigne 2016	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial (SDH)	U-A2a	C2	7	SDHI	Nicotinamides	boscalid	Pileti-verse	Ooulinacule yallundae	PSCOCHE	Céréales	(+)	Présence dans la majorité des régions céréalières mais à très faible fréquence.	LR	RNLC efflux (MER)	2001	Anses Lyon - B. Sarrès, F. Régnier	Leroux et al, 2013	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial (SDH)	U-A2a	C2	7	SDHI	Pyrazoles, Nicotinamides	bisulfone, fluspyrimazole, zoxanil/flupyr boscald	Helminthosporiose	Pyrenopeziza teres	PYRNTTE	Orge	(+1) mais associée	Présence dans la majorité des régions céréalières. Faible fréquence de résistance (50% en moyenne en 2017) mais hétérogénéité spatiale. Les parcelles avec les plus fortes présences de résistance sont trouvées en particulier dans l'Est et le Nord.	LR à HR	RLC (>10 mutations sur SDHI)	2012	INRA Grignon - AS Walker	Note commune Céréales 2016; Rapport Anses 2016; Reiffus et al, 2016	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial (SDH)	U-A2a	C2	7	SDHI	Nicotinamides	boscalid pyrazoles	Ramulariose	Ramularia collo-cygni	RAMJUC	Orge	+	Résistance détectée dans de nombreuses régions céréalières, avec des fréquences parfois fortes.	HR	RLC C.H146R	2017	INRA Grignon - A. S. Walker	Note commune céréales 2017	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial (SDH)	U-A2a	C2	7	SDHI	Nicotinamides	bisulfone, fluspyrimazole, zoxanil/flupyr boscald	Pourriture blanche	Sclerotinia sclerotiorum	SCLESC	Colza	+	Présence dans la majorité des régions de production, en particulier dans le Centre et l'Île de France, dans une moindre mesure dans les départements limitrophes. Fréquence intraparcellaire difficile à estimer mais sans doute forte ponctuellement.	LR à HR	RLC (>10 mutations sur SDHI)	2008	INRA Grignon - AS Walker	Walker et al, 2016; Picaud et Walker, 2016	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial (SDH)	U-A2a	C2	7	SDHI	Ouafeni-carboxamides, Pyrazoles, Furan-carboxamides, Nicotinamides	ledaxane fluspyrimazole herbaram trifluzamide boscalid	Charbon nu	Ustilago nuda	USTINH	Orge	(+)	Présence dans toutes les régions céréalières, avec fréquence de résistance variable localement.	LR à HR	RLC 4 mutations sur SDHI	1983	INRA Grignon - AS Walker	Note commune céréales 2016; Leroux, 1996; Leroux and Barber, 1998	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial (SDH)	U-A2a	C2	7	SDHI	Pyrazoles, Nicotinamides, Benzamides	bisulfone, fluspyrimazole, zoxanil/flupyr boscald, fluspyrim	Sépirose	Zymoseptoria tritici	SEPTTR	Blé	(+)	RLC sporadique (une souche isolée en 2012 dans le Pas de Calais, fréquences très faibles détectées depuis). RLNC détectés dans 47% des parcelles (principalement dans la moitié Nord de la France), avec une fréquence moyenne de 23%.	LR	RLC (> 10 mutations sur SDHI) + RLNC efflux (MCR)	2012 (2008 MCR)	INRA Grignon - AS Walker	Note commune Céréales 2016; Leroux et Walker, 2009a; Leroux et Walker, 2011	30/11/17
Respiration mitochondriale et production d'énergie cellulaire	Complexe II mitochondrial (SDH)	U-A2a	C2	7	SDHI	Pyrazoles, Nicotinamides, Benzamides	bisulfone, fluspyrimazole, zoxanil/flupyr boscald, fluspyrim	Sépirose	Zymoseptoria tritici	SEPTTR	Blé	(+)	RLNC présente dans tous les vignobles.	LR	RLNC	2007	INRA Grignon - AS Walker	Leroux et al, 2002; Krieschmer et al, 2009; Leroux et al, 2010; Lalive et al, 2014; Lalive et al, 2016b	30/11/17

- ✓ Biological resistance is not field resistance
- ✓ Lists only what is investigated
 - underestimated numbers; crop biased
- ✓ Reflects one country's agriculture
- ✓ Highlights selection history over a territory
- ✓ Alerts on some specific modes of action/pest
 - Drives monitoring plans
 - Supports political decision

Website R4P - Contents

Status of pesticide resistance in France

Lists of resistance cases: all pesticides, all pests

DOI 10.17605/OSF.IO/BYV62

Mode d'action	Fongicide				Pathogène										Information					
	Cible	Groupe SDH	Groupe FBA/C1	Groupe FBA/C2	Alertes (en de grayer)	Classe chimique SDH	Substances actives	Nom commun	Nom scientifique	Cod. CEPP	Culture	Nature de la résistance	Commentaires	Intensité de la résistance	Mécanisme de résistance	Preuve de résistance en France	Contact	Références	Mis à jour	
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique	U-A2a	C2	7	SDH	Benzimidazole, Triazole, Pyrimidine	Benazol, boscalid, fenoxiprolate	Pourtales grise	Botrytis cinerea	BOTR1	Vigne	(*)	Présence dans tous les vignobles mais à faible fréquence (sauf dans les vignes)	LR à HR	RLC (+10 mutations sur SDH) + RNLG (site R142)	2007	INRA Groupes AS (travail)	Lenoir et al. 2002; Vrochneir et al. 2009; Lemaire et al. 2010; Lallemand et al. 2014a, b	30/11/17	
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique	U-A2a	C2	7	SDH	Benzimidazole, Triazole, Pyrimidine	Benazol, boscalid, fenoxiprolate	Pourtales grise	Botrytis cinerea	BOTR1	France	(+1) mais absent	Présence dans de nombreux vignobles de production avec fréquence de résistance variable (souvent élevée à forte)	LR à HR	RLC (+10 mutations sur SDH)	2011	INRA Groupes AS (travail)	Barker et Walker, 2012	30/11/17	
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique (SDH)	U-A2a	C2	7	SDH	Nitroimidazole	boscalid	Oidium	Erysiphe necator	UNCRN	Vigne	(*)	Résistance à faible fréquence, détectée dans plusieurs vignobles des Bordeaux, Languedoc-Roussillon et Gers.	LR à HR	RLC (SDH: H252YR; SDH: C102S)	2014	INRA Bordeaux M. F. Couder Castel	Note commune Vigne 2016	30/11/17	
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique (SDH)	U-A2a	C2	7	SDH	Nitroimidazole	boscalid	Phoma viticola	Quinone métabolite	PEDQPE	France	(*)	Présence dans la majorité des régions viticoles mais à très faible fréquence.	LR	RNLG (site R202)	2001	Ames Lyon, H. Saurat, F. Buisson			
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique	U-A2a	C2	7	SDH	Pyrimidine, Nitroimidazole	Isaflinole, fenoxiprolate, boscalid	Heterothelium sp.	Pyrenopeziza sp.	PHYRNE	Orge	(+1) mais absent	Présence dans la majorité des régions viticoles. Faible fréquence de résistance (20% en moyenne en 2017) mais hétérogénéité spatiale. Les parcelles avec les plus fortes prévalences de résistance sont trouvées en particulier dans l'Alsace et le Jura.	LR à HR	RLC (+10 mutations sur SDH)	2012	INRA Groupes AS (travail)			
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique (SDH)	U-A2a	C2	7	SDH	Nitroimidazole	boscalid	Rhynchospora sp.	Rhynchospora sp.	RHNSCC	Orge	*	Résistance détectée dans de nombreuses régions viticoles, avec des fréquences parfois fortes.	HR	RLC (H148R)	2017	INRA Groupes A.S. (travail)			
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique (SDH)	U-A2a	C2	7	SDH	Nitroimidazole	Isaflinole, fenoxiprolate, boscalid	Phoma blancha	Sclerotinia sclerotiorum	SCLESC	Colza	*	Présence dans la majorité des régions de production, en particulier dans le Centre et l'Est de France, dans une majorité de parcelles dans les départements limitrophes. Fréquence d'infestation élevée à moyenne mais sans doute forte localement.	LR à HR	RLC (+10 mutations sur SDH)	2008	INRA Groupes AS (travail)			
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique (SDH)	U-A2a	C2	7	SDH	Diaryl-carbamates, Pyrimidine, Triazole, Pyrimidine	Charbon nu	Ustilago violacea	USTVIR	Orge	(*)	Présence dans toutes les régions viticoles, avec fréquence de résistance variable localement.	LR à HR	RLC 4 mutations sur SDH	1983	INRA Groupes AS (travail)				
Résistance métabolique et induction d'énergie cellulaire	Complexes II métabolique (SDH)	U-A2a	C2	7	SDH	Pyrimidine, Nitroimidazole, Benzimidazole	Isaflinole, fenoxiprolate, boscalid, fenoxiprolate	Sclerotinia sclerotiorum	Zymoseptoria tritici	SEPTTR	Blé	(*)	RLC (sauf dans une souche isolée en 2012 dans le Sud-Ouest de France) détectée dans 67% des parcelles prélevées dans le nord-est de la France, avec une fréquence moyenne de 20%.	LR	RLC (+10 mutations sur SDH) + RNLG (site R142)	2012 (2008)	INRA Groupes AS (travail)			
Résistance													RLNG présente dans tous les vignobles.							



Laboratoire de Lyon
Unité Résistance aux Produits Phytosanitaires

Résistance de *Sclerotinia sclerotiorum* vis-à-vis des SDHI en culture de colza

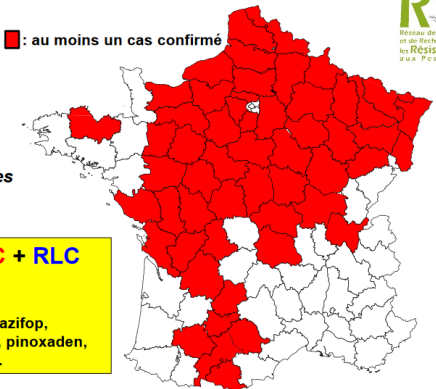
PLAN DE SURVEILLANCE 2013

Maps of herbicide resistance

Résistance du Vulpin des champs aux inhibiteurs de l'ACCase (groupe R₄P U-D1)



Alopecurus myosuroides



Résistance: RNLG + RLC
Céréales, colza
Herbicides: clodinafop, fluaufop, propaquizafop, quizalofop, pinoxaden, cycloxydim, cléthodime...

Source: INRA, COLUMA

Cas de résistance multiple / RNLG croisée: inhibiteurs de l'ALS – de l'ACCase

Summary sheets and recommendations per pest

Bio-agresseur résistant à des produits de protection des plantes (PPP)

Carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*)

Type de PPP concerné: Insecticides

Mode d'action concerné: Pyréthrinoides (U-N2) Organophosphorés (U-N5) Virus de la granulose isolat CpGV-M (U-YV) Mimétiques des hormones juvéniles (U-L6) Avermectines (U-N4)

Exemples de matières actives concernées: Deltaméthrine (U-N2); Phosmet (U-N5); CpGV-M (U-YV); Fenoxycarbe (U-L6); Emamectine (U-N4)

Types de résistance identifiés: Pyréthrinoides : résistance liée à la cible et résistance non liée à la cible Organophosphorés : idem Virus de la granulose : mécanisme inconnu Mimétiques des hormones juvéniles : résistance non liée à la cible Avermectines : résistance non liée à la cible

Régions touchées : Préférentiellement dans le Sud-Est mais potentiellement dans toutes les régions productrices de pomme

Attention: existence d'insectes résistants à plusieurs groupes d'insecticides

→ Que faire pour gérer cette espèce en cas de résistance avérée?

- Ne plus utiliser le ou les mode(s) d'action concerné(s)
- Si la surface de culture le permet utiliser la confusion sexuelle
- Utiliser des filets Alt'carpo
- Favoriser la faune auxiliaire (pinces oreilles, oiseaux, araignées...)

Pour en savoir plus : Siegwart, et al., 2017, Résistance du carpocapse au virus de la granulose, *Phytoprotection* 708 : 44-47 Saughafor, Bowser, Beasley, 2000, Des carpocapses de plus en plus résistants, *Phytoprotection* 525 : 38-40

Collaborative notes



NOTE TECHNIQUE COMMUNE GESTION DE LA RESISTANCE 2018 MALADIES DE LA VIGNE : MILDIU, OÏDIUM, POURRITURE GRISE

date de diffusion : 14 février 2018 (version corrigée suite ajouts de substances dans le tableau botrytis)

Cette note a été rédigée par l'Institut français de la vigne et du vin (IFV) sur la base d'éléments recueillis dans le cadre d'un groupe de travail réunissant des experts de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail - unité Résistance aux produits phytosanitaires (Anses-RPP), de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), du Comité interprofessionnel du vin de Champagne (Comité Champagne - CIVC), des Chambres d'agriculture et de la Direction générale de l'alimentation - Sous-Direction de la qualité, de la santé et de la protection des Végétaux (DGAL-SDQSPV).

- La présente note a pour objectifs :
- 1) de présenter les éléments de stratégie préventive en matière d'apparition de résistances,
 - 2) de décrire la situation générale en 2017 de la résistance du mildiou, de l'oïdium et de la pourriture grise de la vigne vis-à-vis des principales familles de substances actives visées par le plan de surveillance,
 - 3) d'établir des recommandations générales vis à vis de ces résistances dans un objectif de réduction des traitements.

Resistance reports



Réflexion et de Recherches sur les Résistances aux Pesticides

Website R4P - Contents

Educational material and bibliography

Thematic explanations

What is resistance to PPPs ?

PPP RESISTANCE TOOLBOX

Foreword: we design by "Plant Protection Product" or "PPP" the commercial specialties formulated, and by "active substances" the active ingredients of PPP.

■ Definition of resistance

Resistance to Plant Protection Products (PPP, pesticides of synthetic or natural origin) is the **inheritable ability** of an individual belonging to a pest species to survive a PPP treatment **applied correctly**. When an individual is resistant to a PPP, it will be not (or little) affected by the treatment, and will be able to **produce viable offspring**. This is called **biological resistance**.

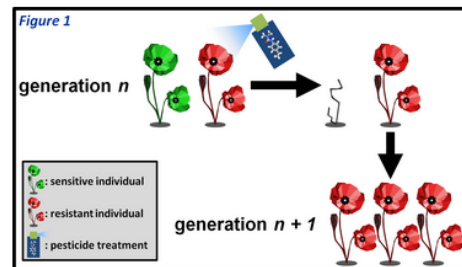


figure 1 : An individual belonging to a pest species that survives an application of a PPP effective against its species and carried out properly (i.e. according to recommendations of use), and that can transmit this trait to its offspring, is said to be resistant. If an individual of the same species is killed by the same application, then it is said to be sensitive.

Classified reference lists and free pdf upload



General references

General papers on Plant Protection Products (PPP) resistance.



Scientific papers

Here you will find all research papers of the different pests PPP resistance



Extension publications

All papers related to pests PPP resistance published in agricultural extension journals



Useful links to other databases

To conclude...

In our field of study, R4P is a network to:

- ✓ Structure and pool public research,
- ✓ Create synergies,
- ✓ Transfer knowledge and sustainable practices towards stakeholders,
- ✓ Be warned in real time of emerging resistances through interaction with stakeholders.

Thank you



Research and
Reflection Ring
on Pesticide
Resistance

