



## Résultats du réseau d'essai de suivi des résistances du Pietin Verse aux fongicides (AFPP) et dynamique des epidémies.

T. Durand, A. Micoud, Florent Remuson, Anne-Sophie Walker, M. Delos

### ► To cite this version:

T. Durand, A. Micoud, Florent Remuson, Anne-Sophie Walker, M. Delos. Résultats du réseau d'essai de suivi des résistances du Pietin Verse aux fongicides (AFPP) et dynamique des epidémies.. CIMA, Association Française de Protection des Plantes (AFPP). FRA., Dec 2015, Tours, France. hal-02740381

**HAL Id: hal-02740381**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02740381>**

Submitted on 2 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**AFPP – 12<sup>e</sup> CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES  
TOURS – 7, 8 et 9 DÉCEMBRE 2015**

**RESULTATS DU RESEAU D'ESSAIS DE SUIVI DES RESISTANCES DU PIETIN-VERSE AUX  
FONGICIDES (AFPP) ET DYNAMIQUE DES EPIDEMIES**

T. DURAND<sup>1</sup>, A. MICOUD<sup>2</sup>, F. REMUSON<sup>2</sup>, A.S. WALKER<sup>3</sup> et M. DELOS<sup>4</sup>

<sup>1</sup> SRAI-DRAAF "Bourgogne" - 4 bis rue Hoche - BP 87865 21078 DIJON

<sup>2</sup> Anses Lyon - Unité Résistance aux produits phytosanitaires - 31 avenue Tony Garnier 69364 LYON Cedex 07

<sup>3</sup> INRA, UMR 1290 BIOGER - CPP Bât 13 Avenue Lucien Brétignières BP01-78850 Thiverval-Grignon

<sup>4</sup> SRAI-DRAAF "Midi-Pyrénées" – Bât. E – Bd Armand Duportal - 31074 TOULOUSE

[marc.delos@agriculture.gouv.fr](mailto:marc.delos@agriculture.gouv.fr)

**RESUME :**

Un réseau de surveillance des pertes d'efficacité des fongicides sur les principales maladies des céréales à pailles a été mis en place en France sous l'égide de l'Association Française de Protection des Plantes à partir de 1997. Ce réseau d'essais de comparaison de spécialités fongicides mono substance active compare l'évolution de l'efficacité des fongicides prochloraze, cyprodinil, métrafénone, prothioconazole et boscalid sur le piétin-verse du blé due à *Oculimacula yallundae* (type rapide) et *Oculimacula acuformis* (type lent). Les efficacités sont mesurées au champ et une caractérisation de la sensibilité des populations des champignons est réalisée au laboratoire lorsqu'elle est possible. La description des épidémies de piétin-verse est réalisée pour les trois dernières années d'expérimentation. Le réseau a permis de constater, entre autres, la perte d'efficacité de la plupart des IDM, en lien avec la fréquence des souches TriR2 (souches rapides résistantes au prochloraze), mais pas du prothioconazole. Pour les autres substances actives, aucune variation anormale de l'efficacité n'est notable, et les pertes d'efficacité sont expliquées principalement par la date de traitement par rapport aux vagues de contaminations.

**Mots-clés :** *Oculimacula yallundae*, *Oculimacula acuformis*, résistance aux fongicides, imidazoles, anilinoypyrimidines.

**ABSTRACT: RESULTS FROM THE EYESPOT DISEASE NETWORK MONITORING FUNGICIDE RESISTANCE (AFPP) AND EYESPOT EPIDEMIOLOGICAL DYNAMICS**

Trial network, following fungicides efficacy for the main cereals diseases have been launched in France under the supervision of the French plant protection association (AFPP) in 1997. This network compares the efficacy of the solo active ingredients prochloraz, cyprodinil, métrafénone, prothioconazole and boscalid on the wheat eyespot disease, caused by *Oculimacula yallundae* and *Oculimacula acuformis*. Efficacies are established under field observations and a characterization of the sensitivity of fungal populations is carried out in laboratory, when a method is available for the active ingredient. Eyespot disease epidemics are described for the three past last years in the network. The AFPP network allowed characterizing the loss in DMI (with the exception of prothioconazole) efficacy linked to TriR2 strain frequency. For other a.i., fluctuations in efficacy are mainly explained by inadequate spray timing compared to contamination waves.

**Keywords:** *Oculimacula yallundae*, *Oculimacula acuformis*, fungicide resistance, imidazoles, anilinoypyrimidines.

## INTRODUCTION

La surveillance de la dérive de l'efficacité des fongicides au champ (ou érosion) dans le cadre de l'Association Française de Protection des Plantes a débuté en 2000 pour le piétin-verse du blé, dû à *Oculimacula yallundae* (type rapide) et *Oculimacula acutiformis* (type lent). Il s'agit d'une extension de celle déjà mise en œuvre pour la septoriose et de l'oïdium du blé en 1997 (Lenne *et al*, 2009 ; Warangot *et al*, 2012). Les premiers résultats du réseau ont fait l'objet d'une communication en 2012 (Durand *et al*, 2012). Les travaux menés depuis cette date permettent de disposer de séries plus longues pour le prothioconazole, le boscalid et la métrafénone, molécules autorisées plus récemment que le prochloraze et le cyprodinil, substances les plus anciennes utilisées pour lutter contre cette maladie.

Cette publication se propose d'actualiser cette activité au sein du réseau AFPP.

L'information est partagée au sein du groupe « Résistances des maladies des céréales aux fongicides » de l'AFPP, qui rassemble des représentants de la recherche, de l'administration, de la profession agricole, des fournisseurs, de l'industrie phytosanitaire et de sociétés de service liées à l'agriculture, en complément du réseau spécifique produit par ce groupe.

## MATERIELS ET METHODES

### Réseau expérimental

L'objectif du réseau « Erosion piétin-verse » est de suivre dans le temps l'efficacité des familles chimiques largement utilisées pour la protection fongicide du blé tendre et présentant des modes d'actions différents : inhibiteurs de la 14 $\alpha$ -déméthylation des stérols (IDM) pour les triazoles, inhibiteurs de la biosynthèse de la méthionine pour les anilinoypyrimidines, inhibiteurs du complexe mitochondrial II (SDHI) et mode d'action inconnu pour les benzophénones. Les fongicides représentatifs de ces familles et retenus pour cet observatoire sont respectivement le prochloraze (« ancien IDM » utilisé depuis plus de 15 ans) et le cyprodinil (utilisé depuis 1994). A partir de 2006, un représentant de la famille des benzophénones a été inclus : la métrafénone. L'autorisation du prothioconazole courant 2006 a permis d'introduire ce pro-fongicide IDM en 2007. Enfin un représentant de la famille des inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHI), le boscalid, associé à l'époxiconazole a également été introduit la même année. Un mélange, dit mélange trois voies, est intégré à ces essais. Depuis 2008, il s'agit du mélange prothioconazole + cyprodinil + métrafénone. Ce mélange est destiné à procurer une efficacité maximale sur piétin-verse non fluctuante dans le temps. Il est réalisé à titre strictement expérimental dans le cadre du réseau AFPP comme référence de stabilité de l'efficacité.

Le réseau d'essais de suivi de l'efficacité des fongicides et de la sensibilité de *O. yallundae* et *O. acutiformis* aux fongicides utilisés existe depuis 2000 sur la base de 8 à 12 essais réalisés par an. Les lieux d'implantation sont situés majoritairement dans la moitié Nord de la France, au Nord d'une ligne Lyon-Nantes (Tableau I).

Tableau I : Localisation (dpt) et nombre annuel d'essais du réseau de suivi des sensibilités d'*O. yallundae* et *O. acutiformis*.

Locations and annual numbers of trials displayed overtime in the network to follow-up fungicide erosion in *O. yallundae* and *O. acutiformis*.

| Année                      | 2000                    | 2001                             | 2002                       | 2003              | 2004                    | 2005                    |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| Nombre d'essais            | 8                       | 11                               | 9                          | 6                 | 8                       | 8                       |
| Lieux (N° de départements) | 14-21-45-51-62-77-80-86 | 14-21-27-32-39-51-54-62-77-80-86 | 14-21-31-39-45-51-62-77-80 | 14-21-39-62-86-91 | 21-31-39-51-54-62-77-86 | 14-39-51-54-62-77-80-86 |

| Année                      | 2006                    | 2007                    | 2008           | 2009                     | 2010                 | 2011        |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|-------------|
| Nombre d'essais            | 8                       | 8                       | 5              | 8                        | 7                    | 4           |
| Lieux (N° de départements) | 21-39-51-54-62-77-80-86 | 03-21-35-51-55-62-77-86 | 03-21-77-80-86 | 03--39-49-51-62-77-80-86 | 21-21-21-49-55-80-86 | 03-21-80-91 |

| Année                      | 2012                             | 2013                    | 2014           |  |  |  |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------|--|--|--|
| Nombre d'essais            | 11                               | 8                       | 5              |  |  |  |
| Lieux (N° de départements) | 03-21-21-39-39-51-62-80-80-86-91 | 21-21-39-39-51-52-80-86 | 51-21-62-86-21 |  |  |  |

Pour cette expérimentation menée en réseau, le dispositif expérimental retenu est le bloc de Fisher à 4 répétitions avec témoins inclus. Les parcelles reçoivent une application de fongicides (tableau II) au stade 1 nœud du blé ou BBCH 31 (T1). Sur le plan efficacité, une notation du piétin-verse est réalisée autour du stade amande aqueuse (BBCH = 71)

Tableau II : Protocole actuel des essais fongicides des essais du réseau AFPP.

Current protocol for fungicide trials in the AFPP network

| Matières actives<br>(spécialités)                | Dosage g.<br>m.a. / ha | Traitement    |
|--------------------------------------------------|------------------------|---------------|
|                                                  |                        | Stade BBCH 31 |
| Témoin non traité                                | -                      | -             |
| Prochloraze(Sportak)                             | 600                    | X             |
| Cyprodinil (Unix)                                | 750                    | X             |
| Métrafénone(Flexity)                             | 150                    | X             |
| Prothioconazole (Joao)                           | 200                    | X             |
| Époxiconazole (Bell Star)<br>+ boscalid          | 125<br>350             | X             |
| Prothioconazole<br>+ cyprodinil<br>+ métrafénone | 200<br>750<br>150      | X             |

### Tests de résistances au laboratoire (Anses Lyon)

Lors de la notation du blé au stade amande aqueuse, des prélèvements de tiges présentant des symptômes caractéristiques de piétin-verse, issus des modalités des essais, sont envoyés au laboratoire de l'Anses de Lyon pour analyses biologiques des populations. Chaque échantillon parcellaire comprend si possible une cinquantaine de fragments de tiges porteuses de symptômes. La méthode utilisée consiste dans un premier temps à isoler les souches de piétin-verse pour chaque tige sur milieu nutritif gélosé en boîte de Petri (1 tige = 1 nécrose = 1 souche), puis après obtention de 30 à 40 souches pures et détermination de l'espèce, les souches sont repiquées sur un autre milieu et exposées aux ultra-violets pour obtention d'une sporulation. Dans un deuxième temps, la détermination de la sensibilité des spores est alors évaluée par la méthode de germination sur un milieu gélosé en présence de doses discriminantes de fongicides. Les tests sont pratiqués vis-à-vis des IBS, des anilinopyrimidines et des SDHI. La lecture est réalisée sur les boîtes de Petri amendées en fongicides, avec mesure de la germination et de la longueur du tube germinatif 72 heures après la mise en culture.

Tableau III : Nomenclature des souches de piétin-verse (d'après P.Leroux – INRA)

Classification of eyespot resistant phenotypes (according to P. Leroux, INRA )

| Croissance<br>mycélienne                                        | Sensibilité (S) ou résistance<br>(R) in vitro aux IDM |           | Types | Nouvelle<br>dénomination | Cyprodinil<br>(Dénomination<br>additionnelle) |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|-------|--------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                                 | Prochloraze                                           | Triazoles |       |                          |                                               |
| Souches à croissance<br>rapide <i>Oculimacula<br/>yallundae</i> | S                                                     | S         | Ia    | Tri S                    | Ani S<br>Ani R1                               |
|                                                                 | S                                                     | R         | Ib    | Tri R1                   |                                               |
|                                                                 | R                                                     | R         | Ic    | Tri R2                   |                                               |
| Souches à croissance                                            | S                                                     | R         | IIs   | Pro S                    | Ani S                                         |

|                                           |   |   |     |       |        |
|-------------------------------------------|---|---|-----|-------|--------|
| lente<br><i>Oculimacula<br/>acuformis</i> | R | R | Ilp | Pro R | Ani R1 |
|-------------------------------------------|---|---|-----|-------|--------|

### Caractéristiques des épidémies de piétin-verse

Les caractéristiques des épidémies de piétin-verse des années antérieures à 2012 ont déjà été décrites dans l'article de Durand *et al*, 2012. Seules les années ultérieures font l'objet d'une analyse du contexte de développement de l'épidémie, ce qui explique pour partie les efficacités en sus de la sensibilité de la population de piétin-verse. Les trois années sont proches en termes d'indice de risque (incidence des contaminations) à la date du traitement (figure 1).

**En 2011-2012**, de nombreuses contaminations à l'automne ont permis une bonne implantation de la maladie mais l'hiver froid a freiné voire stoppé le cycle du champignon. A la sortie de l'hiver, le modèle piétin-verse a comptabilisé peu de contaminations. Il faudra attendre la mi-février pour que la première contamination secondaire soit observée. Seules quelques contaminations ont été enregistrées au mois de mars et ce n'est qu'à la mi-avril que la dynamique épidémique a repris. Si les premiers symptômes de piétin-verse sont observables dès la mi-mars sur les parcelles à fort potentiel infectieux, la progression du piétin-verse est restée tardive et ce n'est qu'à la fin du mois de mai, que l'on a observé des symptômes significatifs sur les plantes qui traduisaient des contaminations majoritaires au cours du mois d'avril. Au final, la campagne 2011-2012 a été une année à risque piétin-verse de base intensité (une des plus faible de ces 10 dernières années), avec une évolution tardive des symptômes. La majorité des contaminations secondaires a été enregistrée dans les semaines qui ont suivi les traitements réalisés et ont permis une assez bonne efficacité des produits les plus préventifs.

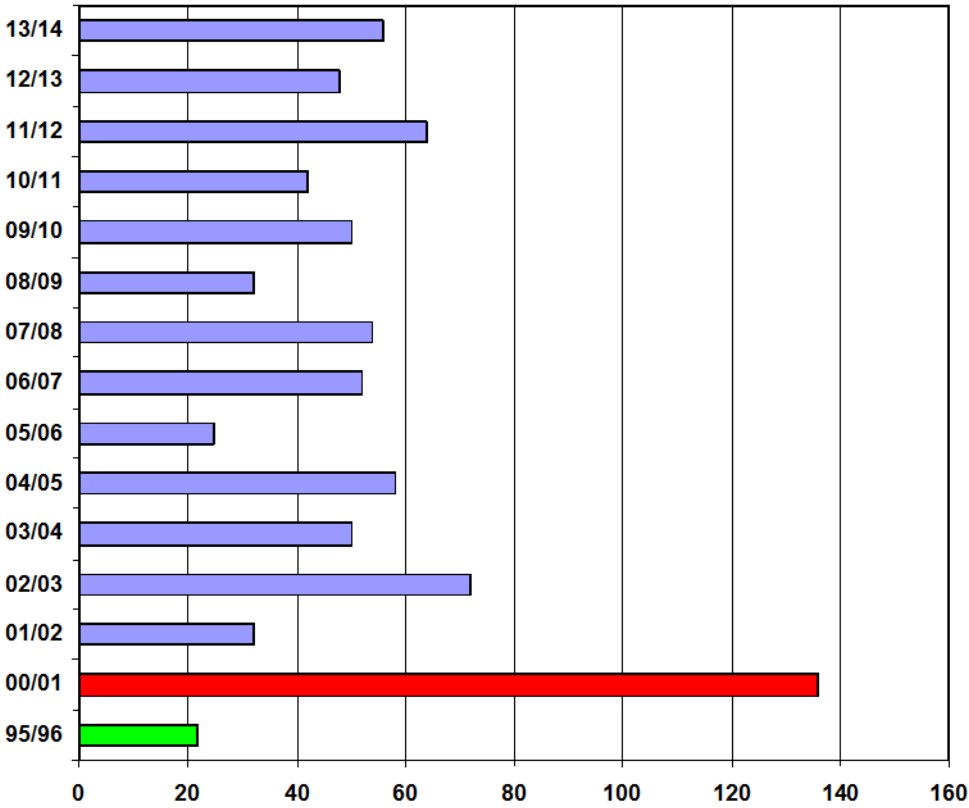
**En 2012-2013**, de nombreuses contaminations ont été, comme à l'automne précédent, observées avant l'hiver, et à l'identique une période froide (du 15 janvier au 15 mars) qui a suivi, a stoppé quasiment le cycle du parasite. La première contamination secondaire isolée est intervenue à la mi-février. Ce n'est qu'à la mi-mars, puis à la mi-avril que les contaminations secondaires ont repris. La progression du piétin-verse a été aussi très tardive en 2013 et il a fallu attendre le mois de mai, voire le mois de juin pour avoir des symptômes significatifs. Au final le risque lié au climat est resté moyen, légèrement supérieur à celui de la campagne précédente 2011-2012 avec apparition de symptômes tardifs. Au final, la campagne 2012-2013 a été une année à risque piétin-verse faible à moyen, avec une évolution très tardive des symptômes.

**En 2013-2014**, la dynamique épidémique a été en partie différente. Le début de l'hiver doux et humide, a favorisé davantage de contaminations primaires (6 à 9 contaminations identifiées par le modèle TOP entre la mi-décembre et la mi-février). Le niveau de risque à la sortie de l'hiver a été important, proche de l'année de référence haute (2001). La première contamination secondaire a été observée très précocement début janvier. Le climat sec, qui a suivi, a freiné l'évolution. D'une façon générale, la progression du piétin-verse a été là aussi plutôt tardive mais des contaminations anciennes ont été plus nombreuses au printemps 2014. Il a fallu toutefois attendre le mois de mai, puis le mois de juin pour avoir des symptômes significatifs liés à des contaminations secondaires cependant moins majoritaires qu'au cours des deux années précédentes.

Au final le risque climatique est moyen, du même niveau que celui de la campagne précédente notamment en fin de cycle, mais avec une phase de contamination secondaire précoce qui peut expliquer les mauvaises performances des fongicides les plus préventifs.

Figure I : Valeur du risque piétin-verse mesurée par le modèle TOP (Délos, 1995) mi –avril sur le site de Beaune (21).

Eyespot risk value measured by model TOP at spraying time, in Beaune (21).



Au bilan, les trois dernières années sont caractérisées par des épidémies moyennes à faibles avec un indice de risque pour les contaminations mi-avril dans la moyenne de la série 2001 -2014, la dernière année étant significative pour les dégâts de piétin-verse remontant à la campagne 2000-2001.

## RESULTATS

### Evolution des résistances de *Oculimacula spp* aux fongicides testés

**Evolution en termes de population de souches :** L'espèce *O. yallundae* est aujourd'hui dominante en France. Cette évolution est confirmée depuis 4 à 5 années. L'espèce *O. aciformis* représente désormais moins de 10 % de l'ensemble des souches de piétin-verse françaises (Leroux *et al*, 2012). En particulier, depuis 2011, l'espèce *O. aciformis* n'est plus présente dans les essais du réseau mis en place chaque année.

Des populations de piétin-verse résistantes aux benzimidazoles, résistance associée à une mutation entraînant des niveaux de résistance élevés, sont toujours fortement implantées en France. La résistance au prochloraze (souches Tri R2 et/ou souches Pro R), apparue à partir de 1995, concerne l'ensemble des régions céréalières françaises. Son implantation est maintenant généralisée sur tout le territoire y compris dans les régions de l'Ouest. Il a néanmoins été observé que depuis 2012, dans les essais du réseau, le pourcentage de ces souches TriR2 a augmenté avec un taux de 42% en 2014, et ce malgré une moindre utilisation du prochloraze sur la maladie cible. Les premières populations de piétin-verse résistantes au cyprodinil ont été détectées à partir de 1999 au champ (Ani R1) dans diverses régions françaises. Les fréquences de ces souches restent cependant inférieures à 5 % dans la plupart des sites et aucun constat d'évolution dans leur fréquence depuis ces dernières années n'est fait (4% en 2014). Ces souches ont été détectées au départ au sein des deux espèces d'*Oculimacula spp.* et seulement dans l'espèce *O. yallundae* depuis 2011 mais sans incidence pratique notable. Des souches multi-résistantes, vis-à-vis du prothioconazole, du boscalid et du cyprodinil (Multi Drug Résistantes) mais présentant des niveaux de résistance faibles ont été détectées depuis 2008 (Leroux *et al*, 2009). Elles sont régulièrement observées à faible fréquence jusqu'en 2013 mais avec une légère progression en 2014 avec 6% de MDR, ce qui ne semble cependant pas affecter l'efficacité des spécialités concernées. Jusqu'à présent, aucune résistance spécifique au prothioconazole et au boscalid n'a été détectée dans les essais. La métrifénone ne semble pas non plus concernée par ce phénomène, ni, dans l'immédiat, par une résistance spécifique.

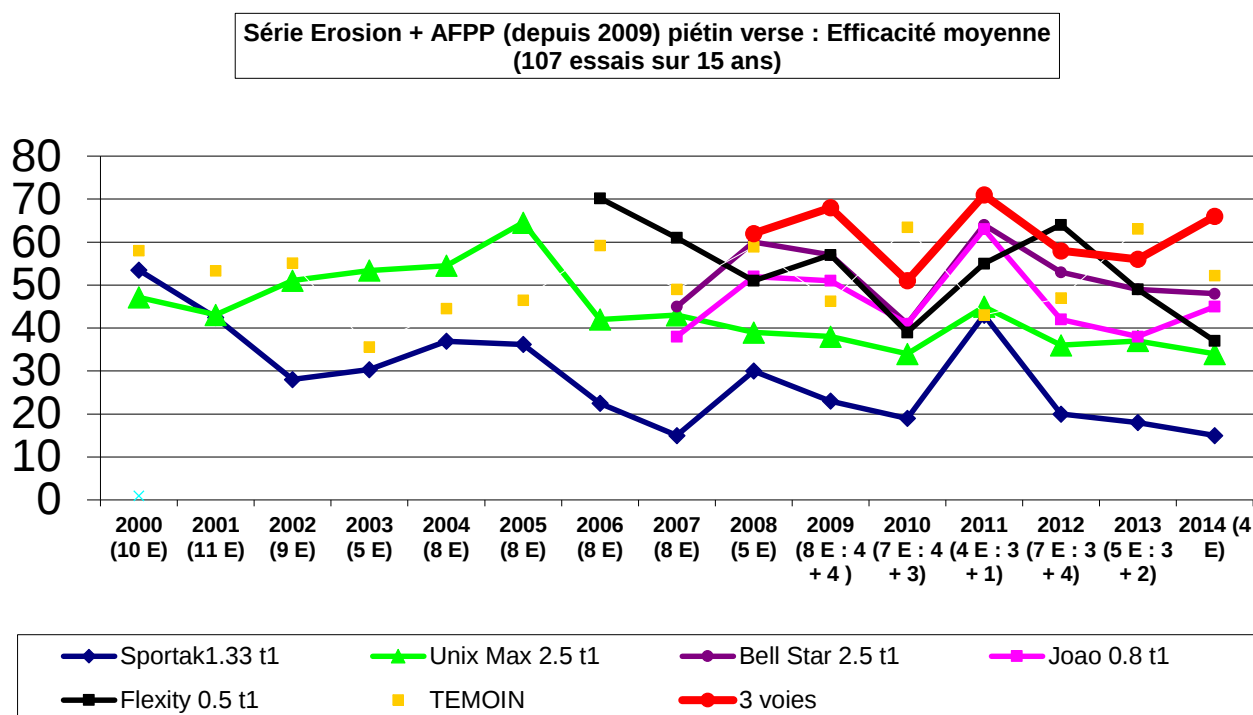
### Evolution des efficacités observées au champ (figure 2) :

Sur les 15 années d'essais, alors que les résultats du prochloraze ont été comparables à ceux du cyprodinil jusqu'en 2001, depuis 2002 et jusqu'en 2010, avec la montée en puissance des souches TriR2 (Ic), le cyprodinil est systématiquement supérieur au prochloraze même si l'efficacité moyenne du cyprodinil perd 10 points (10%) à partir de 2006.

En 2011, le différentiel d'efficacité entre les deux spécialités à base de prochloraze et de cyprodinil diminue fortement par rapport aux observations précédentes.

L'efficacité du cyprodinil voit son efficacité s'éroder très lentement depuis l'origine des essais, en lien avec la présence de souches résistantes détectées à partir de 1999.

Figure II : Evolution de l'efficacité des fongicides sur Piétin-verse de 2000 à 2014  
Evolution for fungicide efficacy on eyespot between 2000 and 2014



Pour les spécialités les plus récentes, nous soulignons le relativement bon comportement du boscalid associé à l'époxiconazole, du prothioconazole et de la métrafénone et qui apportent une efficacité toujours supérieure au cyprodinil dont les performances chutent plus sensiblement à partir de 2006. On notera la baisse continue de la métrafénone au cours des 3 dernières campagnes mais l'efficacité moyenne reste dans l'épure construite entre 2006 et 2011. Le passage sous 40 % d'efficacité de la métrafénone est lié à une année avec une dominante de contaminations précoces. L'efficacité de la référence 3 voies fluctue selon les années mais apporte quasi-systématiquement (hormis 2012) la meilleure efficacité de cette série.

## DISCUSSION –CONCLUSION

Le piétin-verse reste une maladie difficile à maîtriser en raison de l'impossibilité d'intervenir en curatif lorsque les symptômes sont observés, voire également sur des contaminations en cours d'incubation, alors que les fongicides disponibles sont, pour la plupart, strictement préventifs. Les performances curatives des benzimidazoles utilisés à la fin des années 70 n'ont plus été observées depuis l'arrêt de leur utilisation contre le piétin-verse suite à la généralisation de populations fortement résistantes. Seul le cyprodinil présente une activité curative partielle (Rouzet *et al*, 2008) mais avec une dégradation lente et continue des performances de la spécialité. L'utilisation systématique des mêmes fongicides au cours des années 1990 et au début des années 2000, principalement à base de prochloraze, avait conduit à voir les performances des interventions réduites du fait de populations devenues résistantes.

Les performances modestes observées sont celles des modes d'action, exclusivement préventifs, représentatifs de la métrafénone, du boscalid, ou du prothioconazole (IBS aux performances augmentées). Elles fluctuent entre 40 et 60% en moyenne mais peuvent atteindre 80% dans certains essais. C'est le niveau d'efficacité du cyprodinil entre 2000 et 2006. La généralisation de ces nouveaux modes d'action et un effet possible sur la réduction relative des souches TriR2 (souches rapides résistantes au prochloraze) laissait envisager un retour à des efficacités presque « normales » du prochloraze en 2011, proches de celles obtenues à la fin des années 90 mais cet effet n'a pas été durable.

et l'augmentation des souches TriR2 après 2011 a renvoyé les performances de ce fongicide aux faibles efficacités précédentes.

L'autre facteur qui explique les difficultés de contrôle de la maladie reste la prévision de la date du traitement en fonction du cycle du champignon ou plutôt l'adéquation entre l'application du fongicide et les principales vagues de contaminations qui entraîneront les nécroses observées. La mise à disposition d'un modèle de prévision permet théoriquement, à dose de fongicide constante, d'augmenter les performances attendues mais la gestion d'un réseau d'essais de comparaison de produits est difficile à piloter avec un tel modèle. Il existe un risque de confusion entre l'effet du placement du traitement et la sensibilité des populations du champignon. Il est rappelé ici que ce risque a conduit au choix d'un stade standard d'intervention.

Le modèle vient en appui à l'interprétation des résultats. Il permet d'expliquer la tendance aux faibles performances en 2014, notamment pour la métrafénone, fongicide a priori le plus préventif, du fait de contaminations plus nombreuses intervenues en fin d'hiver avant le traitement.

Le succès du contrôle du champignon, même s'il reste partiel, repose donc sur ces deux piliers : diversité des modes d'action permettant d'éviter de sélectionner des populations résistantes aux fongicides, et meilleure prévision des parcelles justifiant un traitement et optimisation de la date de ce dernier (ce qui n'a pas été fait dans les essais érosion présentés).

Rouzet et al (Rouzet *et al*, 2008) décrivent l'efficacité des traitements fongicides observée sur piétin-verse comme équivalente à l'efficacité potentielle de la spécialité fongicide utilisée sur des souches normalement sensibles avec un positionnement à l'optimum à laquelle on retranche deux termes : la perte d'efficacité liée au positionnement par rapport à l'optimum et la perte complémentaire pour la part de contaminations intervenues avant le traitement fongicide étant donné la très faible curativité des fongicides actuels. L'observation qui est faite notamment pour le cyprodinil et le prochloraze conduit à retrancher également la perte d'efficacité liée à des populations peu sensibles ou résistantes. Les efficacités des différentes spécialités représentées (figure 2) résultent donc de cette équation complexe qui varie pour chaque site expérimental et au sein de chaque site, avec la date de placement du fongicide.

L'optimisation de l'emploi du fongicide ne porte pas seulement sur le bon positionnement du fongicide mais aussi sur la décision d'intervenir ou pas sur la maladie sur une parcelle donnée avec un climat donné. Cette information est apportée par la confrontation de grilles de risques régionales et du modèle TOP. Cette double optimisation est indispensable pour réduire le plus strictement possible les interventions et accompagner la diversité des modes d'action. Elle assure leur durabilité par un recours optimisé, et donc réduit, à l'intervention fongicide. Seules les parcelles à risques réels sont désormais protégées et le traitement est réalisé à l'optimum d'efficacité dans le cycle du champignon grâce au modèle TOP.

**REMERCIEMENTS :** Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des participants, notamment les techniciens et ingénieurs qui ont mis en place les essais alimentant le réseau AFPP de suivi de l'érosion des fongicides sur les maladies de plantes : organismes publics, professionnels, sociétés de service, services d'expérimentation des sociétés phytopharmaceutiques. Sans leur participation active, cette synthèse n'aurait pas été possible

#### **BIBLIOGRAPHIE :**

Delos M., 1995 - TOP - Modèle de prévision de l'évolution du piétin-verse *Phytoma - La Défense des Végétaux* n°474, 26-28

Durand T., Micoud A., Remuson F., Walker A., Delos M.. S., 2012 - Résultats du réseau d'essai de suivi des résistances du Piétin-verse et dynamique des épidémies (AFPP) ; AFPP, Annales 10ème conférence

international sur les maladies des plantes, Tours, France, 3 et 4 Décembre 20012, 344-342

Leroux P., and Walker A. S., 2009 - La résistance de type MDR (MultiDrug Resistance) chez les champignons phytopathogènes : mythe ou réalité ? ; AFPP, Annales 9ème conférence international sur les maladies des plantes, Tours, France, 8 et 9 Décembre 2009

Leroux, P., et al., 2013 - "Fungicide resistance status in French populations of the wheat eyespot fungi *Oculimacula acuformis* and *Oculimacula yallundae*." *Pest Management Science* 69(1): 15-26.

Lenne N., Le Henaff G., Couleaud G., Delos M., Walker A. S., Micoud A., 2009 - Résultats du réseau d'essai de suivi des résistances de la septoriose et de l'oidium aux fongicides(AFPP) ; AFPP, Annales 9ème conférence international sur les maladies des plantes, Tours, France, 8 et 9 Décembre 2009, 702-710

Rouzet J., Delos M., Le Henaff G., 2005 - Modélisation et mise en œuvre de modèles dans le cadre du conseil phytosanitaire - . In Regnault-Roger C., Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec & Doc, Paris

Warangot L., Delos M., Walker A. S., 2012 - Résultats du réseau d'essai de suivi des résistances de la septoriose et de l'oidium aux fongicides(AFPP) ; AFPP, Annales 10ème conférence international sur les maladies des plantes, Tours, France, 3 et 4 Décembre 20012, 326-335