

Identifiant Cas R4P	Fonction ou structure majeure affectée	Cible biochimique	Code MoA R4P	Code MoA RAC	Abbréviation du groupe de PPP	Classe chimique R4P	Substances actives	Nom commun du bioagresseur	Nom scientifique du bioagresseur	Code OEPP du bioagresseur	Nom commun de la culture	Nom scientifique de la culture	Code OEPP de la culture	Impact de la résistance au champ
R223	A - Respiration mitochondriale et production d'énergie	A1 - Complexe mitochondrial I ou NADH deshydrogénase - Site de fixation de l'ubiquinone sur la sous-unité PSST	A1b	21A	-	Hétérocycles di-azotés ou diazines diazoles (METI) Pyrazoles	tebufenpyrade	Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>	METTUL	Pommier	<i>Malus domestica</i>	MABSD	Impact fort
R224	A - Respiration mitochondriale et production d'énergie	A1 - Complexe mitochondrial I ou NADH deshydrogénase - Site de fixation de l'ubiquinone sur la sous-unité PSST	A1b	21A	-	Hétérocycles di-azotés (diazines diazoles) Pyrimidines	fenazaquin	Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>	METTUL	Pommier	<i>Malus domestica</i>	MABSD	Impact fort
R226	X - Modes d'action incertains ou inconnus	XA1-XA5 - Acaricides de modes d'action inconnus ou incertains	XA4	10A	-	Thiazolidinones	héxythiazox	Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>	METTUL	Pommier	<i>Malus domestica</i>	MABSD	Impact fort
R227	X - Modes d'action incertains ou inconnus	XA1-XA5 - Acaricides de modes d'action inconnus ou incertains	XA5	10A	-	Tétrazines	clofentézine	Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>	METTUL	Pommier	<i>Malus domestica</i>	MABSD	Impact fort
R229	N - Système nerveux ou muscles des arthropodes	N6 - Acétylcholinestérase - Inhibition résultant d'une fixation sur une sérine du site actif	N6b	1B	ACHEI	Organophosphorés (OP) Thiophosphates et dithiophosphates	tous	Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>	METTUL	Pommier	<i>Malus domestica</i>	MABSD	Impact fort
R230	N - Système nerveux ou muscles des arthropodes	N6 - Acétylcholinestérase - Inhibition résultant d'une fixation sur une sérine du site actif	N6b	1B	ACHEI	Organophosphorés (OP) Thiophosphates et dithiophosphates	tous	Tétranyque tisserand	<i>Tetranychus urticae</i>	TETRUR	Cultures sous serre, vigne	<i>Cultures sous serre, Vitis vinifera</i>	3GREEL, 3VEGC, VITVI	Impact fort

Type de test de résistance	Occurrence	Répartition géographique	Détails sur la distribution géographique	Fréquence	Détails sur la résistance	Facteur de résistance	Mécanisme de résistance	Détails sur le mécanisme de résistance	Année de première détection	Personne contact et institut	Type d'information	Source d'information	Commentaire	Mise à jour
Bioessai	Inconnue	Inconnue	Vaucluse, Gard, Tarn and Garonne.	Inconnue	Vaucluse, Gard, Tarn and Garonne.	Inconnu	Inconnu		1999	INRAE Sophia Antipolis - Gaelle Le Goff	Publié dans journal à comité de lecture	Auger et al., 2003		5/5/2022
Bioessai	Inconnue	Inconnue	Vaucluse, Gard, Tarn and Garonne.	Inconnue	Vaucluse, Gard, Tarn and Garonne.	Inconnu	Inconnu		1999	INRAE Sophia Antipolis - Gaelle Le Goff	Publié dans journal à comité de lecture	Auger et al., 2003		5/5/2022
Bioessai	Inconnue	Inconnue	Sud de la France.	Inconnue	Sud de la France.	Inconnu	Résistance non liée à la cible (RLNC)	Détoxication	1991	INRAE Sophia Antipolis - Gaelle Le Goff	Publié dans journal à comité de lecture	Nauen et al., 2001, Grosscurt et al., 1994		5/5/2022
Bioessai	Inconnue	Inconnue	Sud de la France.	Inconnue	Sud de la France.	Inconnu	Résistance non liée à la cible (RLNC)	Détoxication	1991	INRAE Sophia Antipolis - Gaelle Le Goff	Publié dans journal à comité de lecture	Nauen et al., 2001; Chauvel & Jugnet 2005; Grosscurt et al., 1994		5/5/2022
Bioessai	Inconnue	Inconnue	Données anciennes, répartition inconnue.	Inconnue	Données anciennes, répartition inconnue.	Inconnu	Inconnu		1951	INRAE Sophia Antipolis - Gaelle Le Goff	Publié dans journal à comité de lecture	Coulon et al., 1967; Glass 1960		5/5/2022
Bioessai	Inconnue	Inconnue	Données anciennes, répartition inconnue.	Inconnue	Données anciennes, répartition inconnue.	Inconnu	Inconnu		1967	INRAE Sophia Antipolis - Gaelle Le Goff	Publié dans journal à comité de lecture	Coulon et al., 1967		5/5/2022

## Listes des cas de résistances aux produits de protection des plantes détectés en France

### Contexte

La gestion des résistances aux PPP est un enjeu majeur pour la protection des plantes car elle contribue à limiter les traitements inefficaces ou de rattrapage et donc à mettre en œuvre le Plan Écophyto. Une gestion optimale des résistances nécessite d'intégrer des informations multiples (par exemple : la dynamique de la résistance, les mécanismes impliqués, la fréquence des bioagresseurs résistants sur le territoire concerné...). Elle doit intégrer les spécificités propres à chaque cas de résistance afin de permettre l'élaboration des stratégies les plus efficaces et pertinentes. Or, ces informations ne sont pas toujours accessibles aux gestionnaires de la résistance, car, par exemple, contenues dans des articles scientifiques complexes, ou relevant de l'information "privée" non publiée. De ce fait, elles ne sont pas toujours disponibles en temps réel, et/ou avec un degré de précision suffisant.

Les listes proposées par R4P dans ce document présentent les connaissances actuelles sur les cas de résistance aux PPP publiés pour la France. Elles visent à contribuer à une utilisation plus durable des PPP par les filières, en permettant l'optimisation des recommandations. La sensibilité aux PPP est en effet un bien commun qu'il est nécessaire de préserver le plus longtemps possible.

### Méthodologie

Les listes des cas de résistance ont été construites à partir de diverses sources :

- Données expérimentales produites par les laboratoires de l'INRA et de l'Anses (voir également la compilation des rapports techniques sur ce site web) ou les laboratoires privés
- Littérature française ou étrangère, scientifique ou de vulgarisation

Chaque cas présenté concerne un "trinôme" bioagresseur / mode d'action / culture, pour lequel la résistance a été confirmée par des tests de sensibilité biologiques appropriés (*i.e.* au moins un individu résistant a été validé comme tel par un laboratoire compétent). **Les suspicions de résistances non validées scientifiquement ne sont pas présentées.**

Les cas de résistance listés dans ces documents concernent uniquement la France, principalement métropolitaine. Quelques cas détectés dans les DOM et TOM sont également cités mais restent minoritaires, faute de sources documentaires. **Les cas similaires détectés dans d'autres pays que la France ne sont pas répertoriés.**

Un membre de R4P est associé en tant qu'expert référent à chaque cas listé, ainsi que des publications significatives, de préférence en français. Les références complètes des publications, ainsi que les fichiers libres de droits, sont consultables sur la page « Documentation » du site R4P.

Enfin, les listes présentent indépendamment les cas de résistance répertoriés vis à vis des fongicides, insecticides, acaricides, et pour les substances actives actuellement homologuées en France (Liste I) et pour les substances actives anciennement homologuées en France (Liste II).

## Légendes

Colonne	Description
<b>Section "Fongicide/Insecticide/Acaricide/Herbicide"</b>	
<i>Mode d'action</i>	Mode d'action biochimique de la substance active ou du groupe de substances actives concernée(s) par la résistance, formulé selon la classification R4P.
<i>Cible</i>	Cible biochimique (protéine cible) du groupe de substances actives concernée(s) par la résistance. <i>NB : Pour plus de détail sur les cibles et modes d'action, se référer à la classification universelle des PPP proposée par R4P sur ce site web.</i>
<i>Groupe R4P</i>	Code correspondant au groupe de la ou des substance(s) active(s) concernée(s) par la résistance, dans la classification universelle des PPP de R4P.
<i>Groupe autre que R4P</i>	Code correspondant au groupe de la ou des substance(s) active(s) concernée(s) par la résistance, dans la classification FRAC ( <a href="http://www.frac.info/">http://www.frac.info/</a> ), IRAC ( <a href="http://www.irac-online.org/">http://www.irac-online.org/</a> ), HRAC ( <a href="http://www.hracglobal.com/">http://www.hracglobal.com/</a> ), WSSA ( <a href="http://wssa.net/">http://wssa.net/</a> ) ou selon Fourouzesh et al., 2015 (Weed Research 55:334-358).
<i>Abréviation</i>	Pour les listes fongicides. Abréviation usuellement utilisée pour désigner la classe chimique (source R4P).
<i>Classe chimique (R4P ou autre)</i>	Nom de la classe chimique à laquelle apparten(n)ent la substance active, ou le groupe de substances actives, concernée(s) par la résistance, selon la classification R4P ou une classification alternative. Une classification chimique détaillée est disponible sur ce site web (classification universelle des pesticides R4P).
<i>Substances actives</i>	Substance(s) active(s) concernée(s) par la résistance, au champ ou au laboratoire. Des substances actives non listées peuvent être concernées par la résistance, en particulier pour le même mode d'action. Lorsqu'un grand nombre de substances sont concernées, des informations complémentaires peuvent être présentes. Des informations détaillées sur les résistances croisées positives et négatives sont disponibles dans la classification universelle des pesticides R4P présentée dans ce site web.
<b>Section "Pathogène/Insecte/Acarien/Adventice"</b>	
<i>Bioagresseur/Maladie</i>	Nom vernaculaire du bioagresseur ou de la maladie concerné(e) par la résistance.
<i>Nom scientifique</i>	Nom latin de l'organisme concerné par la résistance.
<i>Code OEPP</i>	Code (acronyme) universel du bioagresseur attribué par l'OEPP ( <a href="https://gd.eppo.int/">https://gd.eppo.int/</a> ).
<i>Culture</i>	Culture concernée par le cas de résistance. Certaines cultures peuvent être regroupées (ex. « céréales ») pour les bioagresseurs généralistes. VTH: Variété Tolérante aux Herbicides.
<i>Statut de la résistance</i>	« + » indique que la résistance en pratique (perte partielle ou totale de l'efficacité au champ du PPP utilisés dans les conditions optimales) est possible. Elle dépend en particulier de la fréquence des individus résistants dans les populations locales.

	«(+)» indique les cas de résistance biologique, identifiés en laboratoire et pour lesquelles aucune perte d'efficacité n'a (encore) été décrite au champ.
<i>Commentaires</i>	<p>Commentaire indiquant la prévalence (<i>i.e.</i> la proportion de parcelles concernées par la résistance) et/ou la fréquence de la résistance (<i>i.e.</i> la proportion d'individus résistants dans les populations), selon l'état des lieux des connaissances.</p> <p>Des informations sur la localisation géographique du cas de résistance peuvent être détaillées lorsque la distribution n'est pas homogène, où lorsque la résistance est émergente.</p> <p>ARA: Auvergne-Rhône-Alpes; BFC: Bourgogne-Franche-Comté; BZH: Bretagne; COR: Corse; CVL: Centre-Val de Loire; GES: Grand Est; HDF: Hauts de France; IDF: Ile de France; NAQ: Nouvelle Aquitaine; NOR: Normandie; OCC: Occitanie; PAC: Provence-Alpes-Côtes d'Azur; PDL: Pays de Loire.</p> <p>Des informations sur le coût de la résistance peuvent être ajoutés, pour les cas de résistance s'accompagnant d'une moindre compétitivité des individus résistants, ce qui peut conduire à une réduction de la dynamique d'évolution de la résistance. Diverses informations complémentaires (notamment sur les résistances croisées) peuvent enfin être ajoutées.</p>
<i>Intensité de la résistance</i>	<p>Pour les listes fongicides.</p> <p>Estimation du facteur de résistance :</p> <p>LR : résistance d'intensité faible</p> <p>MR : résistance d'intensité moyenne</p> <p>HR : résistance d'intensité forte.</p>
<i>Type de résistance</i>	<p>RLC : Résistance Liée à la Cible (+ nom de la mutation, si connue)</p> <p>RLNC : Résistance Non Liée à la Cible (+ détails si connus).</p> <p><i>Pour plus d'informations sur les mécanismes de résistance aux PPP, consulter la publication R4P (2016) Trends in Plant Science.</i></p> <p>Inconnu : Mécanisme de résistance non élucidé</p>
<i>Premier cas en France</i>	Année de prélèvement de l'échantillon le plus ancien dans lequel une résistance a été détectée. Peut être approximatif pour les résistances anciennes.
<b>Section "Information"</b>	
<i>Personne de référence</i>	Nom de la personne pouvant fournir des informations sur le cas de résistance.
<i>Références</i>	Références décrivant le cas de résistance en France (dynamique, mécanisme, phénotype etc...). Peuvent inclure des publications étrangères apportant des compléments d'information (en particulier, sur le mécanisme).
<i>Mise à jour</i>	Date de mise à jour des informations concernant le cas de résistance

### Remerciements

R4P remercie chaleureusement Pierre Leroux, Christian Gauvrit, Robert Delorme et Annie Micoud qui ont largement participé à compléter ces listes, ainsi que Evelyne Martin pour son aide précieuse lors de la gestion de la base de données bibliographique.

Les lecteurs sont invités à indiquer toute erreur ou oubli dans ces listes, à l'adresse suivante : [contact-r4p@inra.fr](mailto:contact-r4p@inra.fr)