

BLE TENDRE et BLE DUR : Lutte contre les maladies

Piétin verse

UN HIVER PLUTOT FRAIS ET SEC

L'automne a été globalement frais et sec ce qui a été plutôt défavorable à la maladie, y compris en bordure maritime Nord et sur la bordure océanique. Ensuite, la fin d'hiver et le printemps ont été plus doux, voire caniculaires, et souvent secs mais parfois orageux. Les observations du BSV en début de campagne ont montré que très peu de parcelles (sauf semis précoces)

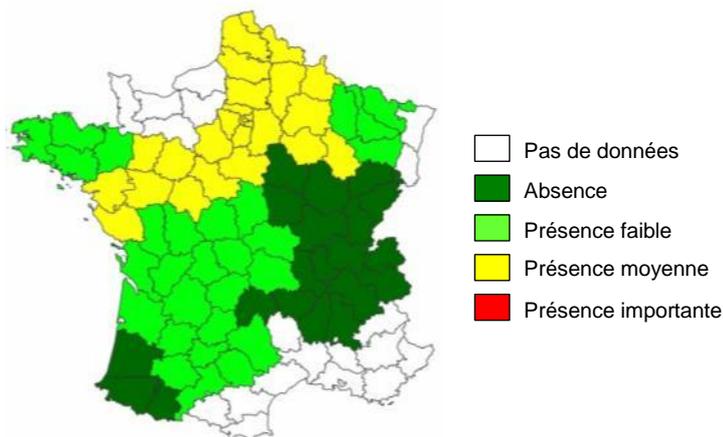
présentaient des symptômes en fréquence suffisante pour justifier un traitement (fréquence de tiges avec symptômes à 1-2 nœuds > 35%). En fin de saison, la présence de piétin verse a été assez peu observée (figure 1). Peu de verse d'origine parasitaire a été signalée.



Concernant les symptômes de piétin verse, on observe le plus souvent une seule tache sur le bas de la tige, plus rarement deux. La limite de la nécrose est peu délimitée, diffuse. Elle se situe en général sous le premier nœud.

Les blés sur blé, ou les rotations avec présence de blé tous les deux ans, favorisent la maladie qui se maintient d'une saison à l'autre sur les résidus de culture.

■ **Figure 1 : Carte d'intensité de la maladie issue des observations en fin de saison réalisées par les régionaux d'Arvalis**



Niveau de gravité du piétin verse pour ces 21 dernières années :

1996↓ 1997→ 1998→ 1999↑ 2000↑↑ 2001↑(↑) 2002→ 2003↓(↓) 2004↓ 2005→ 2006↓ 2007↑ 2008→ 2009↓ 2010 ↓
2011 ↓ 2012 → 2013 → 2014 → 2015 (↑) 2016 → 2017↓

Gestion du risque piétin verse : activer tous les leviers agronomiques

Incidence des techniques culturales	Résistance variétale		<ul style="list-style-type: none"> • Les variétés avec les gènes Pch1 et Pch2 confèrent un bon niveau de résistance (Note GEVES ≥ 5). La résistance est encore plus élevée chez les variétés qui cumulent les deux gènes.
	Rotation		<ul style="list-style-type: none"> • Les rotations courtes favorisent la maladie. • Les successions de blé sur blé qui laissent derrière eux des résidus contaminés sont à éviter.
	Date de semis		<ul style="list-style-type: none"> • Les semis tardifs limitent les contaminations automnales.
	Densité de semis		<ul style="list-style-type: none"> • Les faibles densités de semis limitent les contaminations de proximité entre les tiges.
	Fertilisation azotée		<ul style="list-style-type: none"> • Les fortes doses d'azote augmentent la sévérité de la maladie.
	Sol		<ul style="list-style-type: none"> • Le piétin verse est agressif sur les sols sableux, de craie et limoneux.
	Travail du sol / enfouissement / broyage des résidus		<ul style="list-style-type: none"> • Le labour permet d'enfouir les résidus mais également de faire remonter à la surface des résidus contaminés. Le labour contribue ainsi à la survie de l'inoculum et est donc déconseillé.

BIEN CHOISIR SA VARIETE

Les variétés récemment inscrites au catalogue français sont de plus en plus nombreuses à disposer d'un bon niveau de résistance au piétin verse. Bien choisir sa variété est aussi, sinon plus efficace, qu'un traitement.

Les variétés résistantes notées 5 à 8 par le GEVES, présentent en général une fréquence de sections nécrosées observées en fin de saison ne dépassant pas 35%. Ce seuil est considéré aujourd'hui comme le seuil de rentabilité économique d'un traitement spécifique.

Ces premiers éléments ont conduit à la recommandation suivante : ne pas réaliser un traitement spécifique piétin verse pour les variétés dont la note de résistance atteint ou dépasse 5, même en présence de la maladie. Parmi les variétés les plus cultivées, un certain nombre présente un niveau de résistance élevé (voir tableau ci-après).

Echelle de résistance des variétés de blé tendre au piétin verse

Références				Les plus résistantes				Variétés récentes			
GRAPELI (VYCKOR)	SCENARIO	GALACTIC	BOREGAR	7	SOPHIE CS						
	BERMUDE	ALLEZ Y	ADVISOR		GEO	HYDROCK	KYLIAN	LG ABSALON			
	MUSIK	HYGUARDO	HYFI	6	LG ALTAMONT	LG ARMSTRONG	MAORI	MORTIMER			
	TULIP	SYLLON	SY MATTIS		RGT CYCLO	RGT VELASKO	SILVERIO	STROMBOLI			
	GHAYTA	FLUOR	DESCARTES	5	GIMMICK						
	RENAN	LYRIK	HYBIZA								
	ASCOTT	ALIXAN	AIGLE	4	ADRIATICp	BIENFAIT	LG ASCONA	MILOR			
	RGT TEKNO	CHEVRON	AUCKLAND		MUTIC	PIBRAC	(REFLECTION)				
	CELLULE	CALUMET	BAROK	ARMADA	CHEVIGNON	COMILFO	COMPLICE	(CREEK)			
	FORCALI	EXPERT	DIDEROT	DIAMENTO	DONJON	FILON	HYBELLO	HYPODROM			
REBELDE	PAKITO	GRAINDOR	FRUCTIDOR	HYPOLITE	IZALCO CS	LIPARI	MOGADOR				
TRIOMPH	TERROIR	SY MOISSON	RGT VENEZIO	3	MONTECRISTO CS	ORLOGE	PASTORAL	RGT CESARIO			
					RGT FORZANO	RGT LIBRAVO	RGT PRODUCTO	SEPIA			
ARKEOS	AREZZO	APACHE	(AMBITION)	2	STEREO	SYSTEM					
(COSTELLO)	CALABRO	BERGAMO	GALIBIER		(ATTRAKTION)	FAUSTUS	HYKING				
MATHEO	(LEAR)	GRANAMAX	GONCOURT		(KWS DAKOTANA)	SANREMO					
SOKAL	RUBISKO	OREGRAIN	NEMO								
		BOISSEAU	ALTIGO	1							
		TOBAK	EUCLIDE								

() : à confirmer

Source : CTPS(GEVES) / ARVALIS

On peut citer, parmi les plus cultivées : Boregar, Allez-y et Advisor et parmi les variétés récentes LG Absalon qui permettent une impasse fongicide même en présence de risque piétin-verse. Les variétés très cultivées présentent malheureusement bien souvent des notes inférieures ou égales à 3, et sont donc sensibles à la maladie (Rubisko, Bergamo...). Néanmoins le piétin verse n'est pas présent dans tous les milieux, l'usage d'une variété résistante n'est donc pas à systématiser mais à réserver aux situations à risque.

On rappellera que les variétés résistantes possèdent presque toutes le gène de résistance « Pch1 ». L'utilisation d'un nouveau marqueur génétique pour la

détection du gène « Pch1 » a permis de renforcer encore la liaison entre la présence de ce gène et une note de résistance supérieure ou égale à 5. Et inversement, les variétés qui ne possèdent pas le gène de résistance « Pch1 » ont presque toutes des notes de résistance au piétin verse inférieures ou égales à 4 (voir les guides de préconisations régionales en téléchargement sur (<http://www.arvalis-infos.fr>)).

Ainsi la présence de la résistance « Pch1 » dans les variétés augmente d'année en année. Elle est aujourd'hui présente dans 19 % des variétés de blé tendre inscrites en France.

LES ETAPES DU RAISONNEMENT DE LA PROTECTION PAR PARCELLE

Evaluer le risque piétin verse

L'estimation du risque piétin verse est largement déterminée par les conditions agronomiques de la parcelle (potentiel infectieux, milieu physique, variété et date de semis) et la prise en compte du climat de la levée du blé jusqu'au début montaison. Le meilleur moyen de lutte contre le piétin verse est le choix variétal et/ou allonger la rotation avec un retour moins fréquent de céréales à paille.

A la lumière des nouveaux enjeux économiques, environnementaux, nous proposons dorénavant une seule grille nationale. Cette nouvelle grille intègre toujours le climat et les types de sol régionalisés et améliore la prédiction du risque piétin verse. La régionalisation des sols paraît justifiée pour une maladie inféodée à la

parcelle et la grille unique supprime les effets frontières. En revanche, un élément important du risque n'était pas pris en compte dans les précédentes grilles régionales et ne l'est toujours pas dans cette grille nationale : l'historique piétin verse de la parcelle. Cette donnée est en général absente des bases de données disponibles et ne peut donc pas entrer dans les facteurs pris en compte dans la modélisation du risque. C'est pourquoi cet aspect de risque parcellaire connu doit être pris en compte dans la prise de décision en cas de risque moyen. A la lumière de certaines parcelles attaquées en 2017, la classe de risque moyen a été élargie à la note de 6. Cela permet de réduire significativement les faux négatifs en risque faible, tout en ne dégradant pas trop la performance globale de la grille.

1ère étape : Valoriser la résistance variétale

Quand le risque piétin verse est élevé (limons, semis précoce, seconde paille...voir grille ci-dessous), il faut privilégier une variété résistante, c'est à dire une note piétin supérieure ou égale à 5. Cela permettra d'éviter un traitement.

- Variétés avec une note de résistance de 5 ou plus -> Pas de traitement nécessaire (la rentabilité n'est pas assurée).
- Variétés avec une note de résistance de 1 à 4 -> Evaluer le risque agronomique par l'étape 2.

2ème étape : Evaluer le risque agronomique de la parcelle à l'aide de la nouvelle grille d'évaluation du risque piétin-verse (pour des types de sols plus régionalisés voir guide de préconisations régionales)

<p>Effet variétal</p> <p>Tolérance variétale</p> <p>Note CTPS >= 5</p> <p>Note CTPS 1 ou 2</p> <p>Note CTPS 3 ou 4</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>4</p> <p>3</p>	<p>Risque faible : aucune intervention</p>	<p>Risque final / conseil associé</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>9</p> <p>10</p>	<p>risque FAIBLE</p> <p>Aucune intervention n'est requise</p>
<p>Potentiel infectieux</p> <p>Précédent</p> <p>Blé</p> <p>Autre</p> <p>Travail du sol</p> <p>Labour</p> <p>Non labour</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>+</p> <p>1</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>0</p>			
<p>Milieu physique</p> <p>Type de sol</p> <p>Limon battant, craie de champagne</p> <p>Argilo calcaire profond, limon peu battant, sables battants</p> <p>Argile, argilo calcaire superficiel, graviers, sables peu battants</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>+</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>			
<p>Effet climatique</p> <p>Effet année issu du modèle TOP</p> <p>Indice TOP inférieur à 30</p> <p>Indice TOP entre 30 et 45</p> <p>Indice TOP supérieur à 45</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>+</p> <p>-1</p> <p>1</p> <p>2</p>			
<p>Score de risque final</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>=</p>			

ARVALIS-Institut du végétal 2017
En partenariat avec DRIAAF

* indice TOP : affiner la note en cours d'année avec le modèle TOP : voir les BSV régionaux.

3ème étape : Evaluer les risques climatiques et parcellaires annuels au stade Epi 1 cm

L'observation des symptômes dus au piétin verse est réalisée à partir du stade « Epi 1 cm » sur un minimum de 50 tiges. La décision de traiter se prend sur la base des fréquences d'attaques sur les bases de tiges au plus tard au stade 2 nœuds :

1) Moins de 10% des tiges atteintes : ne pas traiter.

2) Entre 10 et 35% de tiges atteintes : la rentabilité d'un traitement est variable. Dans ce cas, il faut s'appuyer sur les outils disponibles (Modèle TOP ou Baromètre® maladies blé tendre, Bulletin de Santé du Végétal, test de diagnostic) mais également considérer l'historique cultural de la parcelle pour décider ou non d'une intervention. Le modèle agro-climatique TOP calcule un indice de risque climatique depuis le semis. Si cet indice est faible (<30), alors le traitement ne sera pas valorisé, ne pas traiter. Si cet indice est élevé (>45), alors le traitement sera nécessaire. Enfin, si cet indice est moyen (entre 30 et 45), alors la rentabilité du traitement est aléatoire et l'intervention doit être raisonnée en fonction de l'historique des attaques de piétin verse dans la parcelle.

3) Plus de 35% de tiges atteintes : une intervention est conseillée entre les stades « épi 1 cm » et « 2 nœuds ». Après le stade 2 nœuds, il est trop tard pour intervenir.

4ème étape : Choisir son traitement

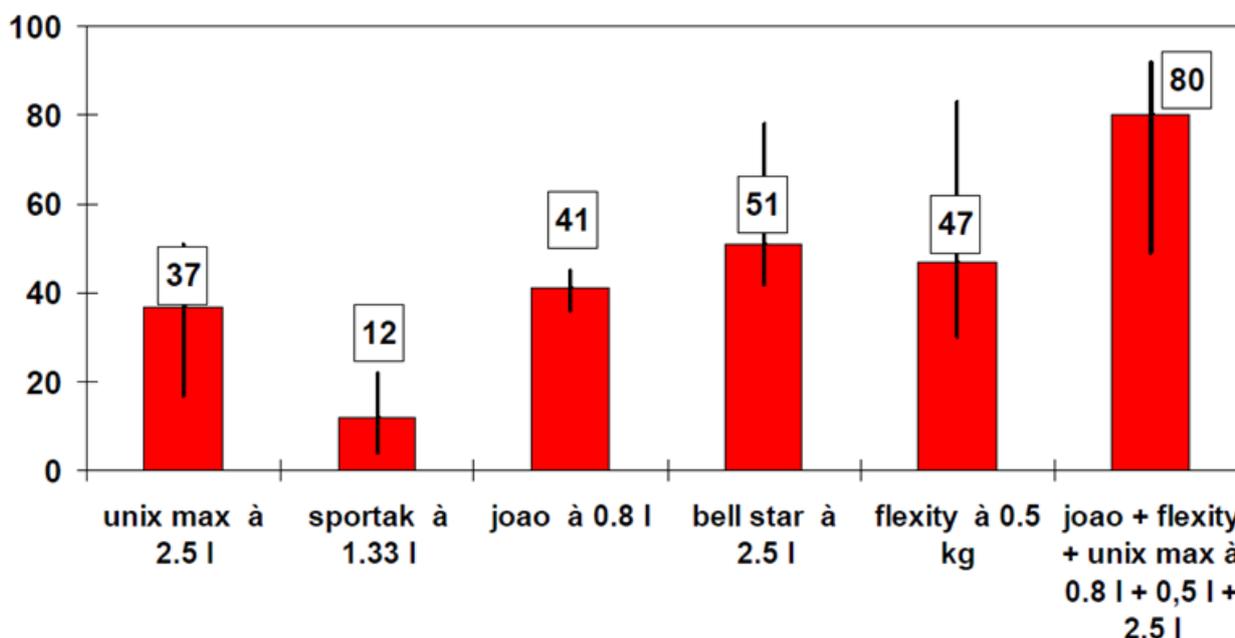
Le seuil de 35% de section nécrosée en fin de cycle est le seuil de maladie nécessaire pour rentabiliser une intervention dédiée à la lutte contre le piétin verse.

En cas de traitement : les matières actives utilisables pour lutter contre le piétin verse sont d'abord la métrafénone et le cyprodinil et, dans une moindre mesure, le prothioconazole. Le cyprodinil et la métrafénone n'ont pas d'efficacité contre la septoriose.

Les bases Unix Max 2.5 l/ha (cyprodinil) ou Flexity 0.5 l/ha (métrafénone) associées assurent une efficacité modeste sur piétin verse depuis ces dernières années (figure 2 et 3).

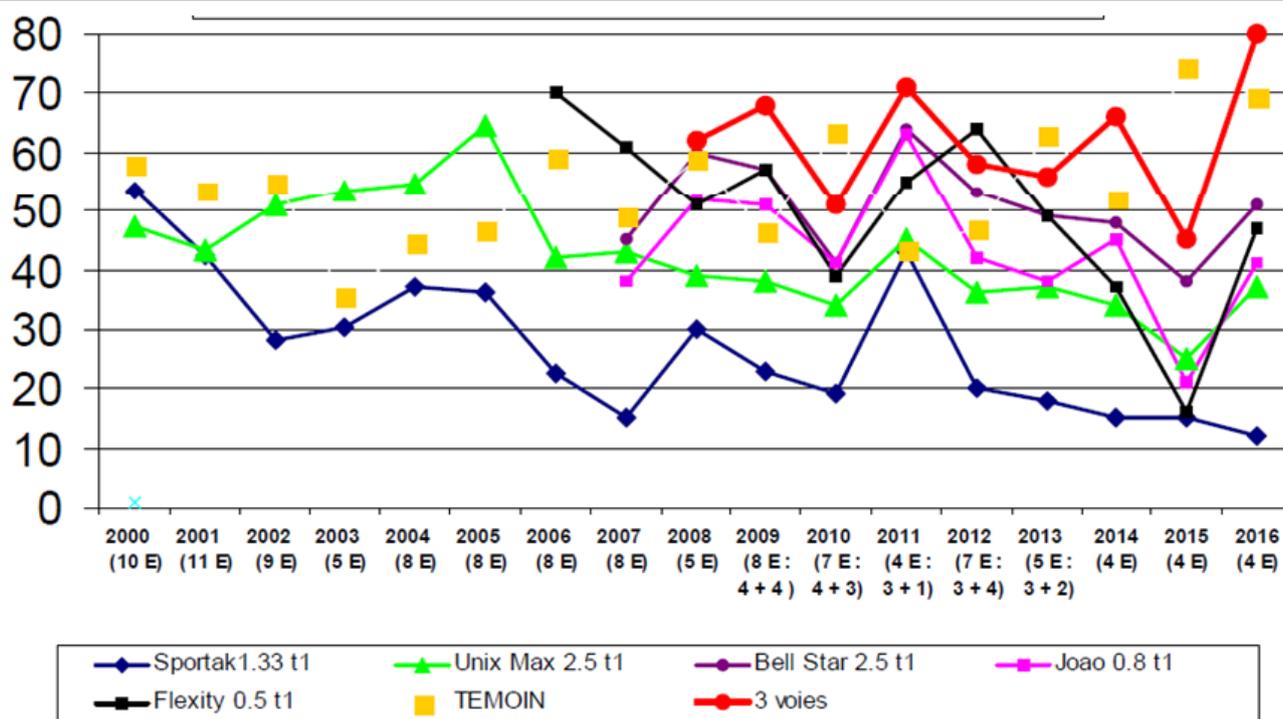
Le prochloraze, longtemps utilisé en T1, ne présente plus d'activité sur un piétin verse qui lui est devenu résistant.

Figure 2 : L'efficacité des différentes solutions sur piétin verse reste assez faible en 2016
4 essais AFPP 2016 (21, 51, 39, 86) - Section Nécrosée - Témoin 69.6%



Les efficacités des solutions anti-piétin ont perdu en efficacité ces dernières années mais atteignent quand même 50% pour les meilleures solutions (et même 80% pour le mélange 3 voies), à la faveur d'un positionnement idéal en 2016.

Figure 3 : Evolution pluriannuelle de l'efficacité sur piétin verse des différentes solutions
115 essais depuis 2000 (Source AFPP)



REPERES POUR 2018

- Les sections nécrosées ne dépassant pas 35% en fin de cycle sont généralement associées à une faible nuisibilité de la maladie et ne justifient pas de traitement par manque de rentabilité.
- La présence du gène « Pch1 » dans une variété est un très bon indicateur de la résistance de la variété. Presque toutes les variétés présentant une note de résistance supérieure ou égale à 5, possèdent le gène « Pch1 ».
- La lutte contre le piétin verse doit d'abord s'envisager avec des variétés résistantes. Les variétés avec des notes de sensibilité GEVES de 5 et au-delà, ne justifient pas de traitement car les sections nécrosées en fin de cycle sont généralement inférieures au seuil de 35%.
- Pour les variétés sensibles (notes 1 à 4), il est recommandé de ne traiter que les parcelles à risque en s'appuyant sur les outils disponibles : grille de risque, modélisation, Bulletin de Santé du Végétal, tests de diagnostic, mais aussi sur la connaissance de la parcelle (historique des attaques) ou plus simplement en observant en début de saison la présence de symptômes.
- Le prochloraze, longtemps utilisé en T1, ne présente plus d'activité sur le piétin verse qui lui est devenu résistant.
- En cas de traitement : les matières actives utilisables pour lutter contre le piétin verse sont d'abord la métrafénone et le cyprodinil et dans une moindre mesure le prothioconazole. Le cyprodinil et la métrafénone n'ont pas d'efficacité contre la septoriose.
- L'association de 2 matières actives tend à donner de meilleurs résultats techniques. L'intérêt économique doit néanmoins être évalué.
- La nouvelle grille agronomique nationale harmonisée est maintenant utilisée dans les différents outils. Elle permet d'éviter les phénomènes de frontière entre région. Le niveau de risque moyen a été élargi à la note de 6 pour tenir compte du comportement de certaines parcelles ayant obtenu ce score et présentant des attaques en 2017.

Piétin échaudage :

De nouvelles références pour limiter le risque

UN CHAMPIGNON DU SOL PARTICULIEREMENT AGRESSIF

Le piétin échaudage (*Gaeumannomyces graminis*) est un champignon du sol parasite des racines des céréales. Il contamine les racines séminales des plantes hôtes à l'automne (infection primaire) et envahit le système vasculaire. Il progresse ensuite à l'intérieur des vaisseaux conducteurs de sève en les obstruant, ce qui a pour conséquence un défaut d'alimentation et un échaudage généralisé des plantes par foyers.

La progression de l'épidémie s'effectue principalement lorsque les racines saines sont en contact avec des racines initialement contaminées (infection secondaire).

La conservation du champignon dans le sol se fait surtout sous forme mycélienne à partir de tissus

infectés. La durée de vie du champignon sans hôte intermédiaire est de 2 ans environ, mais cette durée semble variable selon les régions (persistance observée pendant 4 ans en Bretagne par exemple...).

Quatre sous-espèces ont été décrites *G. graminis* var. *tritici* (Ggt), *G. graminis* var. *avenae* (Gga), *G. graminis* var. *graminis* (Ggg), *G. graminis* var. *maydis* (Ggm). Le Ggt est capable de coloniser le système racinaire de nombreuses Poacées dont les céréales à paille. Le blé et l'orge sont les espèces les plus sensibles alors que la sensibilité est très variable pour le triticale et faible pour le seigle. Au sein du Ggt, deux groupes génétiques distincts existent (G1 et G2) pour lesquels des différences d'agressivité ont été observées (G2>G1).

DES FACTEURS FAVORABLES A SON DEVELOPPEMENT

L'analyse bibliographique et les observations font apparaître quelques facteurs majeurs qui peuvent favoriser le piétin échaudage. Cette liste n'est pas exhaustive.

Facteurs climatiques : hivers doux et humides favorables.

Les attaques sont favorisées par des séquences de pluie accompagnées de températures douces pendant la formation des racines séminales et adventices. Les hivers doux et humides sont donc les plus propices à l'installation de la maladie.

Facteurs agronomiques : sols légers et pH élevés favorisant.

Les sols légers (sols peu argileux qui peuvent être sableux ou limoneux), à teneur élevée en matières organiques et à pH élevé prédisposent à un état structural soufflé, où le mycélium peut se développer facilement, favorisant ainsi l'extension de la maladie. Un pH élevé augmente la sévérité de la maladie à cause des équilibres microbiens qui sont plus favorables au développement de la maladie. Le risque évoqué à pH élevé ne concerne pas les sols calcaires.

Conduite de cultures :

- **Rotation** : une fréquence importante de cultures hôtes (blé, orge...) dans la rotation est favorable au maintien de l'inoculum. A l'inverse, l'insertion de cultures non hôtes dans la rotation (avoine, tournesol, sorgho, pois, pomme de terre...) limite son développement. Il faut noter également que le maïs déplace l'équilibre microbien dans un sens favorable au développement du champignon, mais il n'héberge pas la maladie.

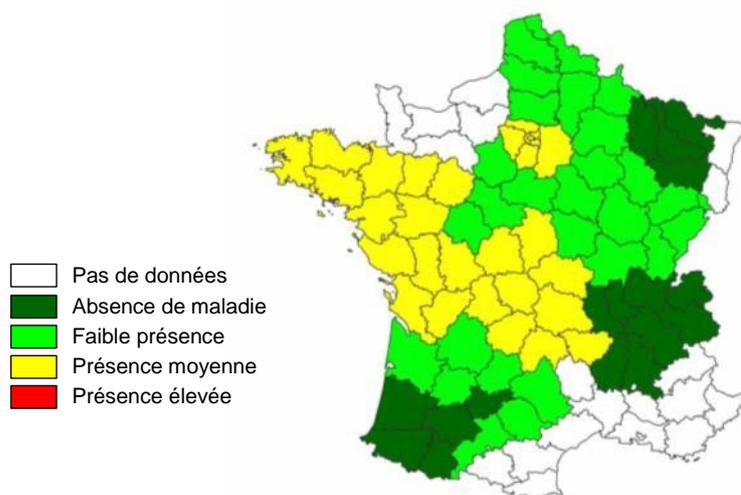
- **Date de semis** : une date de semis précoce allonge la période d'infection automnale au cours de laquelle ont lieu les infections primaires.

- **Fertilisation et amendements** : le chaulage avant implantation des cultures est favorisant ; à l'inverse, une fertilisation azotée précoce et majoritairement ammoniacale permet de stimuler l'activité des bactéries antagonistes du piétin échaudage.

- **Restitutions de paille** : ce facteur est peu cité dans la bibliographie, mais les observations montrent des attaques souvent plus importantes au niveau des andains de paille du précédent. Quelle est l'incidence des repousses ou des pailles et menues pailles sur le développement du champignon ; ce point mériterait d'être quantifié et analysé.

PRESENCE MODEREE DE LA MALADIE EN 2017.

Figure 1 : Estimation des dégâts de piétin échaudage sur blé tendre en 2017



Sur blé tendre, les régions de l'ouest semblent présenter les plus gros dégâts (figure 1).

ANALYSE DES FACTEURS FAVORABLES AU PIETIN ECHAUDAGE

Afin de quantifier et hiérarchiser l'incidence des facteurs influant sur le développement du piétin échaudage, 6 essais ont été mis en place dans l'Ouest au cours des 3 campagnes 2015, 2016 et 2017 (tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques des essais

Lieu	Bignan (56)	Bignan (56)	La Jaillière (44)	Saint Hilaire La Palud (85)	Bignan (56)	La Jaillière (44)
Nom du sol	Limons sur schistes	Limons sur schistes	Limon argileux humide sur schistes	Groies moyennes	Limons sur schistes	Limon sur schistes
Date de semis	23/10/2014	22/10/2015	13/10/2015	12/10/2015	28/10/2016	19/10/2016
Date de semis pour la modalité semis retardé	10/11/2014	26/11/2015	09/11/2015	02/11/2015		07/11/2016
Travail du sol	Labour	Labour	Décompacteur + herse	Déchaumeur Lemken	Labour	Décompacteur + herse
Variété	Barok	Cellule	Cellule	Nemo	Rubisko	Cellule
Précédent	Blé tendre	Blé tendre	Blé tendre	Blé tendre	Orge hiver	Blé tendre
Antéprécédent	Maïs grain	Maïs grain	Colza	Tournesol	Blé tendre	Maïs fourrage

Modalités mises en comparaison

Traitement de semences Latitude : son efficacité, bien que partielle (proche de 50 % en situation d'attaque moyenne), n'est jamais dépassée par d'autres tentatives de lutte phytosanitaire (application de fongicides en végétation, test d'autres produits sur semences). Dans ces essais, le gain de rendement atteint en blé sur blé une valeur moyenne proche de 13 q/ha par rapport au témoin. Ce traitement de semences sert de témoin de référence haute dans cette série de 6 essais.

Interculture de moutarde brune : semée après la récolte du précédent blé, l'interculture de moutarde brune est broyée et enfouie rapidement avant la floraison. A ce stade, les glucosinolates contenus dans la plante sont présents en grande quantité. Ils pourraient limiter le développement du piétin échaudage (méthode de biofumigation).

Chaulage massif : plusieurs études bibliographiques (Ownley et al, 1992; Reis et al, 1982 ; Christensen et al, 1986 ; Cook, 2003 ;...) ont mis en évidence l'incidence du pH sur le développement du piétin échaudage. Cet effet est lié à l'activité de la flore antagoniste du piétin échaudage qui diminue lorsque le pH augmente.

Bien que supérieure aux préconisations habituelles, la pratique de chaulage étudiée (2t/ha de chaux vive = 1800 kg CaO/ha) a pour objectif d'observer si un tel effet peut s'exprimer.

L'épandage de chaux est réalisé avant semis du blé (post moisson du blé précédent, ou dans la quinzaine de jours précédant le semis du blé). Il est suivi d'un enfouissement immédiat pour obtenir une incorporation à 7-8 cm (déchaumeur à disques ou herse rotative).

Restitutions de paille : il est souvent observé des attaques plus importantes au niveau des andains du précédent. Dans les régions de polyculture élevage, les pailles sont le plus souvent ramassées, il s'agit donc probablement d'un effet des menues pailles ou des repousses sur les andains. Il semblait nécessaire de mesurer les conséquences de la restitution des pailles.

Rappuyage au semis du blé : le gaz carbonique freine le développement du champignon. Dans les sols bien rappuyés ou tassés, l'évacuation du gaz carbonique est difficile, et pourrait ainsi limiter l'impact du piétin échaudage. Le rappuyage est effectué sur labour par le tracteur qui effectue un passage « roues dans roues » avant de semer (Bignan), ou par un passage de rouleau avant implantation (La Jaillière) suivi d'un autre roulage après semis (Le Magneraud).

Semis retardé : en raccourcissant la période d'infestation du piétin échaudage, un décalage de 2 à 3 semaines de la date de semis par rapport aux dates conseillées devrait limiter l'incidence du champignon.

Les différentes dates de semis réalisées sont indiquées tableau 1.

Apport d'urée et de phosphore au semis : De nombreuses études ont montré qu'une fertilisation azotée majoritairement ammoniacale permet de stimuler l'activité des bactéries antagonistes (*Pseudomonas*) du piétin échaudage.

Il a été également démontré un effet positif de l'apport de phosphore dans la raie de semis pour réduire la pression de piétin échaudage.

Afin de simplifier la mise en œuvre de l'expérimentation, l'urée (apport de 30 kg N/ha) et le phosphore (apport de 50 kg/ha P₂O₅) ont été mélangés à la semence.

Les 2 modalités urée et phosphore au semis n'ont été comparées que dans les 2 essais 2017.

Compte tenu du nombre important de modalités comparées et de la complexité des dispositifs expérimentaux, les différents traitements n'ont pu être mis en place en totalité dans l'ensemble des essais.

Différentes analyses statistiques sont ainsi réalisées de manière à ce que les modalités puissent être comparées sur un nombre d'essais le plus grand possible. L'étude de leur incidence sur le piétin échaudage pourra être réalisée par comparaison des moyennes obtenues dans le réseau avec celles des témoins et du traitement de semences Latitude.

D'autres comparaisons ne sont présentes que dans 1 ou 2 essais (repousses de blé à l'interculture, apport de 50 kg/ha de P₂O₅ en plein, déchaumage creux,...). Leurs rendements respectifs sont indiqués tableau 3.

Analyse des résultats

La nuisibilité du piétin échaudage mesurée dans les essais est définie par l'écart de rendement de la modalité étudiée avec la moyenne des témoins et la modalité avec le traitement de semences Latitude.

Les écarts de rendement ainsi mesurés varient de 3 à 28 q/ha selon les essais (tableau 2). L'efficacité du Latitude n'étant que partielle; la nuisibilité réelle du piétin échaudage est potentiellement supérieure à ces écarts mesurés.

De plus, la nuisibilité peut être sensiblement augmentée selon les conduites de culture. Ainsi, la nuisibilité maximale mesurée dans les essais varie de 16.5 à 32 q/ha en fonction des pratiques culturales (tableau 2).

La hiérarchie de l'impact de ces différents facteurs de pratiques culturales fait l'objet de l'étude présentée.

L'analyse statistique du regroupement d'essais est réalisée à partir des moyennes ajustées des traitements de chacun des essais.

Tableau 2 : nuisibilité mesurée dans les essais (q/ha)

	Gain Rdt modalité Latitude par rapport au témoin (q/ha)	Nuisibilité maxi dans l'essai (q/ha)
Bignan (56) - 2015	13	16.5
Bignan (56) - 2016	3	18
La Jaillière (44) - 2016	20	20
St Hilaire La Palud (85) - 2016	8	22
Bignan (56) - 2017	6	-
La Jaillière (44) - 2017	28	32

Tableau 3 : Rendements (q/ha) et notations piétin échaudage sur racines (% racines nécrosées)

Traitements étudiés	Bignan (56) 2015		Bignan (56) 2016		La Jaillière (44) 2016		Saint Hilaire La Palud (85) - 2016		Bignan (56) 2017		La Jaillière (44) 2017	
	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)
Sol nu pendant l'interculture	77.9	67.7	61.3	78.8	52.8	47.6	67.0	43.1	69.7	66.70	46.8	87.10
Repousses de blé.							53.0	44.3				
Couvert de moutarde brune	74.9	71.1			64.7	42.0	71.6	29.2				
Apport de chaux vive (2t/ha)	74.3	64.1	56.3	81.6	52.7	43.3						
Pailles restituées et enfouies (5t/ha)	80.4	67.7	61.5	80.6	53.1	64.9						
Blé traité TS Latitude.	90.9	28.9	69.2	58.7	72.6	15.7	70.0	33.0	75.6		75.1	45.88
Rappuyage au semis du blé.	77.8	58.4	62.9	79.8	57.7	52.7	59.4	24.8				
Apport de P en plein au semis du blé.							65.7	46.2				
Déchaumage creux	76.7	64.5									57.3	66.06
Semis retardé	81.0	29.4	68.8	56.2	72.1	26.0	68.5	35.1			54.7	70.67
Semis retardé + TS Latitude.			74.3	50.3			75.1	19.6			78.8	18.82
Urée au semis (mélangé à la semence)									66.6	63.70	60.4	48.13
Phosphore au semis (mélangé à la semence)									63.6	76.00	61.0	70.64
Sulfate d'ammonium									72.5	55.50		
Moyenne de l'essai (q/ha ou %)	79.2	56.5	64.9	69.4	60.8	41.7	66.3	34.4	69.6		62.0	
ETR (q/ha)	2.6		5.8		3.1		4.3		6.3		10.4	

Les 2 essais réalisés en 2017 ont permis de compléter la hiérarchie des facteurs ayant une incidence sur le développement du piétin échaudage proposée en 2016 ; en particulier sur les modalités concernant :

- Le semis tardif associé au traitement Latitude. Cette modalité a été étudiée dans 3 essais. Elle n'est pas significative sur le rendement, mais montre un effet significatif sur les notations. Cette modalité constitue le meilleur compromis pour limiter la pression de piétin échaudage (figure 2).

- Les apports d'urée et de phosphore dans la raie de semis ont montré un effet légèrement positif mais non

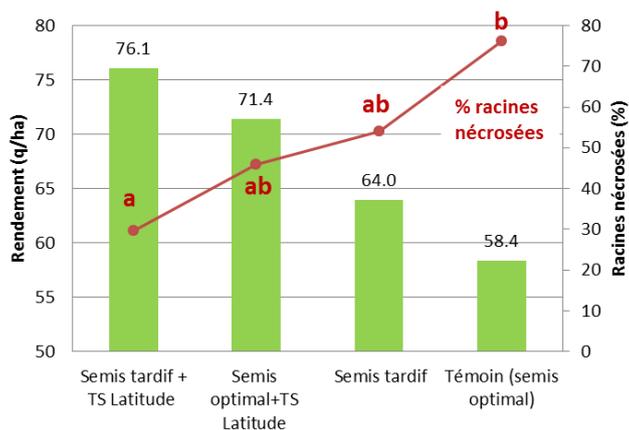
significatif sur le rendement. Les apports d'urée limitent les attaques racinaires, mais cet effet n'est pas significatif sur les notations de racines nécrosées (figure 3).

Les notations de présence de piétin échaudage sur les racines sont bien corrélées au rendement ($R^2 = 0.84$) (figure 4).

L'ensemble des traitements étudiés sur les 3 précédentes campagnes permet de proposer une hiérarchie des facteurs de risque (figure 5).

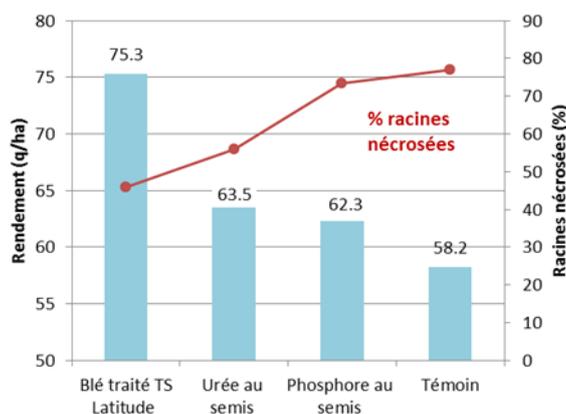
Cette proposition pourra être précisée et complétée avec les essais réalisés au cours des campagnes futures.

Figure 2 : Impact du décalage de la date de semis - 3 essais ARVALIS 2016 et 2017



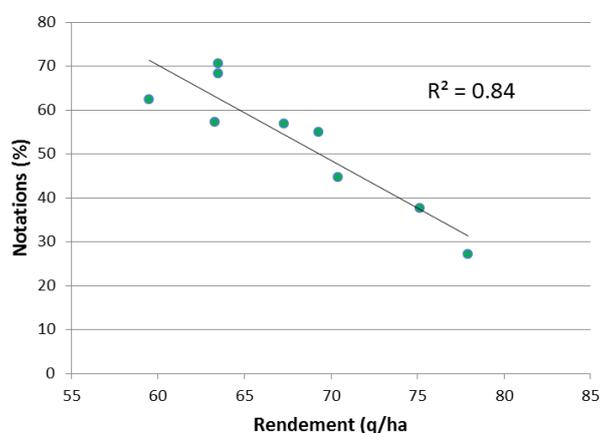
Moyennes ajustées des rendements (q/ha) et % racines nécrosées des modalités présentes dans 3 essais

Figure 3 : Impact de l'urée et du phosphore au semis - 2 essais ARVALIS 2017



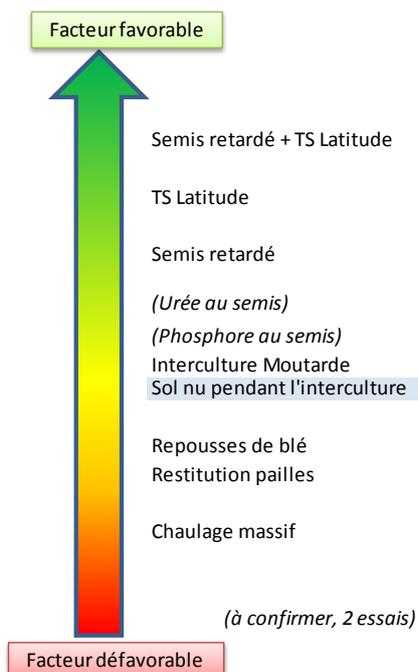
Moyennes ajustées des rendements (q/ha) et % racines nécrosées des modalités présentes dans 2 essais.

Figure 4 : Une très bonne relation entre le % de racines nécrosées et le rendement



Moyennes ajustées des rendements (q/ha) et % racines nécrosées des modalités présentes dans au moins 3 essais.

Figure 5 : Hiérarchie de l'impact de différents facteurs sur le développement du piétin échaudage.



ETUDES COMPLEMENTAIRES EN COURS

Projet RACINE en Pays de la Loire

Le piétin-échaudage (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*) s'exprime particulièrement dans la région Pays de la Loire en raison d'un climat hivernal doux favorable au champignon et des successions de culture pratiquées très favorisantes : retour fréquent de céréales à paille et de cultures hôtes du pathogène comme les graminées fourragères et le maïs. Les dommages causés aux céréales par ce parasite semblent augmenter depuis quelques années sans que l'on en comprenne clairement les raisons – impact de l'occupation des sols, du travail du sol, du climat ? Evolution des souches pathogènes ?

RACINE, un projet de recherche sur ce sujet, financé par la région Pays de la Loire a été initié en partenariat entre ARVALIS - Institut du végétal et la coopérative CAVAC. Il se déroule sur une période de 3 ans de Juin 2016 à fin 2019. Il a pour objectifs de :

- quantifier l'incidence du piétin échaudage sur le potentiel de production de céréales en Pays de la Loire et plus particulièrement en bocage vendéen
- identifier les freins à la mise en œuvre des leviers de lutte connus dans les exploitations agricoles ligériennes
- valider des itinéraires techniques permettant de limiter le développement de ce bio-agresseur

Deux années d'étude ont d'ores et déjà eu lieu et ont permis d'obtenir des premiers résultats.

Quantification du piétin échaudage en parcelles agriculteurs du bocage vendéen

Une première campagne d'échantillonnage a été effectuée en Vendée sur des parcelles de céréales à paille (blé tendre, blé dur, orge d'hiver et triticales) choisies aléatoirement juste avant la récolte 2016. Il en ressort que 23 % des parcelles visitées présentaient des symptômes plus ou moins sévères de piétin échaudage sur les racines. La campagne 2015-2016 particulièrement favorable au pathogène permet donc de quantifier à près d'un quart les parcelles pouvant être impactées dans la région et confirme l'importance de mettre en œuvre les leviers de lutte contre le champignon.

Lors de la campagne suivante, l'étude s'est concentrée sur des parcelles à risque (second blés fréquents, symptômes observés les années passées) et a permis

d'obtenir des résultats complémentaires. Sur les 88 parcelles de blé tendre (658 ha) échantillonnées, on constate que la présence du pathogène est quasi systématique dès lors que l'on est en conduite à risque et que 21 % des parcelles ont une intensité de maladie très élevée (>30 %). L'étude a aussi permis de valider que la fréquence de maladie (% de pieds touchés), l'intensité (% de l'appareil racinaire touché) et le rendement sont corrélés (figures 6 et 7).

De plus, on observe que la maladie s'exprime sur les racines sans être visibles sur les parties aériennes dans 25 % des cas. L'importance de bien observer les racines afin de caractériser le risque parcellaire pour les années à suivre est confirmée.

Figure 6 : Fréquence et intensité de piétin échaudage dans les parcelles échantillonnées. Plus il y a de plantes touchées plus l'intensité de la maladie.

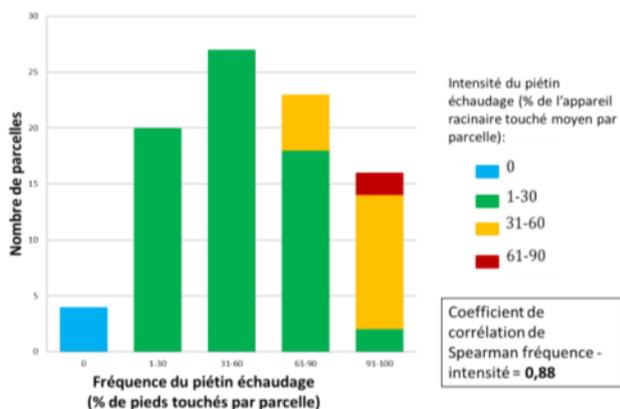
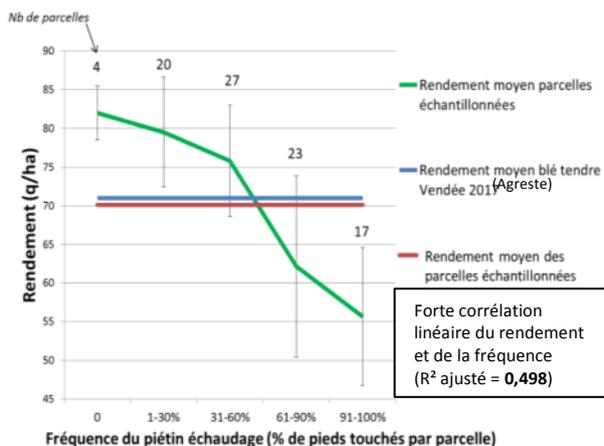


Figure 7 : Rendement des parcelles échantillonnées en fonction de la fréquence de piétin échaudage. Plus il y a de plantes touchées plus le rendement en est affecté.



NB : le piétin échaudage n'est pas le seul facteur explicatif

Perception de la maladie et des moyens de lutte par les agriculteurs

Les enquêtes menées sur la campagne 2016-2017 auprès de 32 agriculteurs vendéens choisis aléatoirement a permis d'appréhender la vision de la maladie sur le terrain. Nous avons constaté que la maladie est un problème pour 88 % (28/32) des agriculteurs enquêtés et la lutte est faite systématiquement pour 78 % (25/32) d'entre eux avec l'utilisation d'un traitement de semences sur les seconds blés ou un changement dans les rotations. Mais la lutte est considérée comme

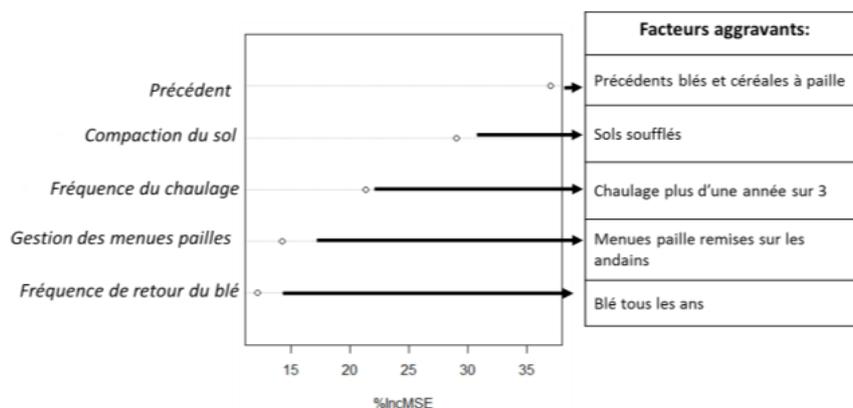
particulièrement difficile pour 44 % (14/32) des enquêtés. Bien qu'alertés et conscients du risque encouru en cultivant des blés sur blés, les agriculteurs conservent cette pratique pour des raisons économiques ou pratiques. Selon eux, le blé est facile à produire sur de nombreux types de sols différents, rentable et ses coproduits valorisables par l'élevage. Souvent les freins pour l'implantation d'autres cultures sont nombreux (absence d'irrigation, ravageurs...).

Leviers de lutte

Grâce à la double entrée, enquêtes et échantillonnages de parcelles, 61 facteurs agronomiques et climatiques ont pu être étudiés. L'analyse effectuée a permis d'extraire les facteurs explicatifs des différences de

fréquence de piétin échaudage entre les parcelles. 5 facteurs sont ressortis comme significatifs pour l'échantillon et la campagne donnés.

Figure 8 : Classement du poids des 5 facteurs significatifs pour expliquer la fréquence de piétin échaudage dans les 88 parcelles échantillonnées.



Les points représentent l'augmentation de l'erreur quadratique moyenne due à la permutation des données au sein de chaque arbre et réduite par son écart-type (%incMSE). Plus cette valeur est grande, plus la variable est importante dans la contribution à l'explication de la fréquence de la maladie

Ces résultats en parcelles agriculteurs permettent de compléter ceux issus des expérimentations en micro-parcelles.

Les facteurs de risque identifiés ici nous encouragent à éviter au maximum les retours de blé, derrière un premier blé. Si c'est inévitable, comme des agriculteurs nous l'ont confié, il est recommandé d'utiliser une protection de semences qui ne sera jamais 100 % efficace. Il semble qu'il faille mieux éparpiller les menues paille que les remettre sur les andains. Les sols soufflés et la fréquence du chaulage ressortent dans l'échantillon comme étant des facteurs de risque.

Enfin, l'absence de symptômes sur les parties aériennes ne préjuge en rien de la présence ou non du champignon sur les racines et encourage à la systématisation de l'observation des parties souterraines pour appréhender le risque parcellaire et les actions à mener pour les années suivantes.

Caractérisation de la résistance variétale des céréales à paille au Piétin-Échaudage et pré-diction du risque (Projet FSOV).

La lutte génétique serait un levier complémentaire pour diminuer l'impact du piétin échaudage. Des données préliminaires, obtenues dans le réseau d'expérimentation d'ARVALIS, montrent des niveaux de sensibilités potentiellement différents selon les variétés de blé tendre. Néanmoins, les méthodes actuelles ne permettent pas aux sélectionneurs de pouvoir caractériser facilement leurs matériels vis à vis de cette

maladie. En effet, il est difficile de trouver des parcelles contaminées de façon homogène et faire de la monoculture de blé ne permet pas non plus d'avoir un niveau d'attaque homogène et stable dans le temps.

Ainsi, ce projet propose de développer différentes méthodes permettant d'améliorer la caractérisation variétale des céréales à paille vis-à-vis du piétin échaudage et mieux comprendre le risque de présence de la maladie.

Le premier volet de cette étude consistera en la mise au point et l'évaluation d'une méthode de phénotypage de la tolérance variétale par l'apport d'un inoculum artificiel au champ et la mise en place d'essais en conditions favorables pour 3 espèces de céréales à paille sensibles (blé tendre, orge et triticale). La méthode la plus efficace sera ensuite utilisée pour caractériser les variétés. En 2017, 4 essais en contamination artificielle et 3 essais en contamination naturelle ont été conduits. Ces essais seront reconduits au cours des 2 prochaines campagnes.

Le second volet portera sur la caractérisation du risque piétin échaudage selon le précédent en utilisant et évaluant des méthodes déjà publiées dans la littérature scientifique (test biologique sol, qPCR) et ainsi identifier les espèces et les variétés les plus à risques dans la constitution de l'inoculum.

Ce projet est financé dans le cadre d'un projet FSOV (Fonds de Soutien à l'Obtention Végétale). Il est piloté par ARVALIS, et conduit en partenariat avec KWS Mo-mont, RAGT et Secobra recherches.

REPERES POUR 2018

- Le premier levier de lutte reste la fréquence de céréales à paille dans la parcelle, d'où l'importance de la rotation pour réduire le risque d'apparition de la maladie.
- Dans les situations à risque (blé/blé, piétin échaudage régulièrement observé dans la parcelle), il est recommandé d'éviter les semis précoces et d'utiliser le traitement de semences Latitude.
- Retarder la date de semis de 2 à 3 semaines permet de diminuer sensiblement le risque de présence de piétin échaudage.
- Limiter le chaulage avant implantation des céréales aux seules situations à risque d'acidité diagnostiquée par une analyse de terre. La mesure régulière du pH_{eau} s'impose tout particulièrement dans les parcelles à risque de piétin échaudage pour éviter d'aggraver le risque avec un chaulage alors que le pH_{eau} de la parcelle est déjà supérieur à 6.5.
- Lorsque les pailles ne sont pas ramassées, il est conseillé de les broyer finement et de bien répartir les andains de paille du précédent, de manière à favoriser leur décomposition et limiter les sols soufflés.
- Il est impératif de détruire les repousses du précédent dans la période d'interculture afin d'éviter que l'inoculum ne se maintienne ou ne se multiplie.
- L'impact des engrais ammoniacaux (urée, sulfate d'ammoniaque) présente un intérêt pour limiter le risque. Leur impact et les techniques d'apport nécessitent une meilleure évaluation.

Oïdium

UNE ANNEE ASSEZ MARQUEE

Les spores ou conidies d'oïdium n'ont pas besoin d'eau libre pour germer sur les feuilles. La période de fin mars à début mai a été favorable au développement de la maladie avec cette sécheresse entrecoupée de quelques pluies ponctuelles et faibles.

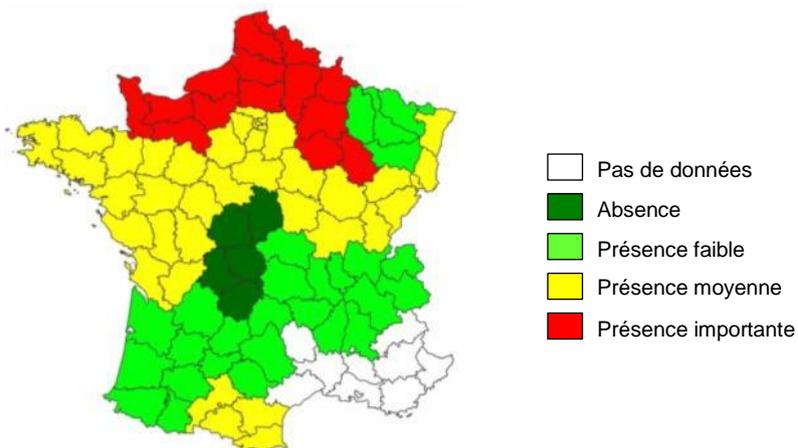
A la faveur de la sécheresse, la maladie persiste et progresse parfois de façon importante dans certaines parcelles et sur variétés sensibles.

2017 restera une année où l'oïdium sera visible dans quasiment toutes les régions de France alors que traditionnellement c'est plutôt dans le Nord-Est qu'il est facilement rencontré.



2017 : Une montaison qui se caractérise par un climat sec et une présence marquée de l'oïdium

Figure 1 : Carte représentant une estimation de l'importance de l'oïdium en 2017 par rapport à son développement habituel en France



Niveau de gravité de l'oïdium ces 20 dernières années :

1997↓ 1998↓ 1999↓ 2000↓ 2001↓ 2002→ 2003↓ 2004 → 2005 (↑)
2006 ↓ 2007↓↓ 2008 ↓↓ 2009→ 2010→ 2011(↑) 2012(↑) 2013 (↑) 2014 → 2015 (↑) 2016 (→) 2017 ↑

Gestion du risque pour l'oïdium : activer tous les leviers agronomiques

Incidence des techniques culturales	Choix variétal		<ul style="list-style-type: none"> Des variétés résistantes existent et constituent le moyen de lutte le plus efficace
	Fertilisation azotée		<ul style="list-style-type: none"> Les apports azotés élevés augmentent la sévérité de la maladie Le fractionnement peut en limiter les conséquences
	Densité de semis		<ul style="list-style-type: none"> Les densités élevées favorisent le pathogène
	Mélanges variétaux		<ul style="list-style-type: none"> Les associations variétales diminueraient la sévérité de l'oïdium
	Destruction des repousses		<ul style="list-style-type: none"> Les repousses permettent à la maladie d'estiver et peuvent être source d'inoculum primaire
	Date de semis		<ul style="list-style-type: none"> Les semis tardifs sont plus favorables à la maladie
	Travail du sol enfouissement/ broyage des résidus		<ul style="list-style-type: none"> Sans incidence

Résistances variétales pour le blé tendre

L'oïdium n'est plus une maladie très nuisible sur blé tendre mais des différences de tolérance variétale existent toujours.

Classement des variétés par rapport à la tolérance à l'Oïdium

Références

Les plus résistantes

Nouveautés et variétés récentes

Résistant	HYGUARDO (TOGANO) SYLLON	COSTELLO MATHEO HYBIZA	DIDEROT AIGLE	LIPARI LG ASCONA KYLIAN BIENFAIT	RGT FORZANO MORTIMER LG ABSALON	PASTORAL RGT CESARIO	SANREMO
Assez résistant	SY MOISSON	LEAR TERROIR	CALABRO AUCKLAND ADVISOR FRUCTIDOR	ATTRACTION CREEK CHEVIGNON DONJON MUTIC	KWS DAKOTANA REFLECTION	GIMMICK LG ARMSTRONG RGT LIBRAVO	SEPIA LG ALTAMONT ORLOGE
Moyennement résistant	RUBISKO	DIAMENTO AMBITION	ALLEZ Y BOREGAR CELLULE	ETANA MOGADOR COMILFO	FILON PIBRAC	HYPOLITE STEREO	MONTECRISTO CS SILVERIO
Assez sensible	RGT MONDIO	TRIOMPH SOLEHIO CHEVRON	HYFI ASCOTT AREZZO	HYPODROM ADRIATIC ^P COMPLICE	MAORI RGT PRODUCTO (IZALCO CS)	RGT VELASKO	
Sensible	(BOLOGNA) LYRIK NEMO RGT VENEZIO	BERMUDE GRAPELI GRANAMAX OREGRAIN ^E CALUMET	ARKEOS FLUOR BERGAMO DESCARTES APACHE	HYKING GEDSER FAUSTUS HYDROCK	STROMBOLI RGT CYCLO MILOR	RGT SACRAMENTO	SOPHIE CS

() : à confirmer

^E : sensible sur épis

Source : essais pluriannuels inscription (CTPS/GEVES) et post-inscription (ARVALIS), jusqu'à 20 en 2017

Résistances variétales pour le blé dur

L'oïdium n'est pas une maladie dominante sur blé dur et les différences de tolérance variétales sont peu marquées. L'oïdium est très lié à un excès d'azote précoce ou à un excès de végétation.

Classement des variétés par rapport à la tolérance à l'Oïdium Synthèse pluriannuelle nationale (2002-2017)

		Variétés peu sensibles	
Références		9	Variétés récentes
		8.5	
		8	
		7.5	
Variétés peu sensibles	ATOUDUR DAKTER FABULIS GIBUS	7	RGT FABIONUR HARISTIDE LG BORIS
	ISILDUR LIBERDUR MIRADOUX		HERAKLION
	DAURUR QUALIDOU SURMESUR	6.5	RELIEF RGT VOILUR TOSCADOU
	ANVERGUR BABYLONE BIENSUR		
		6	CASTELDOUX
		5.5	
Variétés moyennement sensibles	CLAUDIO JOYAU SCULPTUR		
		5	
	NEODUR		
		4.5	NOBILIS
		4	
Variétés sensibles		3.5	
		3	
		2.5	
		2	
		1.5	
		1	
		Variétés sensibles	

Source : essais pluriannuels ARVALIS et CTPS/GEVES (2002-2017)

ETAT DES RESISTANCES

Les résistances de l'oïdium aux strobilurines et à la fenpropidine sont présentes dans la plupart des régions françaises. S'agissant du cyflufenamid, aucun signe de résistance n'a été détecté à ce jour. Concernant la métrafénone, les premières souches résistantes étaient détectées en France et en Europe en 2009. Depuis, la fréquence des isolats moyennement ou fortement résistants a augmenté. L'efficacité sur le terrain ne semble pas avoir évolué et reste convenable. S'agissant du quinoxifène, les dernières données disponibles montraient que la résistance était présente exclusivement en Champagne, sans pour autant y être généralisée.

Les populations multi-résistantes (résistantes aux triazoles, à la fenpropidine, aux strobilurines, mais aussi au qui-noxyfène) rencontrées en Champagne principalement semblent bien contrôlées par le cyflufenamid, le proquinazid, ainsi que par la métrafénone. Cette dernière conserve son efficacité malgré l'identification de premières souches résistantes. L'activité de la fenpropidine reste également encore intéressante.

Au plan pratique, il est donc recommandé d'associer, ou à défaut d'alterner les modes d'action sur oïdium, pour prévenir le développement des populations résistantes.

REPERES POUR 2018

PAS DE CHANGEMENT PAR RAPPORT A 2017

- L'oïdium du blé reste sur ces dernières années une maladie secondaire, observée irrégulièrement sur variétés sensibles ou très sensibles.
- La présence de souches multi-résistantes, ainsi que l'émergence de souches résistantes à la métrafénone en France et en Europe, invite à associer ou à alterner les anti-oïdium spécifiques dans les programmes de traitement.
- Les molécules les plus efficaces étant le proquinazid et la cyflufénamid juste de devant la métrafénone, puis les morpholines.
- Le soufre est autorisé contre l'oïdium, son activité est toutefois beaucoup plus faible que les molécules citées précédemment.
- Les SDHI ne sont pas des spécialistes de l'oïdium et devront être renforcés pour contrôler cette maladie.
- Seuil de nuisibilité : A partir du stade « Epi 1 cm »
 - Variétés sensibles : si plus de 20% des F3, F2 ou F1 déployées sont atteintes (feutrage blanc couvrant 5% de la surface).
 - Variétés tolérantes : si plus de 50% des F3, F2 ou F1 déployées sont atteintes (feutrage blanc couvrant 5% de la surface).
- Si l'oïdium est présent uniquement à la base des tiges ou s'il couvre moins d'1% de la surface foliaire (1 ou 2 feutrages), le risque est faible.

Produits phytosanitaires utilisés en expérimentation

Tableau 1 : Produits fongicides céréales utilisés en expérimentation en 2017

Spécialités commerciales	Firmes	Matières actives Concentration g/l	Dose AMM (l/ha)	Prix indicatif en €/l	Formulation	CLP	
						Pictogrammes de danger	Mentions de danger
ABACUS SP	Phyteurop	époixiconazole 62.5 g/l + pyraclostrobine 85 g/l	2	30	SE	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H315, H317, H332, H351, H360Df, H410
ACANTO	DuPont Solutions	picoxystrobine 250 g/l	1	41	SC	SGH09	H410
ACTIOL	Phyteurop	soufre micronisé 800 g/l	10	2.8	SC	Non classé CLP	
ADEXAR	Basf Agro	époixiconazole 62.5 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	2	51	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H317, H319, H351, H360Df, H400, H410
AMISTAR	Syngenta Agro	azoxystrobine 250 g/l	1	29	SC	SGH09	H410
AMISTAR OPTI	Syngenta Agro	azoxystrobine 80 g/l + chlorothalonil 400 g/l	2.5	21	SC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H317, H318, H332, H335, H351, H410
ATTENTO	Arysta Life Science	tétraconazole 125 g/l	1	20	ME	SGH09	H411
ATTENTO STAR	Arysta Life Science	tétraconazole 62.5 g/l + chlorothalonil 250g/l	2	14	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H315, H319, H332, H335, H351, H410
AVIATOR XPRO	Bayer CropScience	bixafen 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	1 ou 1.25	65	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H410
BALMORA	Phyteurop	tébuconazole 250 g/l	1	16	EW	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H302, H318, H332, H335, H361d, H410
BANKO 500	Arysta Life Science	chlorothalonil 500 g/l	1 ou 1.5	9	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H332, H335, H351, H410
BRAVO	Syngenta Agro	chlorothalonil 500 g/l	1 ou 1.5	9	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H332, H335, H351, H410
BROADWAY	Adama France	époixiconazole 50 g/l + folpel 375 g/l	2	21	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H332, H351, H360Df, H400, H412
CERIX	Basf Agro	époixiconazole 42 g/l + fluxapyroxad 42 g/l + pyraclostrobine 67 g/l	2.5	41	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H302, H318, H332, H351, H360Df, H400, H410
CHEROKEE	Syngenta Agro	chlorothalonil 375 g/l + cyproconazole 50 g/l + propiconazole 62.5 g/l	2	22	SE	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H332, H335, H351, H361d, H410
COMET 200	Basf Agro	pyraclostrobine 200 g/l	1.1	42	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H304, H315, H317, H319, H332, H400, H410
CREDO	DuPont Solutions	chlorothalonil 500g/l + picoxystrobine 100g/l	2	30.5	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H332, H335, H351, H410
DIAPAZON	Syngenta Agro	fenpropidine 375 g/l + propiconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	1	45	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H317, H318, H332, H335, H361 d, H373, H410
DJEMBE	Philagro	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	1.2	26	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H304, H318, H336, H361d, H410
ELATUS ERA	Syngenta Agro	benzovindiflupyr 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	1	68	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H361d, H410
ELATUS PLUS	Syngenta Agro	benzovindiflupyr 100 g/l	0.75	50	EC	SGH05, SGH07, SGH09	H302, H332, H317, H318, H410
EPOPEE	Adama France	prochloraze 267 g/l + tébuconazole 133 g/l	1.2	22	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H318, H361d, H410
FLEXITY	Basf Agro	métrafénone 300 g/l	0.5	64	SC	SGH07, SGH09	H317, H319, H411
FONGIL FL	Phyteurop	chlorothalonil 500 g/l	1.5	8	SC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H317, H318, H332, H335, H351, H410
FUNGISTOP FL	Phyteurop	chlorothalonil 500 g/l	1.5	9	SC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H317, H318, H332, H335, H351, H410
GARDIAN	Gowan	fenpropidine 750 g/l	0.75	40	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H319, H332, H335, H373, H410
HELIOUSOUFFRE S	Action Pin	soufre 700 g/l	6	4.9	SC	SGH05	H318
ILLIADE	Arysta Life Science	tébuconazole 430 g/l	0.6	25	SC	SGH08, SGH09	H361 d, H411
IMTRES	Basf Agro	fluxapyroxad 62.5 g/l	2	40	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H332, H351, H411
IXION	Chemnova	azoxystrobine 200 g/l + époxiconazole 100 g/l	1	40	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H317, H332, H351, H360Df, H400, H410
JOAO	Bayer CropScience	prothioconazole 250 g/l	0.8	74	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H410
JUVENTUS	Basf Agro	metconazole 90 g/l	1	31	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H411

KANTIK	Adama France	tébuconazole 100 g/l + prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l	2 l fusarioses 1.6 l septoriose 1.3 l orges	22	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H318, H332, H361d, H410
KARDIX	Bayer CropScience	prothioconazole 130 g/l + bixafen 65 g/l + fluopyram 65 g/l	1.5 l blé 1.2 l orges	55	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H302, H317, H318, H335, H361d, H410
KOREMA	Basf Agro	époixiconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	3	25	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H351, H360Df, H400, H410
KUMULUS DF	Basf Agro	soufre micronisé 800 g/l	10 kg/ha	1.3	Granulé dispersible	Non classé CLP	
LIBRAX	Basf Agro	metconazole 45 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	2	51	EC	SGH07, SGH08	H304, H319, H361d, H412
MAGNELLO	Syngenta Agro	tébuconazole 250 g/l + difénoconazole 100 g/l	1	37	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H410
MELTOP 500	Syngenta Agro	fenpropidine 500 g/l + propiconazole 125 g/l	1	32	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H318, H332, H335, H373, H410
METCOSTAR 60	Phyteurop / Syngenta Agro	metconazole 60 g/l	1.5	22	EC	SGH02, SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H226, H304, H315, H317, H318, H335, H361 d, H410
METCOSTAR 90	Phyteurop / Syngenta Agro	metconazole 90 g/l	1	31	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H410
OPUS NEW	Basf Agro	époixiconazole 83 g/l	1.5	34	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H315, H319, H332, H351, H360Df, H400, H410
OSIRIS WIN	Basf Agro	époixiconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	3	25	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H351, H360Df, H400, H410
PRIAXOR EC	Basf Agro	fluxapyroxad 75 g/l + pyraclostrobine 150 g/l	1.5	55	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H332, H351, H400, H410
PROSARO	Bayer CropScience	prothioconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	1	48	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H315, H319, H361d, H410
PYROS EW	Basf Agro	prochloraze 450 g/l	1	19	EW	SGH08, SGH09	H373, H400, H410
QUALY	Adama France	cyprodinil 300 g/l	2.5	17	EC	SGH07, SGH09	H319, H410
SAKURA	Philagro	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	1.2	26	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H304, H318, H336, H361d, H410
SOLEIL	Philagro	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	1.2	27	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H304, H318, H336, H361d, H410
SUNORG PRO	Basf Agro	metconazole 90 g/l	1	31	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H411
SYREX	Basf Agro	fluxapyroxad 62.5 g/l	2	36	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H332, H351, H411
SWING GOLD	Philagro	époixiconazole 50 g/l + dimoxystrobine 133 g/l	1.5	26	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H317, H332, H351, H360Df, H400, H410
UNIX MAX	Syngenta Agro	cyprodinil 300 g/l	2.5	19	EC	SGH07, SGH09	H317, H410
VACCIPLANT GC	Arysta / Goëmar	laminarine 37 g/l	0.5	34	SL	Non classé CLP	
VARIANO XPRO	Bayer CropScience	bixafen 40 g/l + fluoxastrobine 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	1.75 blé 1.5 orge	45	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H332, H335, H351, H361d, H410
VIVERDA	Basf Agro	boscalid 140 g/l + époixiconazole 50 g/l + pyraclostrobine 60 g/l	2.5	38	OD	SGH07, SGH08, SGH09	H315, H317, H319, H332, H351, H360Df, H400, H410
VERTISAN	DuPont Solutions	penthiopyrad 200 g/l	1.5	40	EC	SGH07, SGH09	H317, H319, H400, H411
YETI	Adama France	cyproconazole 80 g/l + prochloraze 300 g/l	1	27	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H304, H317, H319, H336, H361d, H411
ZOXIS	Arysta Life Science	azoxystrobine 250 g/l	1	28	SC	SGH09	H410

Tableau 2 : Les Projets en expérimentation en 2017

Code société	Firmes	Matières actives / Concentration (g/l)	Dose (l/ha)	Formulation
QFA 61	DuPont Solutions	penthiopyrad 100 g/l + chlorothalonil 250 g/l	2.5	SC
MCW 296 SC	Adama France	folpel 500 g/l	1.5	SC
MCW-432 EW	Adama France	tébuconazole 133 g/l + prochloraze 267 g/l	1.2 à 1.5	EW

Tableau 3 : Les SDHI en expérimentation en 2017

Nom de la matière active	Nom code de la matière active	Spécialités ou projets concernés
bixafen	Xpro	AVIATOR XPRO, KARDIX, VARIANO XPRO
boscalid	-	VIVERDA
fluxapyroxad	Xemium	ADEXAR, CERIA, IMTRES LIBRAX, PRIAXOR EC, SYREX
fluopyram + bixafen	-	KARDIX
penthiopyrad	Lem 17	VERTISAN
benzovindiflupyr	Solatenol	ELATUS PLUS, ELATUS ERA

Tableau 4 : Les Spécialités fongicides équivalentes sur céréales

Spécialités commerciales	Matières actives Concentration g/l	Spécialités fongicides commerciales équivalentes
ABACUS SP	époixiconazole 62.5 g/l + pyraclostrobine 85 g/l	FAVIA, ENVOY
ACANTO	picoxystrobine 250 g/l	ACAPELA 250 SC, APROACH,
ACTIOL	soufre micronisé 800 g/l	FAETON SC
ADEXAR	époixiconazole 62.5 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	INPAXAR, TENAX XM
AMISTAR	azoxystrobine 250 g/l	AZOXYSTAR, FRUMIDOR GP, MELUCINE, TAZER 250EC, ZOXIS
ATTENTO	tétraconazole 125 g/l	EMINENT
ATTENTO STAR	tétraconazole 62.5 g/l + chlorothalonil 250g/l	EMERALD STAR, EMINENT STAR
AVIATOR XPRO	bixafen 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	OCEOR XPRO
BALMORA	tébuconazole 250 g/l	BALTAZAR, HORIZON EW, MYSTIC EW
BANKO 500	chlorothalonil 500 g/l	BRAVO, CHLOROSTAR, CLORIL, DOJO, DORIMAT, ONGIL FL, FUNGISTOP FL
BRAVO	chlorothalonil 500 g/l	BANKO 500, CHLOROSTAR, CLORIL, DOJO, DORIMAT, FONGIL FL, FUNGISTOP FL
BROADWAY	époixiconazole 50 g/l + folpel 375 g/l	MANITOBA
CERIAX	époixiconazole 42 g/l + fluxapyroxad 42 g/l + pyraclostrobine 67 g/l	VOXAN
CHEROKEE	chlorothalonil 375 g/l + propiconazole 62.5 g/l + cyproconazole 50 g/l	MENARA ULTRA
COMET 200	pyraclostrobine 200 g/l	LYBRO, SOLARAM 200
CREDO	picoxystrobine 100g/l + chlorothalonil 500g/l	PLINKER
DIAPAZON	fenpropidine 375 g/l + propiconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	ANDROMEDE
DJEMBE	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	SAKURA, SOLEIL
ELATUS ERA	benzovindiflupyr 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	VELOGY ERA, AVOLO ERA, CERATAVO ERA
ELATUS PLUS	benzovindiflupyr 100 g/l	VELOGY PLUS
EPOPEE	tébuconazole 133 g/l + prochloraze 267 g/l	DIAMS, GALACTICA, NEBRASKA
FONGIL FL	chlorothalonil 500 g/l	BANKO 500, BRAVO, DORIMAT, FONGINIL LG, FUNGISTOP FL
FUNGISTOP FL	chlorothalonil 500 g/l	BANKO 500, BRAVO, DORIMAT, FONGINIL LG, FONGIL FL
ILLIADE	tébuconazole 430 g/l	MYSTIC EXTRA, ULYSSES
IMTREX	fluxapyroxad 62.5 g/l	FYDEX, SYREX
IXION	azoxystrobine 200 g/l + époixiconazole 100 g/l	RUBRIC XL
JOAO	prothioconazole 250 g/l	VOCAL
JUVENTUS	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, METCOSTAR 90, SUNORG PRO
KANTIK	tébuconazole 100 g/l + prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l	KROMATIK, VOLTAÏK
KARDIX	prothioconazole 130 g/l + bixafen 65 g/l + fluopyram 65 g/l	KEYNOTE, MACFARE, VELDIG, YONEERO
KOREMA	époixiconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	OSIRIS WIN
LIBRAX	metconazole 45 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	RIVEXO
MAGNELLO	tébuconazole 250 g/l + difénoconazole 100 g/l	VERTARA
MELTOP 500	propiconazole 125 g/l + fenpropidine 500 g/l	ZENIT
METCOSTAR 60	metconazole 60 g/l	ARIOSTE, STARMETCO
METCOSTAR 90	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, JUVENTUS, SUNORG PRO
OPUS NEW	époixiconazole 83 g/l	ACARIUS NEW, IXOS NEW
OSIRIS WIN	époixiconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	KOREMA
PRIAXOR EC	fluxapyroxad 75 g/l + pyraclostrobine 150 g/l	SENEX, OXAR
PROSARO	prothioconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	PIANO
PYROS EW	prochloraze 450 g/l	SPORTAK EW
QUALY	cyprodinil 300 g/l	KAYAK, UNIX MAX
SAKURA	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	DJEMBE, SOLEIL
SOLEIL	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	DJEMBE, SAKURA
SUNORG PRO	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, JUVENTUS, METCOSTAR 90,
SYREX	fluxapyroxad 62.5 g/l	IMTREX, FYDEX,
SWING GLOD	époixiconazole 50 g/l + dimoxystrobine 133 g/l	VIGIA
UNIX MAX	cyprodinil 300 g/l	KAYAK, QUALY
VARIANO XPRO	bixafen 40 g/l + fluoxastrobine 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	EPHEBE XPRO
VIVERDA	époixiconazole 50 g/l + boscalid 140 g/l + pyraclostrobine 60 g/l	RUBIS
YETI	cyproconazole 80 g/l + prochloraze 300 g/l	EPICURE
ZOXIS	azoxystrobine 250 g/l	AMISTAR, AZOXYSTAR, FRUMIDOR GP, MELUCINE, TAZER 250EC,

Septoriose

UNE PRESSION TRES FAIBLE A MOYENNE

Automne/Hiver : des niveaux d'inoculum médians à faibles

Cette campagne 2016/2017 a soufflé le froid et le chaud en débutant par des semis dans le sec, puis un hiver exceptionnellement sec et des températures très contrastées au fil des mois. Janvier a été froid et suivi d'une fin d'hiver dans la douceur ponctuée d'épisodes pluvieux. La période sèche de début de campagne et notamment en décembre a peu contribué à installer des contaminations primaires. Puis, les températures du début d'hiver ont limité la multiplication des cycles du champignon. Ensuite en février, les températures sont devenues particulièrement favorables à la maladie. Sous l'effet des températures douces, les contaminations ont pu terminer leur incubation et s'exprimer dans certaines parcelles. Cependant, l'absence de pluviométrie jusqu'à fin février / début mars, a limité les niveaux d'inoculum.

Un printemps sec, peu favorable au développement de la septoriose

Malgré des gelées tardives fin avril (à partir du 17/04 au 24/04), la montaison s'est déroulée dans un contexte remarquablement chaud. Suite à ces températures élevées et à une pluviométrie largement déficitaire en avril, l'assèchement des sols superficiels s'est accentué

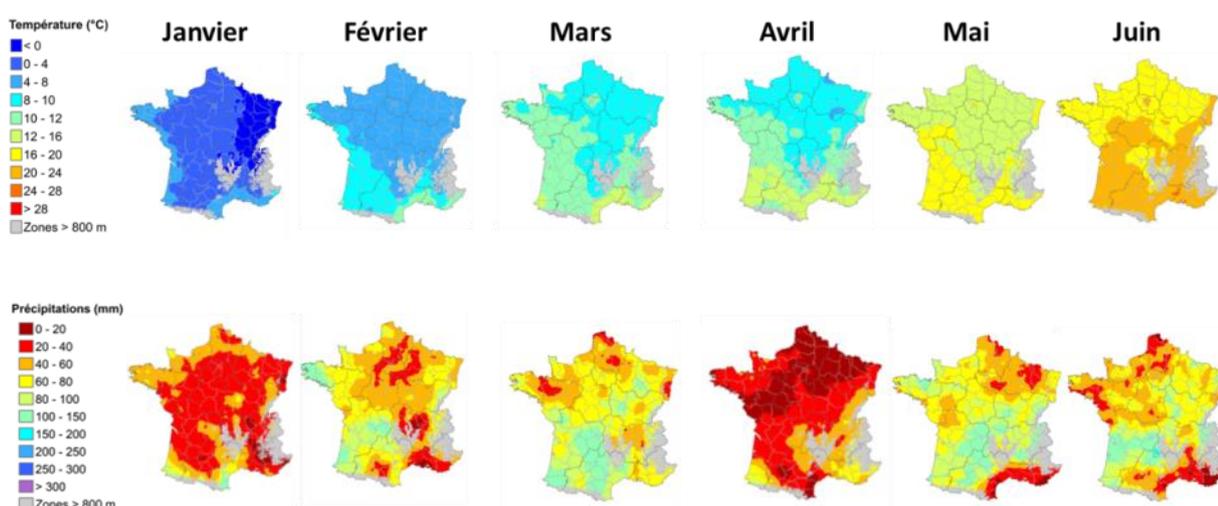
sur la quasi-totalité du pays, notamment sur les Hauts-de-France et dans le Grand-Est.

Le retour des pluies à partir du 30/04 pour la Nord de la Loire a conduit Septo-LIS® sur variétés moyennement sensibles (note = 5 à 6) à déclencher une intervention septoriose autour du 07 mai au Nord de la Loire au stade dernière feuille étalée (Z39) et autour du 12/05 pour les variétés peu sensibles (note >6). Dans la majorité des situations sur variétés moyennement et peu sensibles, l'impasse de T1 avant DFE était possible en 2017.

Une faible nuisibilité

Au final, la campagne 2016/2017 a été marquée par le manque d'eau induisant une très faible pression septoriose dans l'Est, faible dans le Nord et le Centre et moyenne en Bretagne, Normandie (Figures 2 et 4). Cette pluviométrie déficitaire (Figure 1) se traduit par une nuisibilité estimée trois fois plus faible en 2017 (12% du rendement traité) par rapport à la pression septoriose forte de 2016 (36%). Cette moyenne de 12.4 q/ha cache une variabilité importante entre la Bretagne (18 q/ha), le Centre (10 q/ha) et la Lorraine (5q/ha) en lien avec la pluviométrie hétérogène en mai et juin.

Figure 1 : Eléments de contexte climatique de janvier à juin 2017 : Températures moyennes mensuelles (cartes en haut) et cumuls de précipitations mensuelles (cartes en bas)



Cette campagne 2017 est remarquable par un climat très contrasté au niveau températures. Des gelées tardives inhabituelles fin avril sont généralisées mais avec globalement un printemps remarquablement doux qui a été marqué par deux périodes de chaleur fin mars et fin mai. Ces températures élevées combinées au

déficit pluviométrique ont occasionné une accentuation de l'assèchement des sols superficiels, notamment sur les Hauts-de-France et le Grand-Est. Le déficit d'humidité est marqué du département du Nord et de l'Aisne à la Moselle, du sud des Pays de la Loire au Poitou-Charentes ainsi que du Gers à l'Aude.

Figure 2 : Estimation de l'intensité de présence de la septoriose pour 2017 (observations réalisées par le réseau régional d'Arvalis)

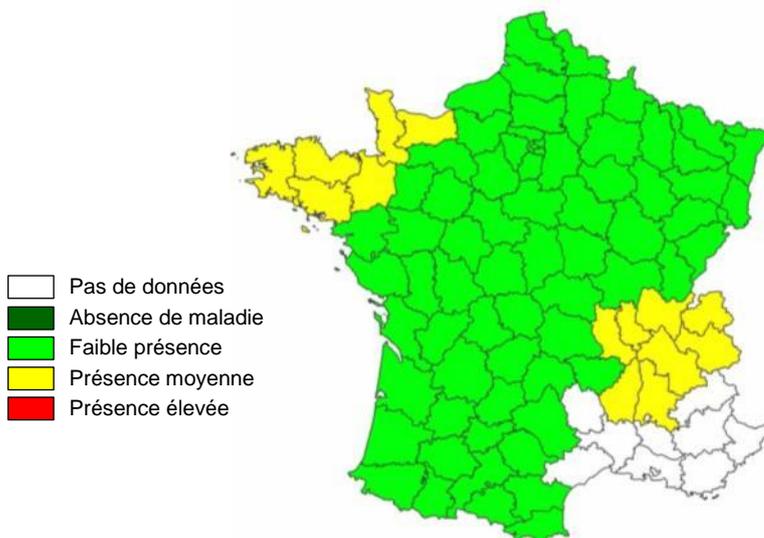
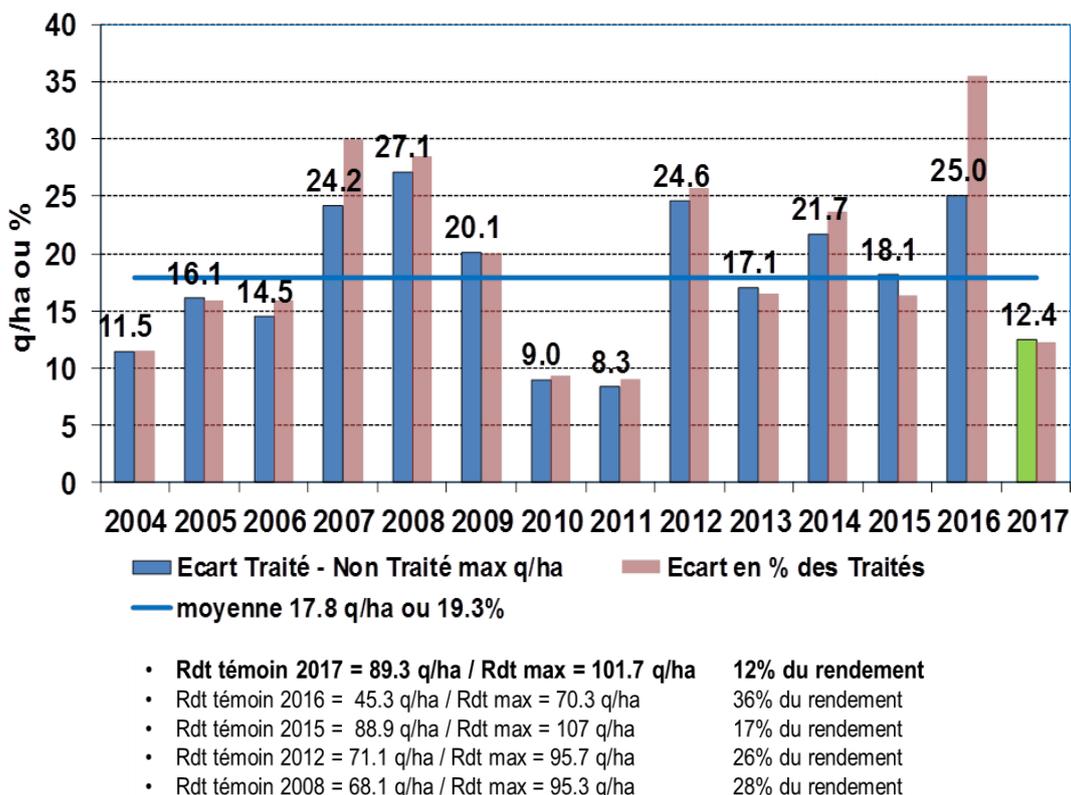


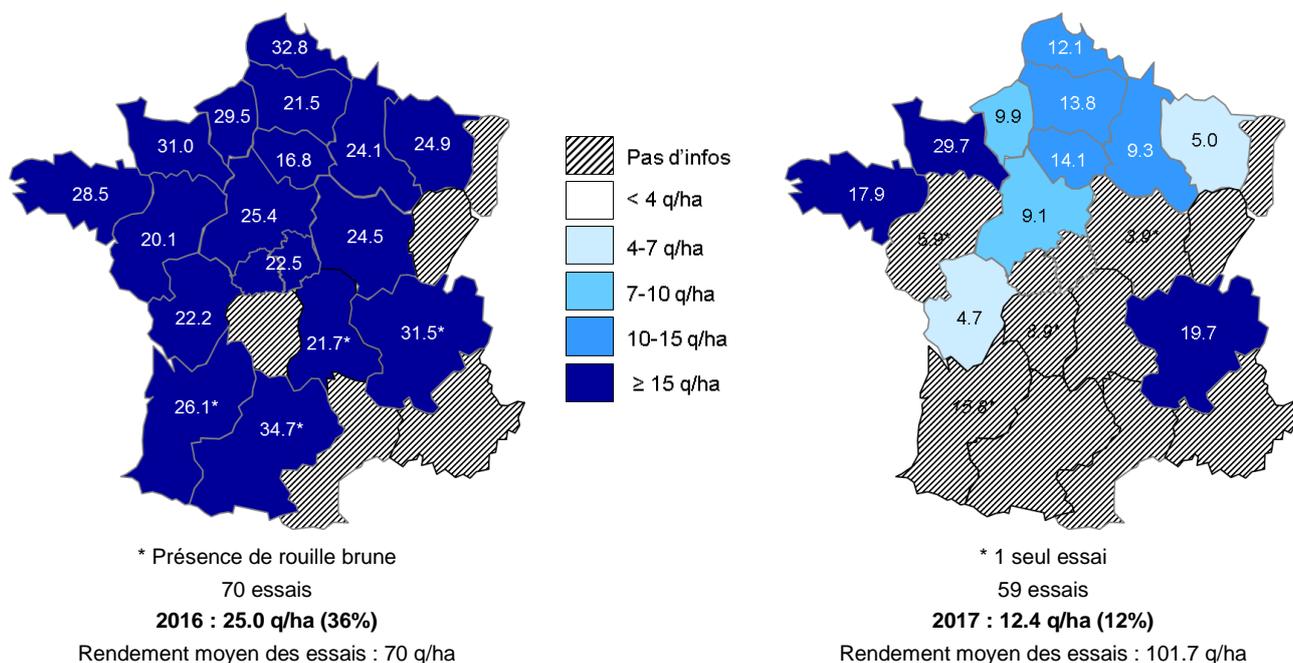
Figure 3 : Estimation de la nuisibilité des maladies dans les essais à dominante septoriose réponse fongicide entre parcelles traitées et non traitées en q/ha. Données Arvalis et partenaires du Réseau Performance 2017.



En 2017, la pression parasitaire est faible. Avec 12.4 q/ha de réponse à l'utilisation de fongicide, pour un rendement maximum observé dans les essais de 101.7 q/ha. La nuisibilité potentielle des maladies foliaires est estimée à 12 % du rendement, soit une valeur trois fois

plus faible que celle observée en 2016. Elle est cependant légèrement supérieure à celle observée en 2011 (8 q/ha soit 9 %) et inférieure à la moyenne pluriannuelle de ces quatorze dernières années (17.8 q/ha soit 19 %).

Figure 4 : Estimation de la nuisibilité des maladies, sans rouille jaune, sur variétés sensibles par région (réponse fongicide entre parcelles traitées et non traitées en q/ha) – 59 essais du Réseau Performance et essais Arvalis 2017



L'impact des maladies foliaires (principalement septoriose) en 2017 est nettement plus faible qu'en 2016 où les maladies avait fait des dégâts partout. En 2017, la nuisibilité des maladies a été importante uniquement en Bretagne, Normandie et autour de Lyon.

Gestion du risque septoriose : activer tous les leviers agronomiques

		+	
Incidence des techniques culturales	Choix variétal	✓	<ul style="list-style-type: none"> Intérêt bien réel des résistances variétales Efficacité partielle et résistance sujette à contournement
	Date de semis	✓	<ul style="list-style-type: none"> Moins de septoriose sur les semis tardifs qui échappent aux premières contaminations
	Travail du sol / enfouissement / broyage des résidus	✓	<ul style="list-style-type: none"> La présence de résidus de paille participe à l'initiation de la maladie
	Rotation	✓	<ul style="list-style-type: none"> Les blés sur blés combinés à une absence de labour favorisent la maladie
	Densité de semis	✓	<ul style="list-style-type: none"> Les densités élevées sont associées à une plus forte pression de maladie
	Fertilisation azotée	✓	<ul style="list-style-type: none"> La diminution des doses d'azote permet de diminuer la protection fongicide, attention toutefois aux pertes de rendements
		-	

Un indicateur de risque, a priori, des maladies foliaires du blé tendre actualisé

En 2016, ARVALIS Institut du végétal a mis au point un indicateur régional de risque dont l'objectif est d'estimer a priori la nuisibilité des maladies foliaires du blé pour éventuellement aider au choix variétal, mais surtout adapter le programme de traitement envisagé en morte saison. Nous l'avons actualisé avec les essais 2017. Cet

indicateur permet d'estimer la nuisibilité (en q/ha) à laquelle on peut s'attendre dans d'une zone géographique donnée en fonction d'un profil de sensibilité variétal « global ». Le profil de sensibilité « global » d'une variété : sensible, moyennement sensible ou résistante est défini par maladie en fonction de sa sensibilité. Les valeurs « seuil » des notes définissant l'appartenance à une classe de sensibilité figurent au tableau 1

Tableau 1 : Classe de sensibilité pour la septoriose, la rouille jaune et la rouille brune

Maladie / Classe de sensibilité	Sensible	Moyennement sensible	Résistante
Septoriose	note≤4.5	4.5<note≤6	note>6
Rouille jaune	note≤4	4<note≤6	note>6
Rouille brune	note≤4	4<note≤6	note>6

La résistance des variétés à la rouille brune, la rouille jaune et la septoriose est décrite par une note (CTPS/Arvalis) allant de 1 (les plus sensibles) à 9 (les plus résistantes) pour chacune des maladies. Le profil de sensibilité global d'une variété est défini à partir de ces notes et des valeurs seuil présentées ci-dessus.

Pour chaque profil et pour chaque région sont proposés grâce à la modélisation, un niveau de nuisibilité moyen et une estimation de sa fréquence avec les déciles 2* et 8*. Ces valeurs de sortie (moyenne, décile 2, décile 8) ont été estimées à partir d'un modèle statistique établi à partir des écarts de rendement traité - non traité observés dans plus de 3200 essais entre 2000 et 2017.

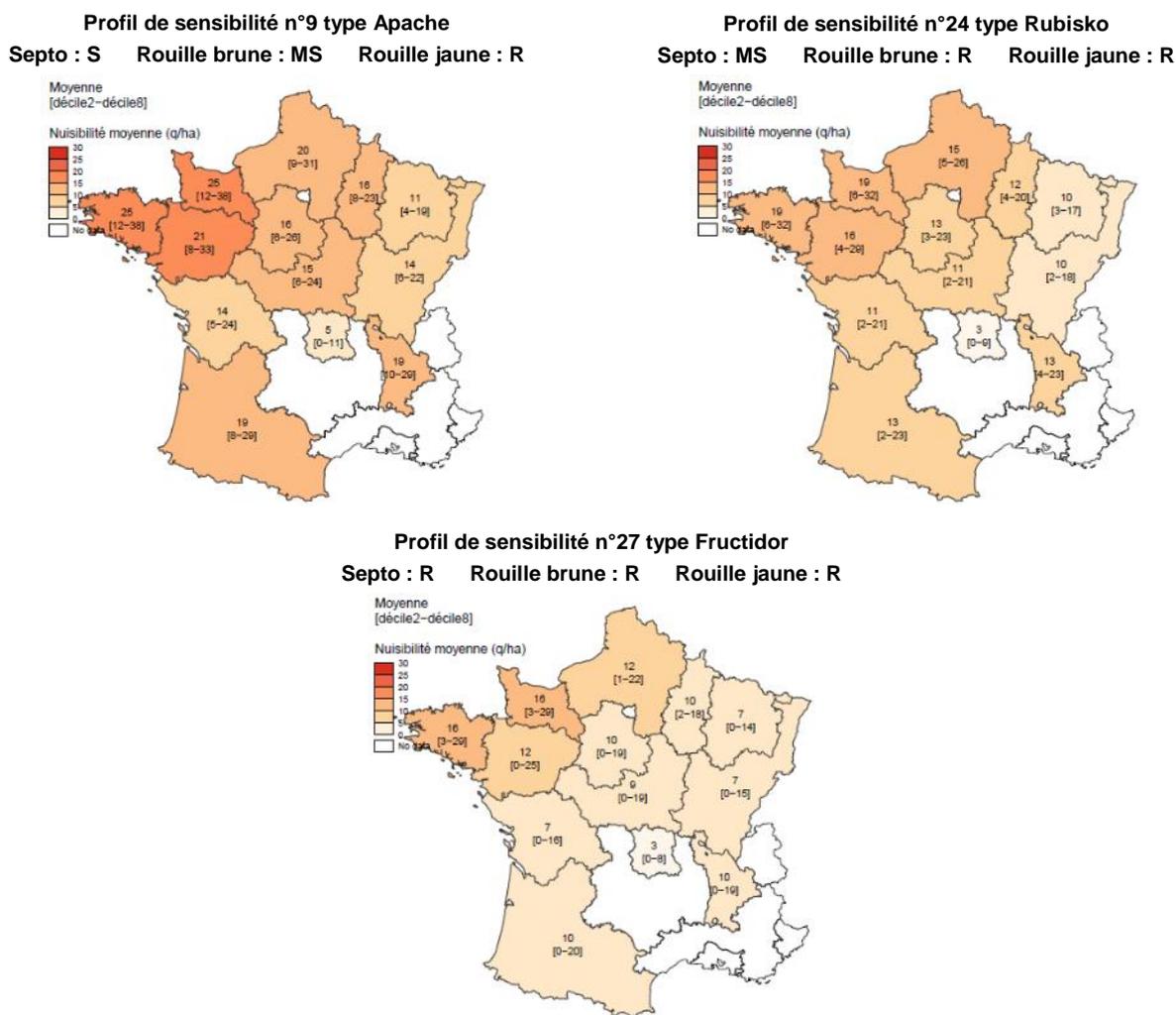
Elles sont présentées sous forme de 3 cartes représentant 3 exemples¹ de profil de résistance variétale pour la septoriose : un profil sensible (profil n°9) correspondant à un type Apache, Bermude ou SY

Moisson, un profil moyennement sensible (profil n°24) correspondant à un type Rubisko et un profil résistant (profil n°27) correspondant à un type Fructidor ou Lg Absalon (Figure 5).

* Le décile 2 est le niveau de nuisibilité en q/ha telle que 80% des écarts traité – non traité observés sont supérieurs à cette valeur. Le décile 8 est le niveau de nuisibilité en q/ha telle que 20% des écarts traité – non traité observés sont supérieurs à cette valeur.

¹ Tous les types de profil peuvent être modélisés.

Figure 5 : Cartes de nuisibilité (q/ha) de 2000 à 2017 entre trois profils globaux différents représentatifs de variétés cultivées : sensible (S) à la septoriose, moyennement sensible (MS) et résistant (R)



Les zones blanches sont celles où le nombre de données d'essais pour le profil considéré est trop faible pour estimer des valeurs de nuisibilités fiables (moins de 18 données, où moins de 3 variétés)

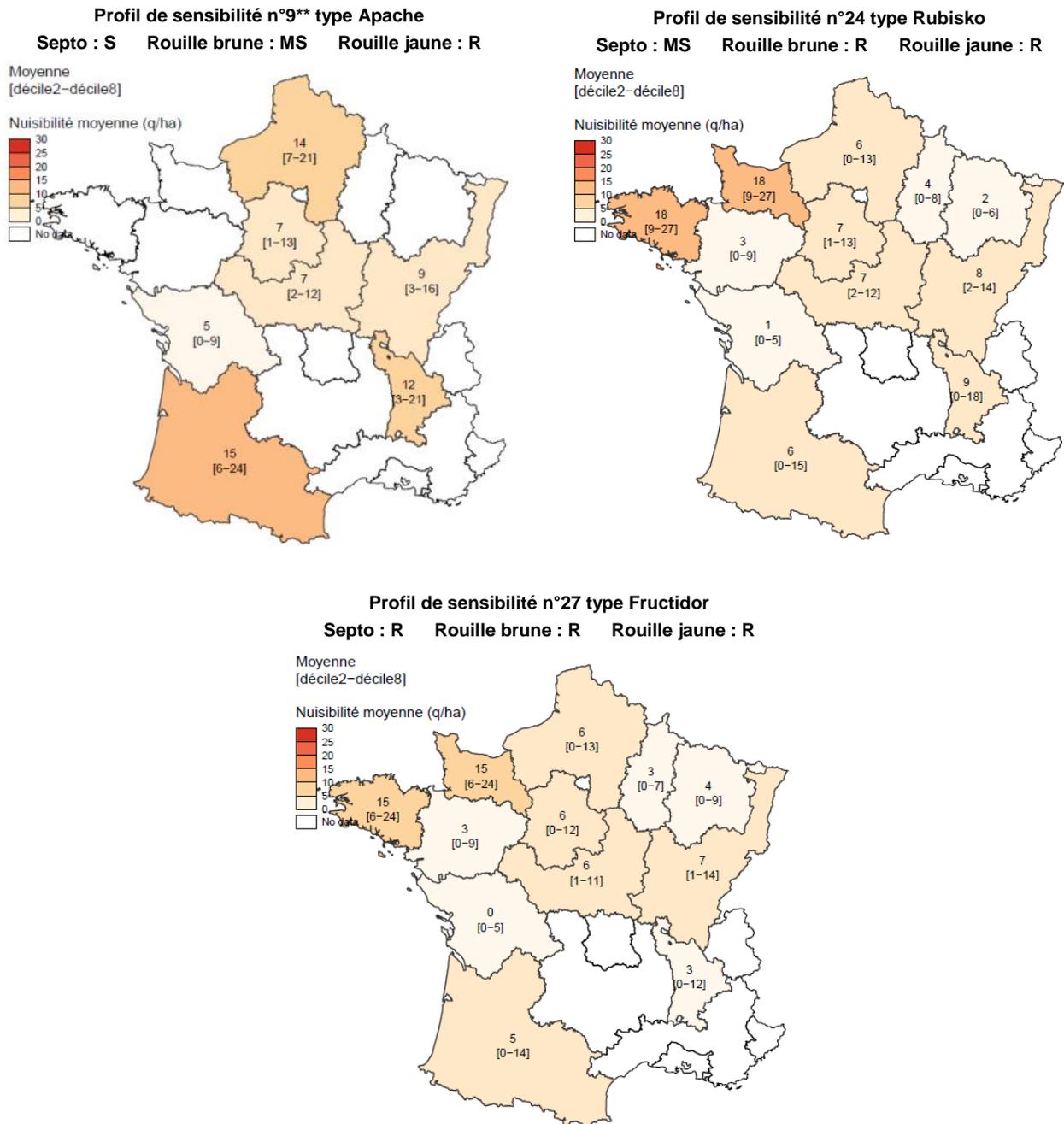
Ces cartes permettent de visualiser la variabilité spatiale de l'indicateur, c'est-à-dire du risque maladie en q/ha.

On constate de fortes disparités de nuisibilité potentielle entre les régions. La région Champagne est par exemple, une zone où la nuisibilité est modérée quel que soit le profil variétal retenu : elle atteint en moyenne 16 q/ha pour un profil sensible, 12 q/ha pour un profil moyennement sensible, et 10 q/ha pour un profil résistant. Parallèlement, le niveau moyen de nuisibilité est très fort en Bretagne et en Basse Normandie. Il atteint en moyenne plus de 25 q/ha pour un profil sensible, 19 q/ha pour un profil moyennement sensible et 16 q/ha pour un profil résistant. Sur cette base, des

recommandations peuvent être adaptées et harmonisées en intégrant à la fois l'effet variété et l'effet région. Les enjeux pouvant être différents d'une variété et d'une région à l'autre, le conseil peut ainsi être nuancé sur une base objective, et même faire l'objet d'une analyse du risque fréquentiel. Notez les écarts entre les déciles 2 et 8, ils illustrent une forte variabilité interannuelle mais aussi intra régionale.

Pour illustrer la variabilité interannuelle et intra régionale, les cartes basées sur les essais 2017 uniquement sont très démonstratives. Les seules régions avec une nuisibilité significative septoriose sont la Bretagne et la Normandie.

Figure 6 : Cartes de nuisibilité 2017 (q/ha) entre trois profils globaux différents représentatifs de variétés cultivées : sensible (S) à la septoriose, moyennement sensible (MS) et résistant (R)



** nombre de variétés appartenant au profil 9 est faible dans les essais 2017

Echelle de résistance à la septoriose blé tendre

Références

Les plus résistantes

Nouveautés et variétés récentes

Résistant									
LEAR	LYRIK GRAPELI	HYFI FRUCTIDOR SYLLON		LG ABSALON KWS DAKOTANA CHEVIGNON FILON (GEDSER) LG ARMSTRONG	SANREMO MUTIC HYPOLITE RGT PRODUCTO	IZALCO CS	RGT CESARIO	RGT FORZANO	STROMBOLI
Assez résistant									
FORCALI	GRANAMAX	CELLULE BOREGAR		LG ALTAMONT FAUSTUS	PASTORAL GIMMICK	RGT LIBRAVO	SOPHIE CS	STEREO	
Moyennement résistant									
MATHEO	AREZZO	AUCKLAND	TRIUMPH	(ACTIVUS)	HYKING	LIPARI	RGT CYCLO		
	SOLEHIO	CALUMET	AIGLE	ATTRAKTION	CREEK	DONJON	PIBRAC		
DESCARTES	BOLOGNA	BERGAMO	ASCOTT NEMO	COMPLICE (ETANA)	KYLIAN	MORTIMER	(LG NASHVILLE)		
Assez sensible									
RUBISKO	RGT VENEZIO	REBELDE	ADVISOR	ORLOGE BIENFAIT		HYBELLO	HYPODROM	MILOR	MOGADOR RGT VELASKO
Sensible									
TERROIR	(TIEPOLO)	OREGRAIN APACHE SY MOISSON	BERMUDE	ADRIATIC ^P COMILFO MONTECRISTO CS	HYDROCK	MAORI			

() : à confirmer

Source : essais inscription (CTPS/GEVES) et post-inscription (ARVALIS) 2015 - 2017, jusqu'à 36 en 2017

Echelle de résistance à la septoriose blé dur

Classement des variétés par rapport à la tolérance à la septoriose

Synthèse pluriannuelle nationale (2007-2017)

		Variétés peu sensibles			
<i>Références</i>				<i>Variétés récentes</i>	
			9		
			8.5		
			8		
			7.5		
Variétés peu sensibles	ANVERGUR	BABYLONE	DAURUR GIBUS	7	NOBILIS BYZANCE
			DAKTER KARUR	6.5	RGT FABIONUR HARISTIDE RGT VOILUR
	CLOVIS	ISILDUR	LIBERDUR MIRADOUX SYBANCO	6	RELIEF RGT FIERTIMUR
Variétés moyennement sensibles	ATOUDUR	LUMINUR	SURMESUR TABLUR	5.5	TOSCADOU HERAKLION
	BIENSUR	FABULIS	JOYAU QUALIDOU SCULPTUR	5	CASTELDOUX LG BORIS
		NEODUR	PESCADOU	4.5	
			CLAUDIO	4	
Variétés sensibles				3.5	
				3	
				2.5	
				2	
				1.5	
			1		

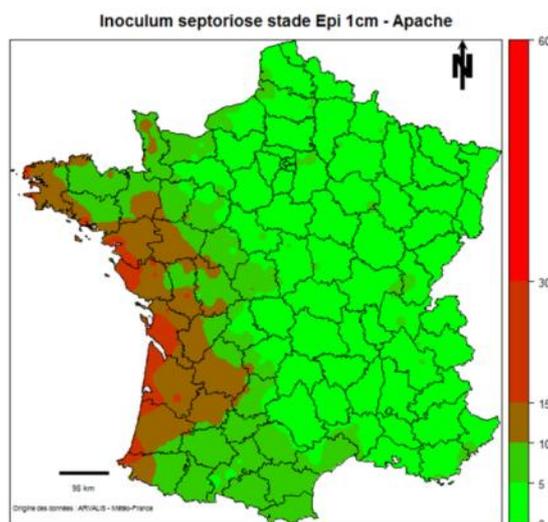
Variétés sensibles

Source : essais pluriannuels ARVALIS et CTPS /GEVES (2007-2017)

Pilotage des traitements septoriose avec Septo-LIS®

Fin mars, le modèle Septo-LIS® d'Arvalis indiquait que, pour un semis à la date recommandée pour une variété sensible de type Apache, comparativement aux années passées, les niveaux d'inoculum de septoriose en sortie d'hiver était médians dans les zones continentales et le Sud-Ouest, et faible dans le Centre et la bordure maritime Ouest. (Figure 5).

- Figure 7 : Niveau relatif de l'inoculum au 03/04/2017 indiqué par Septo-LIS® pour une variété de type Apache semée à une date type départementale reflétant les semis de la campagne 2017. La couleur rouge représente les niveaux les plus élevés, vert clair les plus faibles.



En mars, la maladie a évolué pendant le début montaison en raison d'une pluviométrie excédentaire sur la majeure partie de l'Hexagone, avec des cumuls une fois et demie supérieurs à la normale du Poitou-Charentes au Limousin et sur le nord de Midi-Pyrénées. En revanche, les précipitations ont été déficitaires sur la Bretagne, des Hauts-de-France au nord de la Lorraine. Ensuite en avril, la maladie n'a pas évolué car la pluviométrie a été très déficitaire sur l'ensemble du pays, avec des cumuls extrêmement faibles du Nord – Pas-de-Calais à la Lorraine. Les précipitations ont été quasi-absentes hormis en toute fin de mois. Le déficit dépasse souvent 70% sur la moitié nord ainsi qu'en Aquitaine, avec par exemple seulement 3.4 mm à Reims (Marne) et 12,4 mm à Auch (Gers). Ces conditions sèches liées à une pluviométrie largement déficitaire en avril, expliquent la progression tardive de la maladie. Dans un grand nombre de régions, les premiers symptômes de septoriose apparaissent tardivement sur F2, à partir de fin mai, autour du stade floraison.

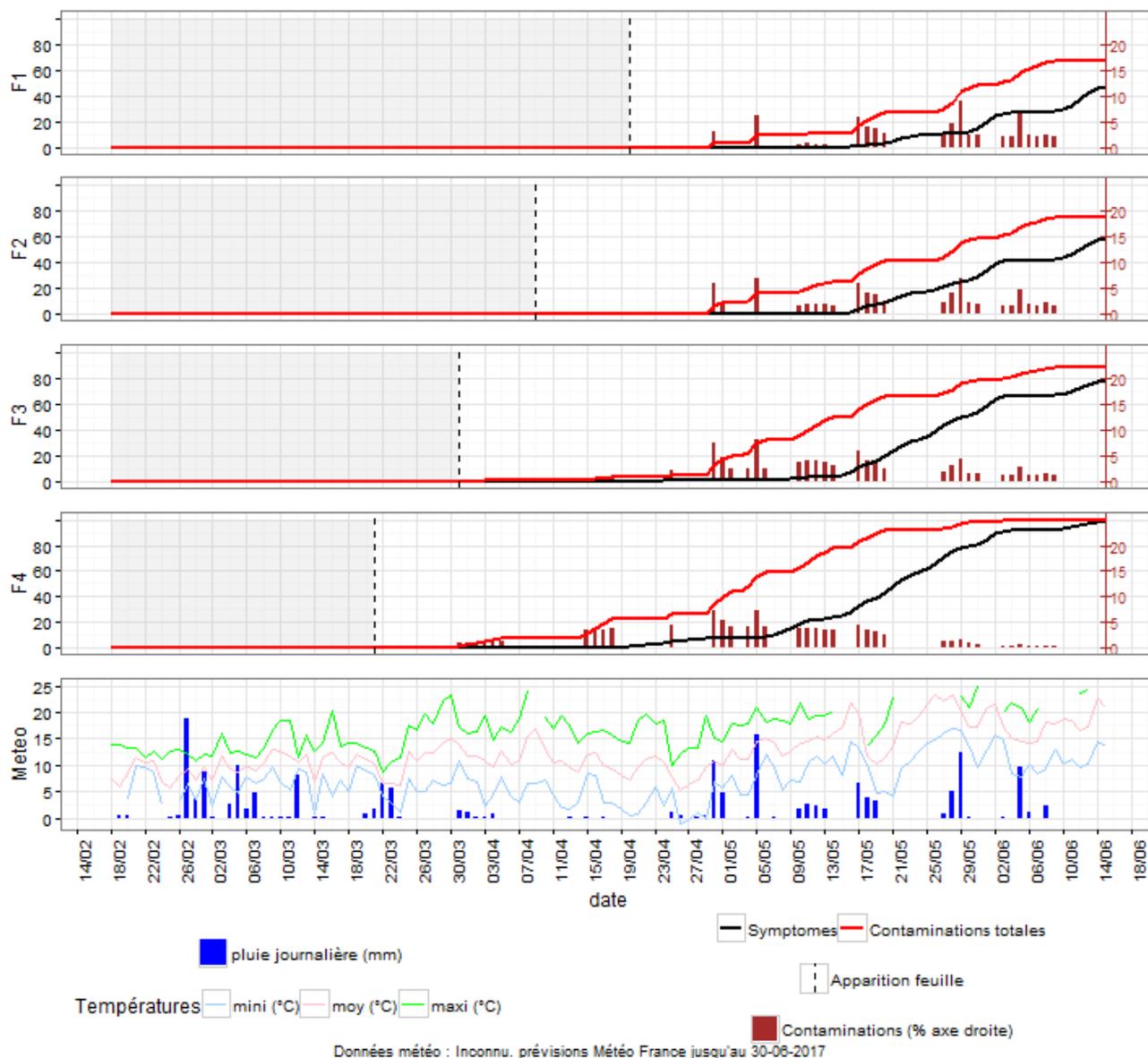
Le retour des pluies à partir du 30/04 pour la Nord de la Loire a conduit Septo-LIS® sur variétés moyennement sensibles (note = 5 à 6) à déclencher une intervention septoriose autour du 07 mai au Nord de la Loire au stade dernière feuille étalée (Z39) et autour du 12/05 pour les variétés peu sensibles (note >6). Seules les variétés très sensibles à la septoriose (note <5) qui représentent 3 à 4% des surfaces pouvaient valoriser un T1 autour du stade dernière feuille pointante (Z37) en 2017.

Les précipitations ont été quasi absentes après le 20/05, sauf en toute fin de mois marquée par les pluies orageuses

Dans la majorité des situations sur variétés moyennement et peu sensibles, l'impasse de T1 avant DFE était possible en 2017.

Exemple d'évolution de la septoriose en 2017 selon le modèle Septo-LIS®

Figure 8 : Ancenis (44) – Rubisko semis 25/10/2016



Exemple de date de traitement conseillée par Septo-LIS® sur variété moyennement sensible (Rubisko semé le 25/10/16) : 07 mai 2017 au stade Z49. Dans cette situation, les résultats d'essai ont montré que l'impasse de T1 était possible.

«RESEAU PERFORMANCE» : LA RESISTANCE PROGRESSE TOUJOURS MALGRE LA FAIBLE PRESSION !

Le Réseau Performance a collecté cette année 273 échantillons, prélevés en fin de saison sur les parcelles traitées et non traitées. Ces échantillons ont permis d'étudier 190 populations provenant de toutes les régions céréalières françaises. Près de 70% des échantillons seulement ont été exploités. Ce taux d'échecs (30%) plus élevé qu'habituellement s'explique par diverses raisons. Certains échantillons bien que

prélevés précocement ne présentaient pas ou peu de symptômes. Compte tenu de la faible pression de maladie, les symptômes ont été prélevés sur feuilles basses, et donc plus âgées, sur lesquelles on rencontre plus fréquemment des espèces saprophytes qui perturbent les analyses. Un trop long délai entre la collecte et la réception au laboratoire peut également expliquer certains échecs.

 **Tableau 2 : Les 35 Partenaires du "Réseau Performance" en 2017**

ACOLYANCE	CA 51	CRA-W	SEPAC
ADAMA	CA 53	FDCETA 02*	SETAB de Bapaume
AGORA	CA 60	EMC2	STAPHYT
BASF	CA 80	EURALIS (AGRIHUB)	SYNGENTA
BAYER	CA IDF	Interface céréales	TERNOVEO
BONNEVAL BEAUCE et PERCHE	CA 52-APVA	Nord Négoce	UCATA
CA 02	CA 59-62	NORIAP	UNEAL
CA 03	CETA Champagne B*	PHYTEUROP	VIVESCIA
CA 10	CETA de HAM Vermandois	SANATERRA	

* Non récolté

LE POINT SUR LES RESISTANCES

Rappel : Extrait de la note commune INRA, ANSES, ARVALIS-Institut du végétal - janvier 2017

Résistance aux IDM

Les souches de *Z. tritici* moyennement résistantes (TriMR) aux triazoles (principale classe d'IDM¹) restent majoritaires dans toutes les régions françaises. Pour mémoire, ces souches sont faiblement à moyennement résistantes aux IDM, et pour une part, entièrement sensibles au prochloraz. Ces dernières sont plus fréquentes dans les régions de la façade atlantique.

La fréquence des souches TriMR diminue cependant rapidement ces dernières années au profit de souches plus résistantes, confirmant la dynamique quantitative de la résistance aux IDM.

Depuis 2008, plusieurs nouvelles catégories de souches présentant des niveaux de résistance moyens à forts aux IDM sont en forte progression. Elles correspondent à 2 groupes² :

- un groupe dit « TriMR évoluées » pour lequel les différentes catégories de souches présentent de forts niveaux de résistance à un ou quelques triazoles, liés à la sélection de nouvelles combinaisons de mutations dans le gène cible des IDM. De nouveaux génotypes ont été caractérisés cette année.

- un groupe dit « MDR » (pour MultiDrug Resistant), pour lequel les différentes catégories de souches sont très résistantes à la plupart des IDM et faiblement résistantes aux SDHI (Inhibiteurs de la Succinate DésHydrogénase, ou carboxamides), suite à l'acquisition d'un nouveau mécanisme de résistance qui permet au champignon d'excréter plus efficacement les fongicides. Ce mécanisme d'efflux accru est systématiquement combiné avec des mutations affectant la cible des IDM.

La fréquence cumulée des TriMR évoluées et des MDR est en accroissement constant depuis 2013, avec une accélération en 2016. Ces souches représentent désormais 42 % de la population sur l'ensemble des échantillons analysés (44 % dans les échantillons concernés), soit 31 % pour les TriMR évoluées (13 % en 2015) et 11 % pour les souches MDR (9 % en 2015). L'un et/ou l'autre de ces phénotypes est présent dans 95 % des populations, contre 72 % en 2015.

Dans les parcelles présentant des fréquences élevées de TriMR évoluées et/ou de MDR, l'efficacité de tous les triazoles est affectée et reste inférieure à 50 %. En situations curatives, l'efficacité d'un programme « tout triazole » ne dépasse pas 30 % même en mélangeant plusieurs triazoles entre eux.

Résistance aux SDHI

La résistance aux SDHI est déterminée par une modification de la cible affectant les sous-unités B, C ou D de la succinate deshydrogénase. Au moins quinze génotypes ont été détectés dans les populations européennes de *Z. tritici* : B-N225T ; B-T268I ; B-T268A ; B-I269V ; C-H152R ; C-W80S ; C-T79N ; C-T79I ; C-N86A ; C-N86S ; C-R151S ; C-V166M ; C-R33S ; C-I161S ; D-D129E. Ces génotypes sont associés à des niveaux de résistance faibles à forts, selon les molécules, la modification C-H152R étant considérée comme potentiellement la plus dommageable pour l'efficacité au champ.

Enfin, le mécanisme d'efflux accru (MDR) concerne également, dans une faible mesure, les SDHI.

Les génotypes résistants spécifiquement aux SDHI sont principalement détectés en Irlande, en Angleterre et aux Pays-Bas. Leur fréquence peut représenter jusqu'à 30 % des souches parmi les échantillons collectés selon un mode de capture aléatoire, voire davantage dans des essais ciblés.

En France, la résistance a été détectée pour la première fois en 2012 (un isolat du nord de la France portant le changement C-T79N, associé à des facteurs de résistance faibles à moyens). La résistance aux SDHI a de nouveau été détectée, sur la base d'une dose discriminante de boscalid, en 2015 (2 populations suspectes avec faibles fréquences de souches résistantes) et en 2016 (7.5 % des populations analysées et 15 sites de collecte parmi 60). La mutation C-H152R, n'a pour l'instant pas été identifiée en France. Il n'a pas non plus été décelé de souches associant les deux mécanismes de résistance aux SDHI (mutation de cible + efflux) accru. En France, il n'y a pas lieu de craindre pour l'efficacité des SDHI en pratique pour 2017.

Ces constats nous incitent cependant à maintenir une pression de sélection aussi faible que possible sur ce mode d'action et légitiment notre recommandation de n'utiliser les SDHI qu'une seule fois par saison.

¹ : IDM : Inhibiteur de DéMéthylation.

² : Leroux P, Walker AS, Multiple mechanisms account for resistance to sterol 14 α -demethylation inhibitors in field isolates of *Mycosphaerella graminicola*. (2011). *Pest Management Science* 67(1), 47-59.

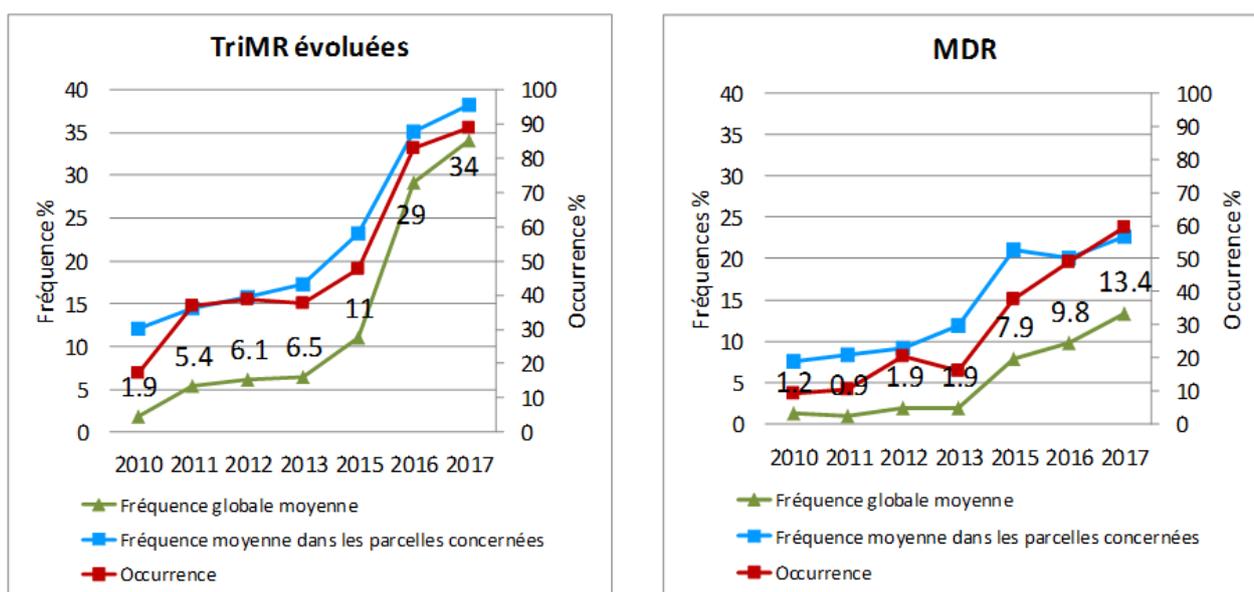
En 2017 : Les phénotypes les plus résistants aux IDM progressent encore

Les souches MDR³ représentent désormais plus de 13% de la population contre 10% l'année dernière. Les souches dites « TriMR évoluées » progressent également bien que moins fortement qu'entre 2015 et 2016. Elles représentent actuellement 34 % de la population, contre 29% en 2016 et 11% en 2015. Ces souches présentent une résistance spécifique aux IDM, avec des niveaux de résistance moyens à forts selon les molécules. Elles combinent en effet plusieurs mutations, jusqu'à 9, sur le gène CYP 51⁴, en particulier, des combinaisons intégrant la substitution S524T.

³ : MDR : les souches dites MultiDrug Résistantes, résistent à tous les IDM et dans une moindre mesure aux autres modes d'action. Le mécanisme de résistance correspondant est lié à la surexpression de pompes membranaires dont le rôle est de diminuer la concentration en toxiques dans la cellule fongique. Plus efficaces dans les souches MDR que dans les souches non MDR, ces pompes diminuent la concentration de fongicides à l'intérieur de la cellule du champignon, provoquant la résistance. Les pompes membranaires impliquées sont peu spécifiques, ce qui explique qu'elles induisent une résistance forte à tous les IDM testés, et dans une moindre mesure, aux autres modes d'action comme les QoI et les SDHI

⁴ : Le gène *cyp51* code pour l'enzyme stérol 14 α -déméthylase

Figure 9 : Evolution des phénotypes les plus résistants (TriMR évolués + MDR) de *Z. tritici* dans les échantillons du Réseau Performance depuis 2010



La fréquence globale moyenne (en vert) des souches TriMR évoluées et MDR progresse significativement. Leur total passant de 39% (29.1+9.8) à 47.6%(34.2+13.4) entre 2016 et 2017. La fréquence de ces catégories de souches est multipliée respectivement par 3.1 et par 1.7 entre 2015 et 2017. Au total, c'est presque une souche sur deux qui est désormais MDR ou TriMR évoluée et donc difficile à contrôler.

NB : les analyses réalisées en 2014 ayant porté sur un nombre limité d'échantillons prélevés uniquement dans les parcelles non traitées, n'ont pas été représentées sur le graphique. L'occurrence représente le taux d'échantillons où des souches TriMR évoluées ou MDR sont isolées.

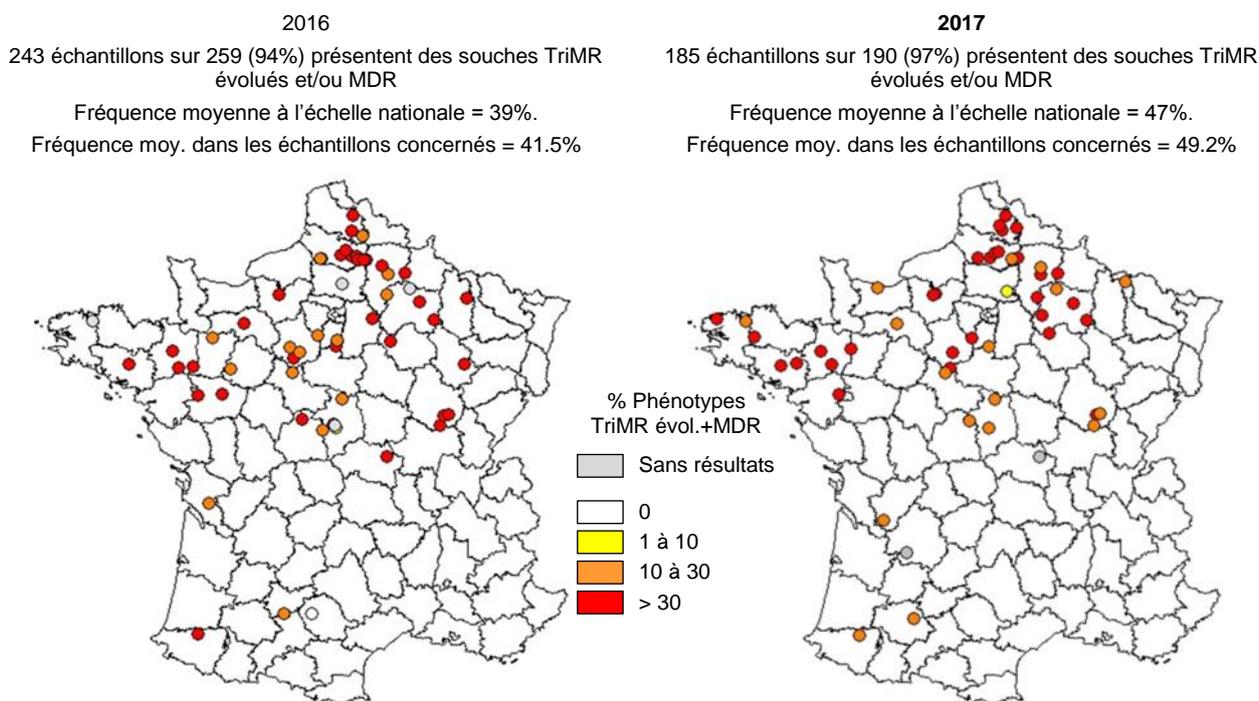
Du côté de la résistance aux SDHI

Plusieurs génotypes résistants aux SDHI ont été détectés en France, en Angleterre ou en Irlande depuis 2012, mais toujours à de faibles fréquences. En 2017, sur l'ensemble du monitoring, 34 populations (soit 12% des populations analysées) présentent des filaments longs aux doses discriminantes de SDHI (boscalid et bixafen) utilisées dans le test réalisé par l'INRA BIOGER. Des analyses complémentaires sont en cours pour isoler ces souches, confirmer et caractériser une éventuelle résistance spécifique. Selon Anne Sophie Walker et Clémentine Duplaix, « il convient également

de souligner que la famille des SDHI est concernée par le mécanisme de MDR, avec des niveaux de résistance compris entre 5 et 15, et qu'à ce titre, il est important de vérifier la capacité des SDHI à sélectionner ces isolats MDR (cf. résultats incidence des traitements ci-dessous) et également d'anticiper le risque de résistance multiple CarR + MDR »⁵.

⁵ : Anne Sophie Walker et Clémentine Duplaix «Analyse des populations de *Zymoseptoria tritici* campagne 2017 », notice d'accompagnement des résultats d'analyse 2017, avec l'aimable autorisation des auteurs.

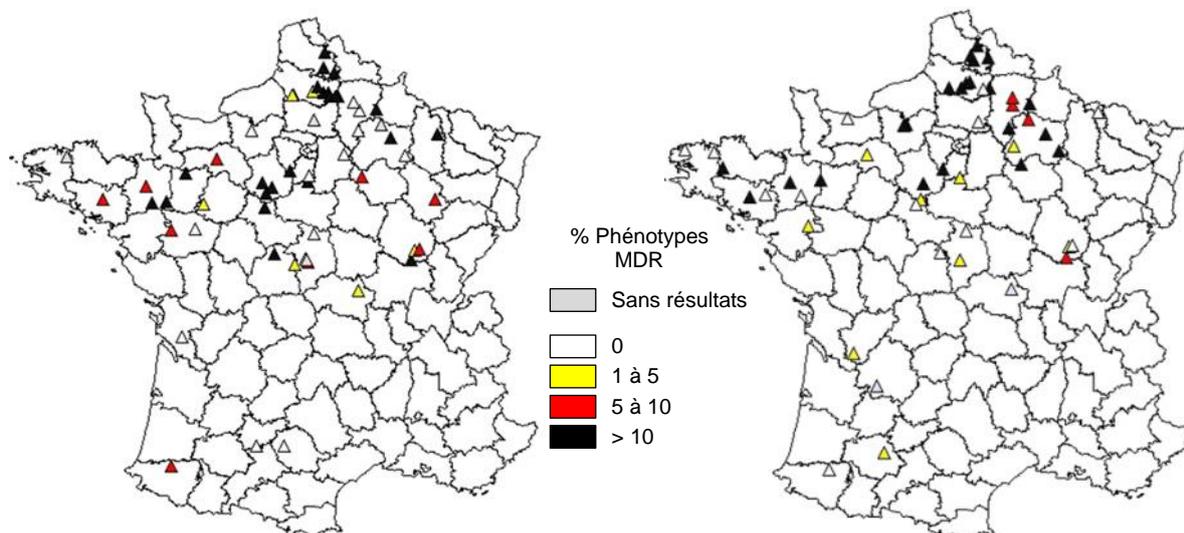
Figure 10 : Distribution des phénotypes TriMR évolués + MDR de *Z. tritici* sur le Réseau Performance en 2016 et 2017



Presque toutes les populations de septorioses échantillonnées, contiennent des souches TriMR évoluées et/ou MDR.

Figure 11 : Distribution des souches MDR (MultiDrug résistantes) de *Z. tritici* sur le Réseau Performance en 2016 et 2017

2016	2017
40 sites sont concernés sur 56 (71%)	36 sites sont concernés sur 49 (73%)
127 échantillons sur 259 sont concernés (occurrence =49%)	112 échantillons sur 190 sont concernés (occurrence =59%)
Fréquence moyenne dans les échantillons concernés = 20 %	Fréquence moyenne dans les échantillons concernés = 22.8 %
Fréquence moyenne sur tous les échantillons = 9.8 %	Fréquence moyenne sur tous les échantillons = 13.4 %



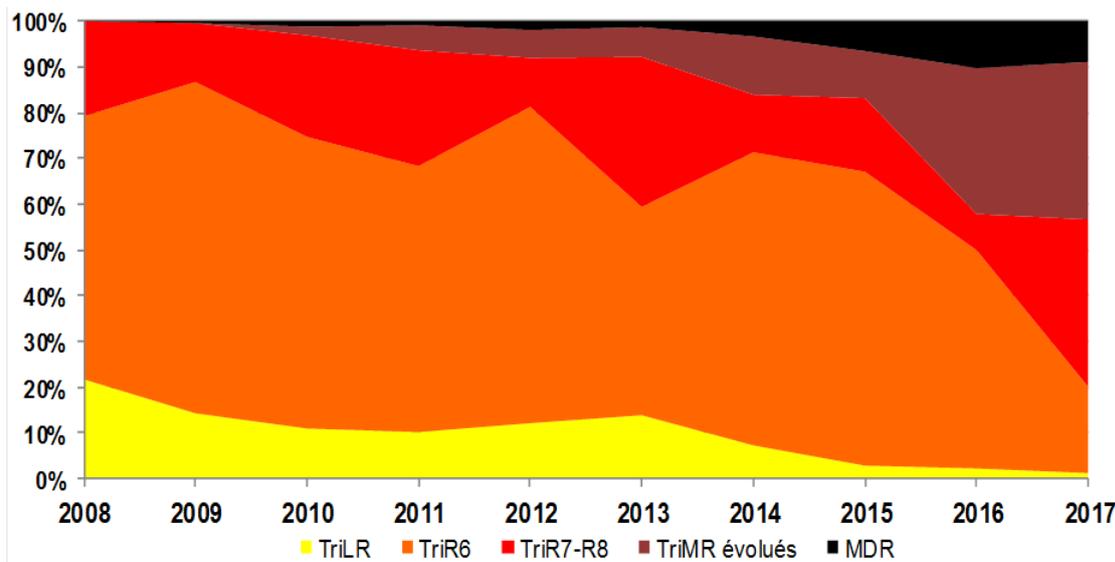
Les souches MDR sont présentes dans près de six échantillons sur dix en 2017

Tableau 3 : Structure moyenne de la population de *Zymoseptoria tritici* sur le "Réseau Performance" en 2015, 2016 et 2017 (tous échantillons)

				2015 (%)	2016 (%)	2017 (%)
TriS (Sensible)	Phénotypes déjà présents avant 2008	Tri R1/R3	Les souches sensibles ont disparu	0	0	0
TriLR (Faiblement résistant)	Phénotypes déjà présents avant 2008	Tri R2/R4 Tri R5	Les souches faiblement résistantes sont minoritaires	2.0	1.9	1.0
TriMR (Moyennement à fortement résistant)	Phénotypes TriMR évolués	Tri R6 Tri R7 Tri R8	Les souches Tri R6 dominant dans le Nord de la France par rapport aux souches Tri R7 et R8	79.1	59.2	51.4
		Tri R5+ Tri R8+	Même mutation que Tri R5 et Tri R8 avec facteurs de résistance plus élevé			
		Tri R9 Tri R10 Tri R11 Tri R12	Nouvelles combinaisons de mutations déjà connues.	11	29.1	34.2
		Tri Rz New ...	Facteurs de résistance moyens voire élevés pour quelques IDM (Jusqu'à X mutations combinées)			
TriHR (Hautement résistant)	Phénotypes MDR	MDR 6 MDR 7 MDR 10 ...	Résistance croisée à tous les IDM et niveaux de résistance très élevés. Facteur de résistance faible pour les SDHI	7.9	9.8	13.4

Les chiffres présentés représentent les pourcentages moyens de chaque phénotype dans l'ensemble des échantillons du Réseau Performance.

Figure 12 : Evolution des populations de *Z. tritici* entre 2008 et 2017 sur les témoins non traités en fin de saison

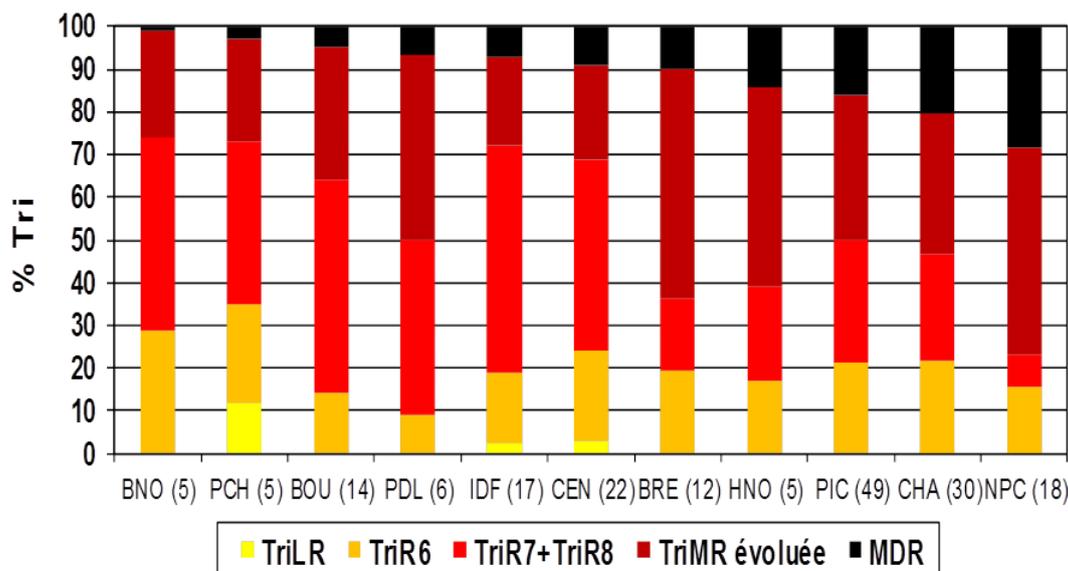


La progression des souches TriMR évoluées (en brun) est moins forte en 2017. Elles représentent néanmoins 34 % des souches prélevées dans les témoins non traités en fin de saison.

Au plan de la structure générale de la population (Tableau 4 et Figure 12), les souches les plus sensibles (TriLR) déjà marginales en 2016 ne représentent plus que 1 % en 2017. Les souches TriMR régressent au profit des TriMR évoluées mais restent dominantes (51 %). A noter, la présence plus importante de souches TriR7-R8 par rapport à 2016 notamment dans le Centre

et en Picardie (Figure 13). Les souches les plus résistantes encore minoritaires en 2015 progressent de façon inquiétante en particulier les phénotypes MDR sur les parcelles traitées. Cette progression concerne presque toutes les régions. La présence des souches MDR reste plus marquée dans les régions Nord (Figure 13). Elle atteint près de 30% dans le Pas-de-Calais.

Figure 13 : Répartition des populations de *Z. tritici* en fonction des régions - 190 populations 2017



Les régions Nord (Nord-Pas-de-Calais, Champagne, Picardie) présentent le plus fort pourcentage de souches MDR

Un total de 49 essais a été mis en place et 46 ont été récoltés en 2017 par les 35 partenaires du réseau, répartis sur 13 zones céréalières. Les essais sont systématiquement accompagnés par des analyses de

résistance. Cette année, le Réseau Performance offrait le choix pour le tronc commun entre trois spécialités à base de SDHI + triazole (Kardix, Elatus Era, Librax). Les résultats sont donc présentés sous formes générique.

Tableau 4 : Principales modalités mises en place dans le "Réseau Performance" en 2017 – double application et trois applications : 2 Nœuds puis DFE-Gonflement puis début floraison

Module Kardix base prothioconazole

	T1 de Z32 à Z33	T2 de Z39 à Z45	T3 de Z61	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	Tr : Juventus 1 l/ha	Tr : Joao 0.48 l/ha		69	1.6
3	Tr + C : Juventus 0.7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha		80	1.8
4	Tr + C : Juventus 0.7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHIs + C : Kardix 0.9 l/ha + chloro 450 g/ha		88	2.4
5	Tr + C : Juventus 0.7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha	Tr+Im : Epopée 1.2 l/ha	106	2.8
6	C750 : chlorothalonil 750 g/ha	Tr+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha		64	1.6
7	Tr + C : Juventus 0.7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI : Elatus era 0.8 l/ha		82	2.0

Module Elatus Era base prothioconazole

	T1 de Z32 à Z33	T2 de Z39 à Z45	T3 de Z61	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	Tr : Juventus 1 l/ha	Tr : Joao 0.48 l/ha		69	1.6
3	Tr + C : Juventus 0.7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI : Elatus era 0.8 l/ha		82	2.0
4	Tr + C : Juventus 0.7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI + C : Elatus era 0.8 l/ha + chloro 450 g/ha		90	2.6
5	Tr + C : Juventus 0.7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI : Elatus era 0.8 l/ha	Tr+Im : Epopée 1.2 l/ha	109	3.0
6	C750 : chlorothalonil 750 g/ha	Tr+SDHI : Elatus era 0.8 l/ha		66	1.8
7	Tr + C : Juventus 0.7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha		80	1.8

Module Librax base metconazole

	T1 de Z32 à Z33	T2 de Z39 à Z45	T3 de Z61	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	Tr : Joao 0.48 l/ha	Tr : Juventus 1 l/ha		69	1.6
3	Tr + C : Joao 0.33 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI : Librax 1 l/ha		81	1.4
4	Tr + C : Joao 0.33 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI + C : Librax 1 l/ha + chloro 450 g/ha		89	2.0
5	Tr + C : Joao 0.33 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI : Librax 1 l/ha	Tr+Im : Epopée 1.2 l/ha	107	2.4
6	C750 : chlorothalonil 750 g/ha	Tr+SDHI : Librax 1 l/ha		64	1.5
7	Tr + C : Joao 0.33 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha		81	1.5

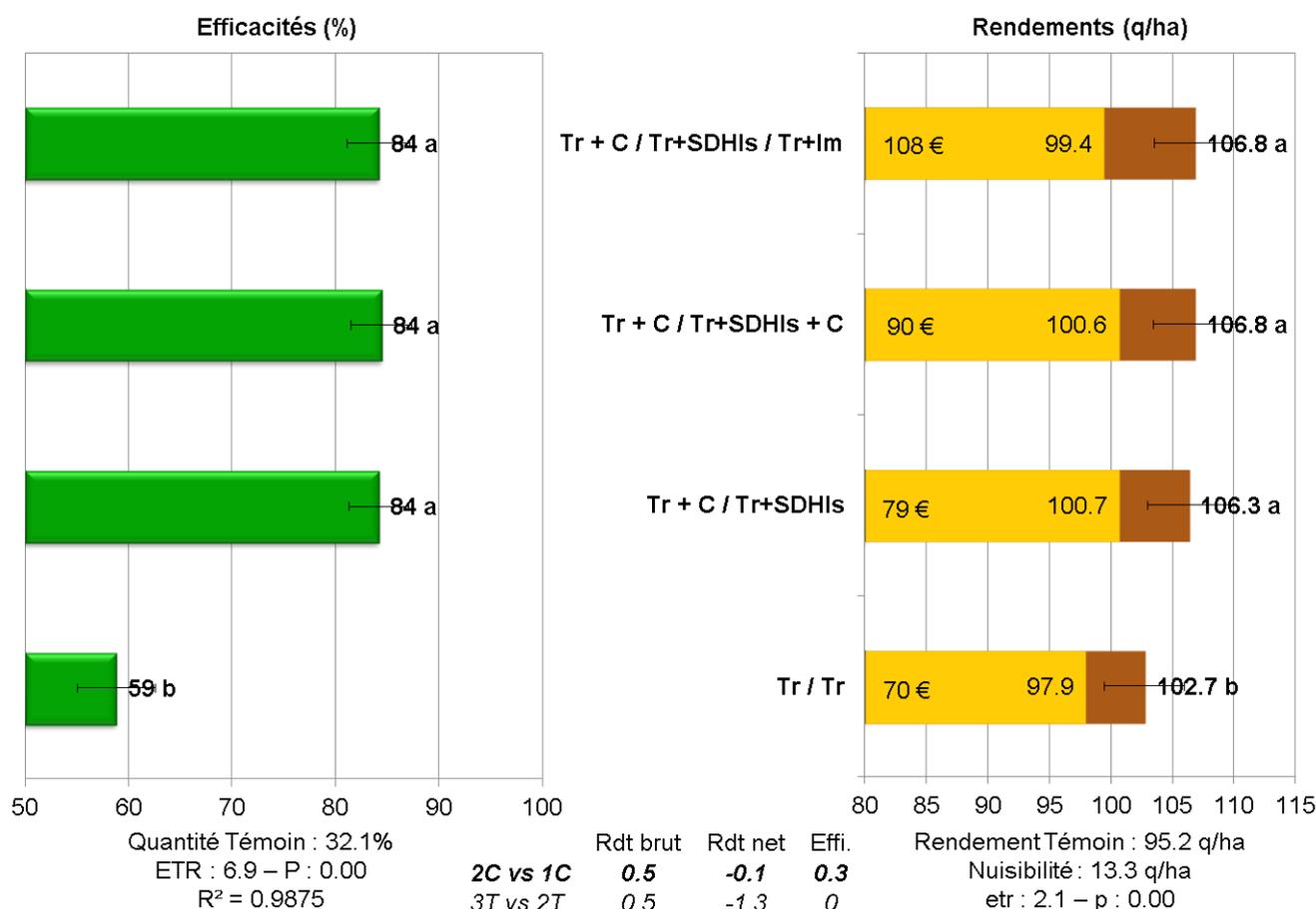
Tr signifie : triazole ; Tr + C ; triazole + chlorothalonil ; Tr+SDHI : triazole+SDHI ; Tr+SDHIs : triazole+SDHI+SDHI ; Tr+Im : triazole+imidazole.

Le "Réseau Performance" offre une certaine liberté dans le choix des modalités à tester. Les résultats présentés ici correspondent au tronc commun (modalité 1 à 5 et à 2 des modalités optionnelles insérées par les partenaires. Il n'est malheureusement pas possible de publier les résultats exhaustifs du « Réseau Performance » : une synthèse complète est disponible auprès des régionaux d'Arvalis - Institut du végétal.

En 2017, la faible pression de septoriose sur feuilles n'a pas permis d'exploiter la totalité des essais. Certains sites d'essais fortement touchés par le déficit hydrique tous au long du printemps ont été exclus de la synthèse à cause d'une forte hétérogénéité des rendements ou

des résultats non significatifs. Un total de 36 essais avec les rendements du tronc commun a pu être exploité et 24 essais avec l'ensemble des informations (efficacités, rendements, analyses) ont été finalement sélectionnés pour la synthèse 2017.

Figure 14 : Efficacité sur septoriose et rendement des modalités du Réseau Performance
Prix du blé 14.5 €/q - 24 essais 2017 - délai moyen T1/T2 : 24 j. - Date moyenne T2 : 15/05 - Phénotypes TriMR évolués + MDR : 35% (TriMR évolués : 29% - MDR : 6%)



La modalité avec triazole + chlorothalonil au T1 puis triazole+SDHI est l'une des plus performantes (+25 points d'efficacité et +3.6 q/ha S par rapport au programme triazole puis triazole).

Un ou deux chlorothalonil, quel bénéfice ?

Sur 24 essais, l'ajout de 450 g de chlorothalonil⁶ au T2 soit sur une base Kardix 0.9 l/ha (16 essais), soit Elatus Era 0.8 l/ha (6 essais), soit Librax 1 l/ha (2 essais) n'apporte ni avantage technique ni économique par rapport à un programme avec Tr+SDHI solo au T2 (Figure 14). Dans le contexte de faible pression septoriose 2017, le deuxième chlorothalonil est faiblement valorisé malgré un positionnement préventif du T2, mais au final, le résultat économique est le même. Dans le détail, 6 essais sur 24 présentent un écart significatif (+3.4 q/ha et +4 points d'efficacité) en faveur du deuxième chlorothalonil, 18 essais témoignent d'un écart non significatif.

Il n'y a pas d'erreur à appliquer du chlorothalonil une deuxième fois au T2, ce qui confirme les conclusions des années antérieures.

Dans cette série d'essais, nous n'observons pas d'effet négatif de l'ajout de chlorothalonil aux différents SDHI au T2 contrairement à ce qui avait pu être observé en 2016 dans certaines situations très curatives. Dans le cas où l'ajout d'un chlorothalonil au T2 est retenu dans les régions les plus concernées par les MDR, nous attirons l'attention sur la nécessité d'intervenir au T2 dans des conditions préventives.

⁶ : 350 g de chlorothalonil ont déjà été appliqué au T1 avec Juventus 0.7 + Bravo 0.7l/ha ou Joao 0.33 + Bravo 0.7l/ha.

Un poids du T3 faible en 2017

Dans les 24 essais du Réseau Performance 2017 (sans rouille brune tardive), la contribution d'un troisième traitement Epopée 1.2 l/ha à base de triazole+imidazole (Tr+Im : tébuconazole 160 g/ha + prochloraze 320 g/ha) est en moyenne de +0.5 q/ha (NS) (Figure 14). Sur un regroupement plus important de 36 essais (résultats non présentés), le poids du T3 est proche d'un quintal, mais toujours non significatif (+0.9 q/ha NS) avec une « perte » économique de près d'un quintal net (-0.9 q/ha net soit -13 €/ha). Compte tenu des conditions climatiques sèches en avril et mai, un troisième traitement n'avait pas d'intérêt cette année.

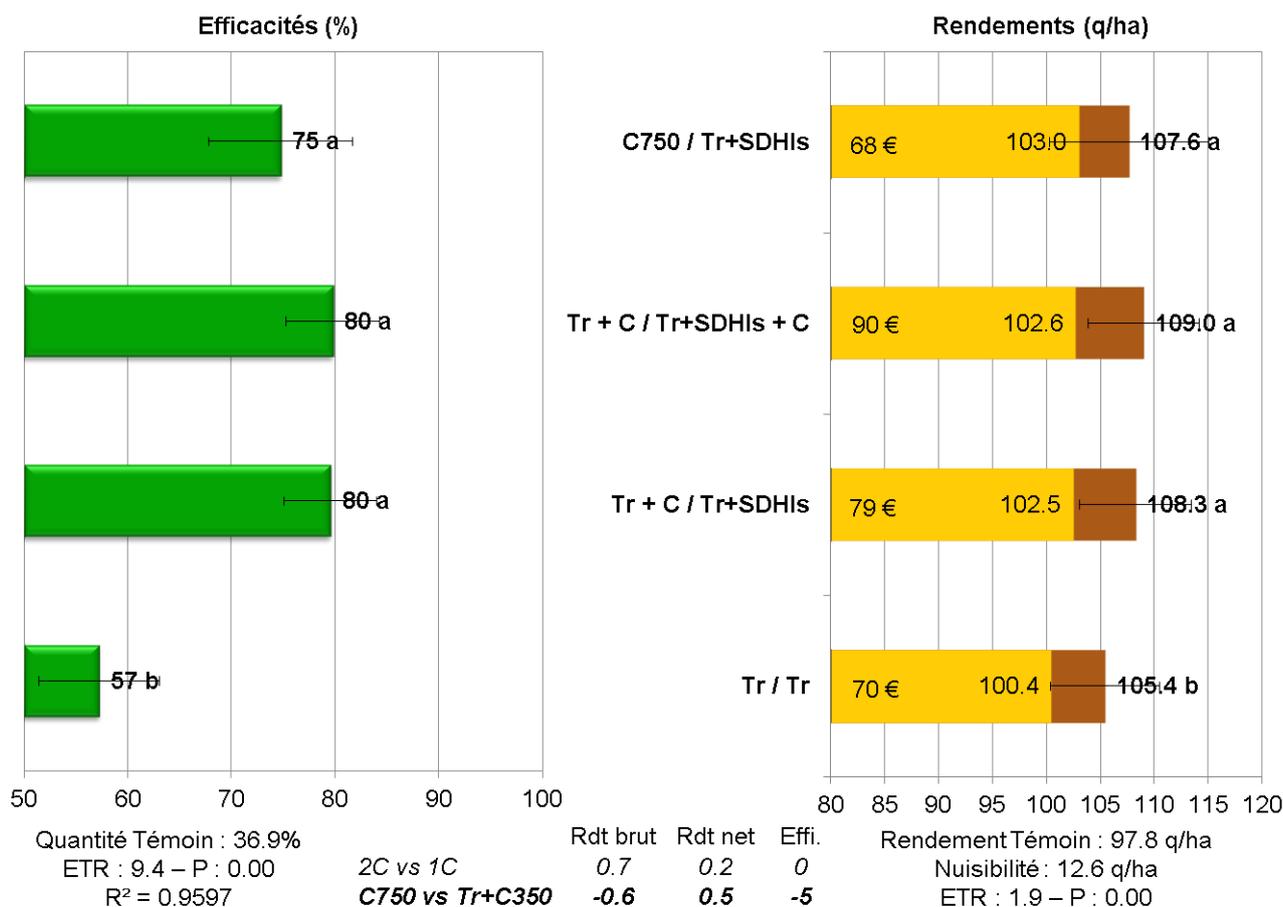
Les triazoles sont-ils encore indispensables au T1 ?

Sur un regroupement de 10 essais, la modalité chlorothalonil 750 g/ha appliqué seul au T1 obtient des résultats d'efficacité proche, voire légèrement inférieurs à l'association de triazole (metconazole ou

prothioconazole) et de 350 g/ha de chlorothalonil. (Figure 15).

Sur le rendement, brut et net les modalités Juventus 0.7 + Bravo 0.7 L/ha au T1 (8 essais sur 10) ou Joao 0.33 + Bravo 0.7 L/ha (2 essais sur 10) qui apportent 350 g/ha de chlorothalonil + triazoles par avec du chlorothalonil seul à 750 g/ha présentent des effets comparables (Figure 15). Le chlorothalonil seul, solution très économique, peut donc s'envisager au T1 sur variété résistante à la rouille jaune. Compte tenu de la présence de souches de plus en plus résistantes aux IDM (ici 30% de TriMR évoluées + 5.5% MDR), le programme à base exclusivement de triazoles n'est pas mis en grande difficulté mais l'efficacité moyenne reste inférieure à 60% pour la double application de triazoles de référence (Juventus / Joao). Cela représente une efficacité et un rendement significativement inférieurs aux autres programmes et en particulier au programme chlorothalonil au T1 suivi d'un SDHI+triazole au T2 (Figure 15).

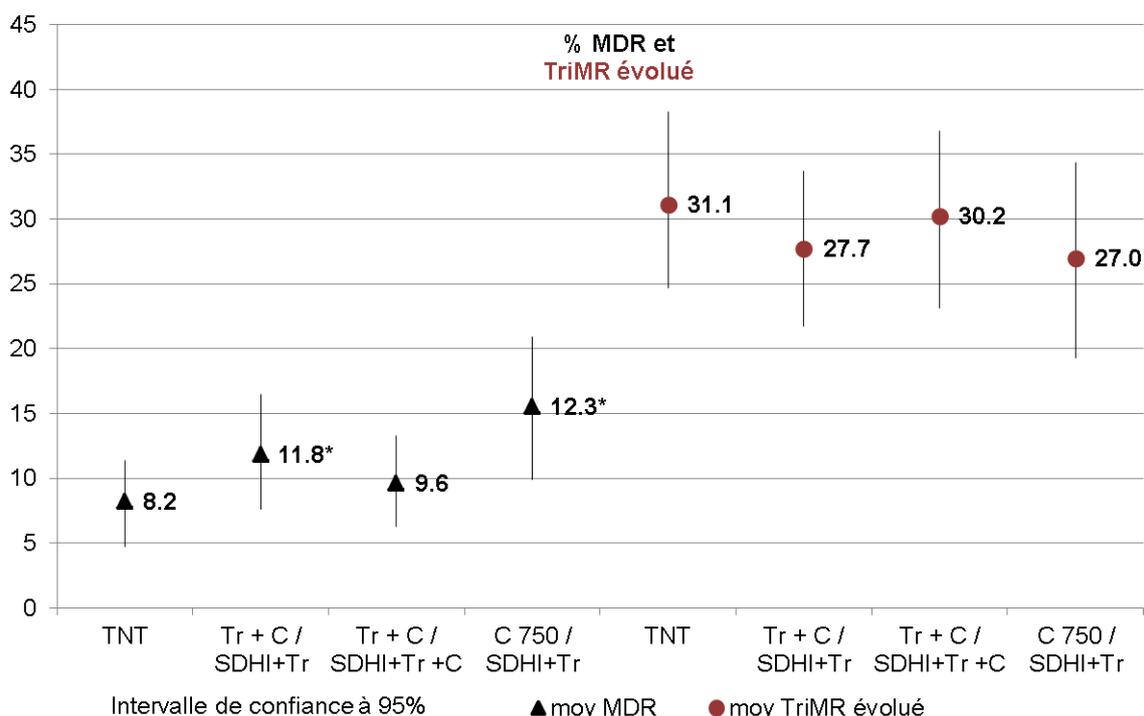
Figure 15 : Efficacité sur septoriose et rendement des modalités du Réseau Performance - 10 essais avec chloro solo au T1. – délai moyen T1/T2 : 22 j- date moyenne T2 : 17/05-- Phénotypes TriMR évolués + MDR : 35.5% (TriMR évolués : 30% - MDR : 5.5% Prix du blé 14.5 €/q



La contribution de l'association triazoles (metconazole ou prothioconazole) + 350 g/ha de chlorothalonil du T1 est proche voire légèrement supérieure à 750 g/ha de chlorothalonil solo

Incidence des traitements sur la structure des populations

Figure 16 : Effet des différentes modalités de traitement du tronc commun du Réseau Performance sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 35 essais (29 essais 2016 + 6 essais 2017) - Modèle mixte généralisé bayésien avec inflation de 0



Avec un chlorothalonil au T1 puis au T2, pas de différence sur les populations comme en 2015. En revanche, la présence de SDHI au T2 augmente significativement* la proportion de souche MDR dans la population, sauf lorsqu'il est associé à du chlorothalonil. Un SDHI+Triazole sans chlorothalonil au T2, quel que soit le T1, favorise les MDR.

* Proportion d'écart négatifs C750 puis SDHI+Triazole par rapport au témoin et Triazole + C puis SDHI+triazole par rapport au témoin respectivement 99% et 92%

Pour traiter statistiquement les données de fréquence des différentes catégories de souches (MDR et TriMR évoluées), issues des parcelles non traitées et traitées selon différents programmes, les statisticiens utilisent un modèle mixte généralisé bayésien avec inflation de 0.

Il permet à la fois de traiter des données issues d'un réseau (certaines données peuvent être manquantes) et de prendre en compte la particularité de la variable étudiée, qui est de type présence / absence (exprimée en %). La thématique étudiée implique de gérer de nombreuses situations où seule l'absence a été notée. Il y a donc une inflation de 0 dans les jeux de données qu'il faut prendre en compte.

La méthode dans son principe à partir des données de base consiste à reconstituer par modélisation une distribution a posteriori pour chacune des modalités à comparer (par ex A et B). Ce sont ces distributions de type binomiale, qui sont comparées deux à deux, par simple différence (A – B). Si les distributions de A et B se confondent, elles vont présenter des fréquences d'écart (positifs ou négatifs) proches de 50%. A l'inverse des populations présentant des distributions différentes (disjointes) vont présenter des fréquences d'écart (positifs ou négatifs élevés). Nous estimons qu'en deçà de 20% ou au-delà de 80%, d'écart négatifs ou positifs, les distributions peuvent être considérées comme différentes.

Exemple : dans le cas de la figure 16, la proportion d'écart négatifs entre les fréquences des MDR des modalités C750 puis SDHI+Triazole et le témoin Triazole + C puis SDHI+triazole et le témoin sont respectivement de 99% et de 92%. Les différences observées ne sont donc pas liées au hasard.

S'agissant de l'effet du chlorothalonil en association avec le T1 et/ou le T2, il semble qu'il n'y ait pas de différence entre une et deux applications sur les populations TriMR évoluées, ce qui confirme les conclusions antérieures. Les sensibilités aux IDM des populations résiduelles sont en effet comparables entre elles et comparables à celles du témoin (Figure 16). Autrement dit, une ou deux applications de chlorothalonil, ne semblent pas faire de différence. En revanche, on constate qu'aucune des modalités ne fait progresser la proportion de souches TriMR évoluées, ce qui peut être considéré comme un point positif. Ce résultat suggère que la combinaison de SDHI et de chlorothalonil dans les programmes tend à ralentir la pression de sélection exercée par les triazoles (voir également figure 17).

Cependant, la présence de SDHI au T2 augmente significativement la proportion de souche MDR dans la population, sauf lorsqu'il est associé à du chlorothalonil. Le programme « référence » triazole+chloro suivi d'un SDHI+triazole sans chlorothalonil au T2 témoignent d'une pression sélective significativement plus forte pour les populations MDR par rapport au témoin non traité.

Notre hypothèse : les SDHI utilisés ici au T2, sélectionnent les souches MDR, mais contribue à ralentir la progression des souches TriMR évoluées. Lorsqu'ils sont associés avec du chlorothalonil au T2, la

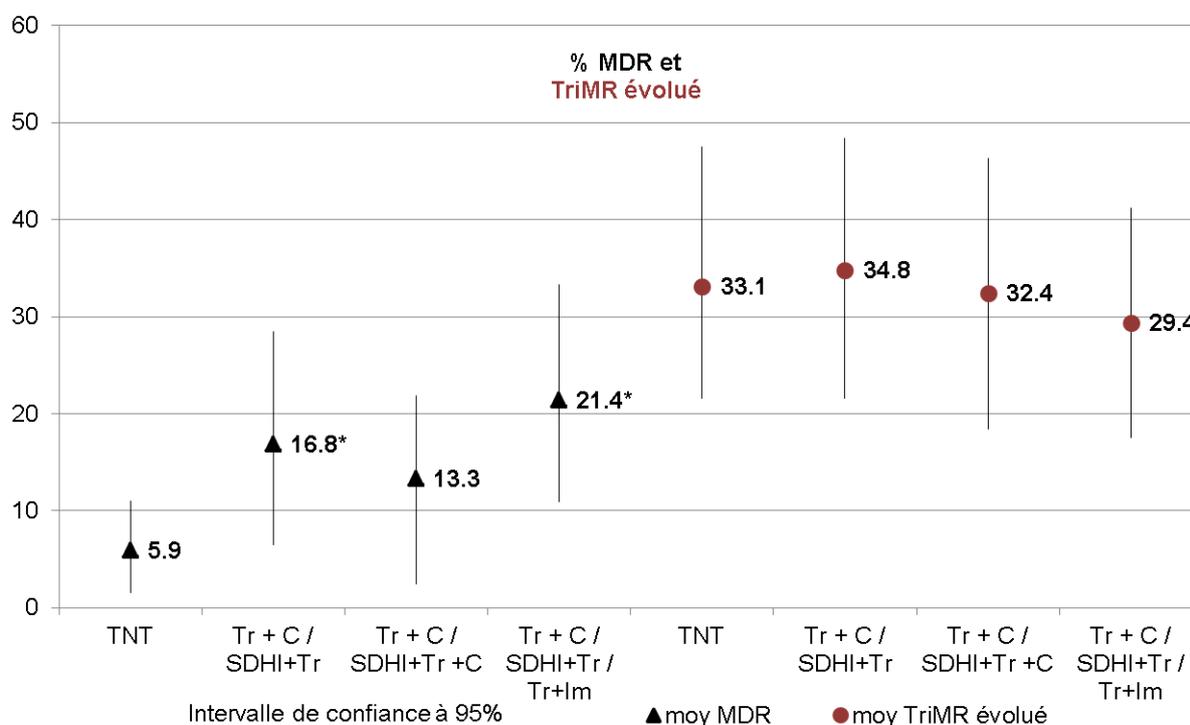
sélection des souches de type MDR est ralentie. Ce constat invite à ajouter un multisite au SDHI dans les régions les plus concernées par la présence de souches MDR.

Effet d'un T3 sur les populations

A l'issu de la campagne 2016 qui avait vu une très forte progression des phénotypes TriMR évolués, nous avons testé cette année, l'effet d'une troisième application de triazole+imidazole (Tr+Im : tébuconazole 160 g/ha+prochloraze 320 g/ha) en complément du programme de « référence » Triazole+chlorothalonil au T1 puis SDHI+triazole au T2.

L'analyse statistique du regroupement de 13 essais complet sur 25 en 2017 confirme l'effet du SDHI+triazole sur les populations. (Figure 17). En effet, le programme de « référence » Triazole+chlorothalonil puis SDHI+triazole sans chloro au T2 fait progresser significativement la proportion de souches MDR mais ne fait pas progresser les TriMR évolués. Le rajout d'une troisième application de triazole+imidazole ne change pas la structure de la population par rapport au programme de référence. Ce constat ne vaut que pour cette association et ne peut pour l'instant pas être généralisé à toutes les associations de triazoles ou à un triazole solo.

Figure 17 : Effet des différentes modalités de traitement du tronc commun du Réseau Performance sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 13 essais 2017 - Modèle mixte généralisé bayésien avec inflation de 0



Le programme de référence avec SDHI+triazole au T2 et ce programme complété par un triazole+imidazole en T3 sélectionnent significativement les souches MDR. (proportion d'écarts négatifs Tr+C / SDH+Tr et Tr+C / SDHI+Tr / Triazol+Imidazole par rapport au témoin 98% et 99%*

Un ou deux SDHI ?

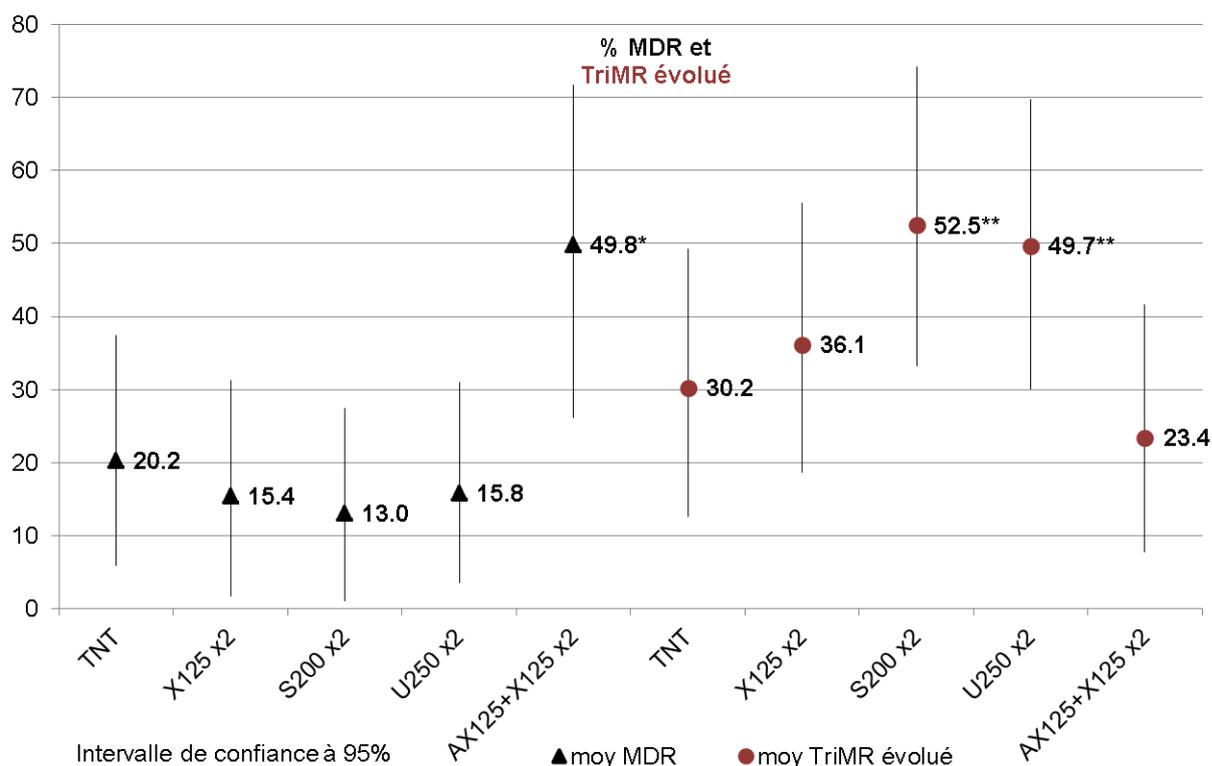
Nous n'avons pas réintroduit cette problématique dans les essais du réseau Performance en 2016 et 2017, considérant que les conclusions avaient déjà été tirées en 2015. Cependant, le réseau AFPP apporte un éclairage complémentaire sur l'effet potentiel de double application de SDHI. En effet deux modalités dans ce réseau correspondent à deux applications successives de SDHI : Adexar puis Adexar (AX125+X125). La figure 18 illustre la structure des populations après ce double traitement SDHI sur les 10 essais de 2016 et 2017. Les essais permettent également une comparaison avec les populations non traitées ou traitées avec des triazoles seulement.

On observe⁸, des souches résistantes au boscalid et au bixafen (CarR) à de faibles fréquences (5%) uniquement dans les échantillons issus des parcelles ayant reçu deux applications de SDHI (Adexar 2l/ha x 2).

Ce constat renforce nos présomptions quant à l'effet négatif de deux applications de SDHI par saison et quant au risque d'émergence de populations spécifiquement résistantes aux SDHI, que cette pratique peut comporter.

⁸ : Sur les 5 essais complets (parmi 9) du réseau AFPP 2016 et 5 essais complets (parmi 7) du réseau AFPP 2017.

Figure 18 : Effet des différentes modalités du Réseau AFPP sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM et au fluxapyroxad. 10 essais (5 essais 2016 + 5 essais 2017)



(X125 : 2*Opus new 1.5l/ha ; S200 : 2*Joao 0.8l/ha;U250 : 2*Balmora 1l/ha; AX125+X125 : 2*Adexar 2l/ha)

Les doubles applications de SDHI sélectionnent significativement les souches MDR (* proportion d'écart négatifs Adexar x2 par rapport au témoin : 99%). Les doubles applications de triazoles (prothioconazole et tébuconazole), l'une comme l'autre, sélectionnent les TriMR évoluées significativement par rapport au témoin (**proportion d'écart négatifs Joao x2 et Balmora x2 par rapport au témoin, respectivement 96% et 94%). Les pourcentages représentent la fréquence de souches appartenant à chacune des classes : MDR et TriMR évoluées.

Quel impact de la résistance sur l'efficacité des triazoles ?

Le bénéfice apporté par l'introduction d'un chlorothalonil en T1 (utilisation de Juventus + Bravo au lieu de Juventus) et d'un triazole+SDHI en T2 (utilisation de Kardix ou d'Elatus Era plutôt que Joao) ou d'un triazole+SDHI+chlorothalonil a été étudié par comparaison à un programme "tout triazole" (Juventus puis Joao : Tr / Tr). Les comparaisons sont réalisées dans un contexte 2017 majoritairement en condition de traitement « préventif ». Les essais sont regroupés selon leur fréquence de phénotypes résistants.

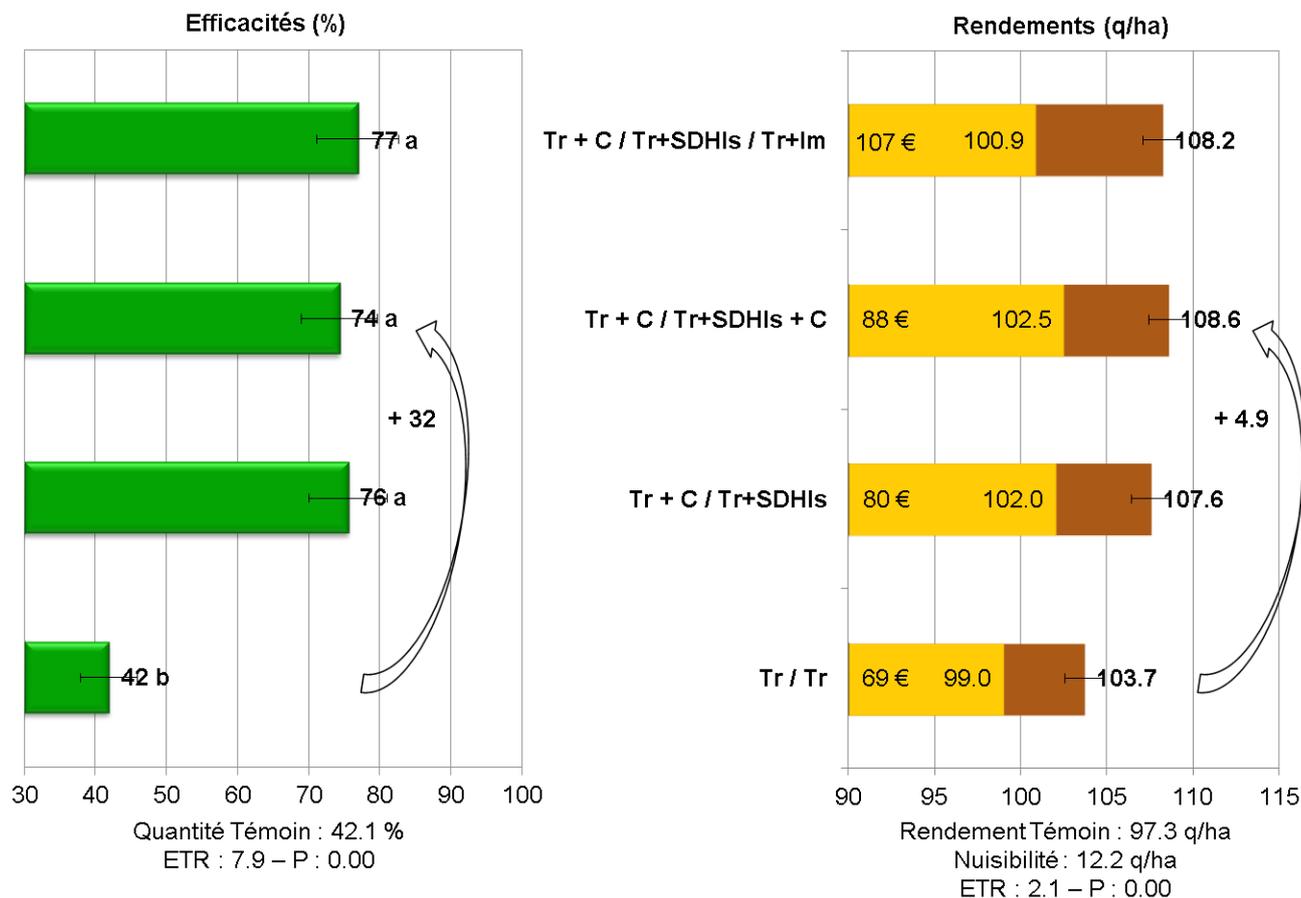
Dans 10 essais présentant les fréquences les plus élevées de souches TriMR évoluées ou MDR : > 30 %, le programme Triazole + chlorothalonil puis

SDHI+triazole + chlorothalonil présente un avantage de 32 points d'efficacité et de 4.9 q/ha (significatif) par rapport au programme « tout triazole ». Notons que l'efficacité des meilleurs triazoles reste inférieure à 50 % (Figure 19).

Dans les 14 autres essais (préventifs) présentant une fréquence de souches TriMR évoluées + MDR plus faible (< 30%), la comparaison reste à l'avantage du programme Triazole+chlorothalonil puis Triazole+SDHI: +19 % d'efficacité et un peu plus de 3.4 q/ha de rendement supplémentaire (Figure 20) par rapport au programme «tout triazole». Dans ce cas précis, il se trouve que plus la fréquence de souches TriMR évoluées et de souches MDR dans les témoins non traités est faible, plus les efficacités de l'ensemble des solutions sont élevées.

Figure 19 : Efficacités sur septoriose et rendements comparés des modalités du Réseau Performance
Prix du blé 14.5 €/q – 10 essais avec souches TriMR évoluées + MDR > 30% dans les témoins ou les traités
35.8% (TriMR évolués : 27% - MDR : 8.8%)

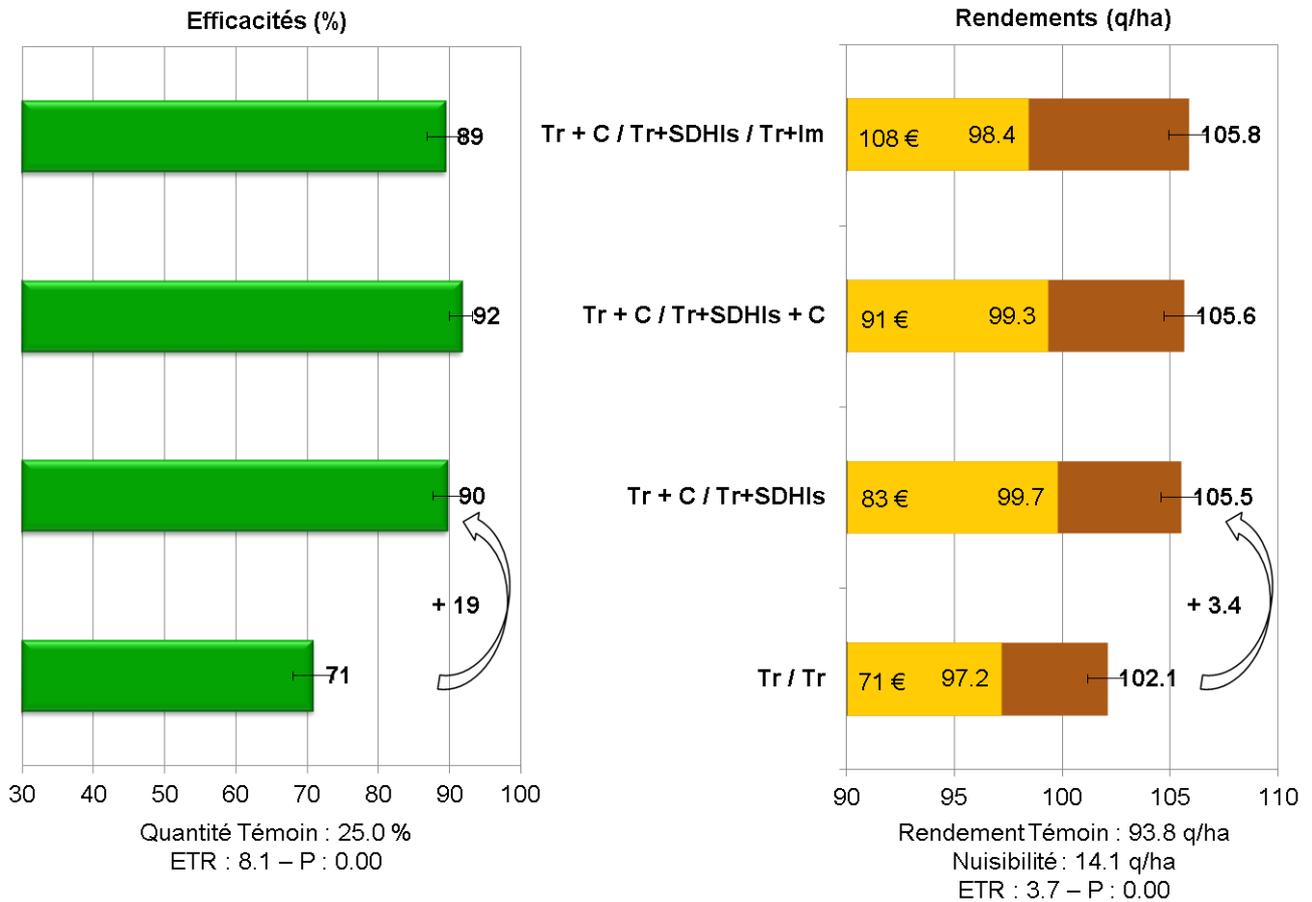
Situations préventives et forte résistance



Même en situation préventive, l'efficacité des meilleurs triazoles est inférieure à 50% lorsque la fréquence de souches TriMR évoluées + MDR est élevée

Figure 20 : Efficacités sur septoriose et rendements comparés des modalités du Réseau Performance
 Prix du blé 14.5 €/q - 14 essais avec souches TriMR évoluées + MDR < 30% dans les témoins ou les traités
 27% (TriMR évolués : 22% - MDR : 5%)

Situations préventives et faible résistance



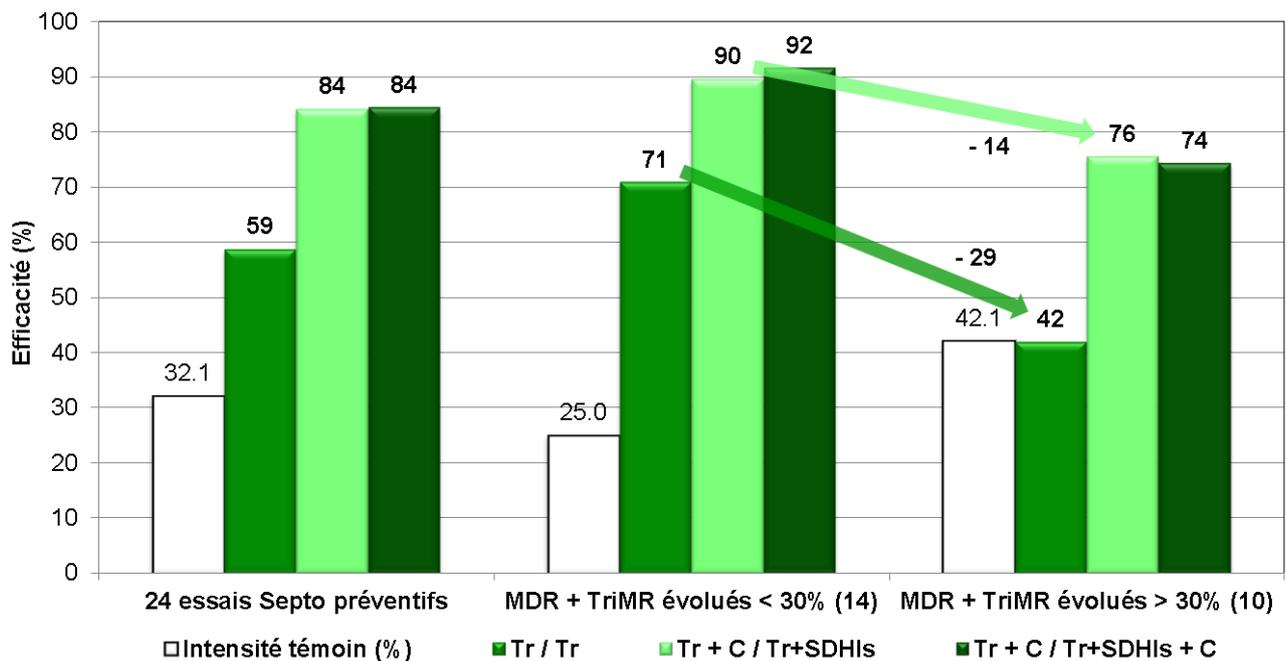
L'ensemble des solutions présentent de plus grandes efficacités lorsque la fréquence de souches TriMR évoluées plus MDR est faible < 30%

En présence d'une proportion de souches TriMR évoluées+ MDR, toutes les solutions sont significativement affectées

Si l'on compare par un modèle mixte statistique, les efficacités mesurées dans les situations à faible fréquence de populations TriMR évoluées + MDR et celle mesurées dans les essais présentant les fréquences les plus fortes de ces mêmes souches, on constate que l'efficacité des fongicides est significativement affectée par la résistance. Pour 10 essais parmi les 24 essais réalisés en conditions préventives, et avec plus de 30 % de TriMR évolués + MDR, l'efficacité du programme triazole seuls (Tr/Tr) est 29 points plus faible par rapport au 14 essais en situations de résistance plus faible (Figure 21). A noter

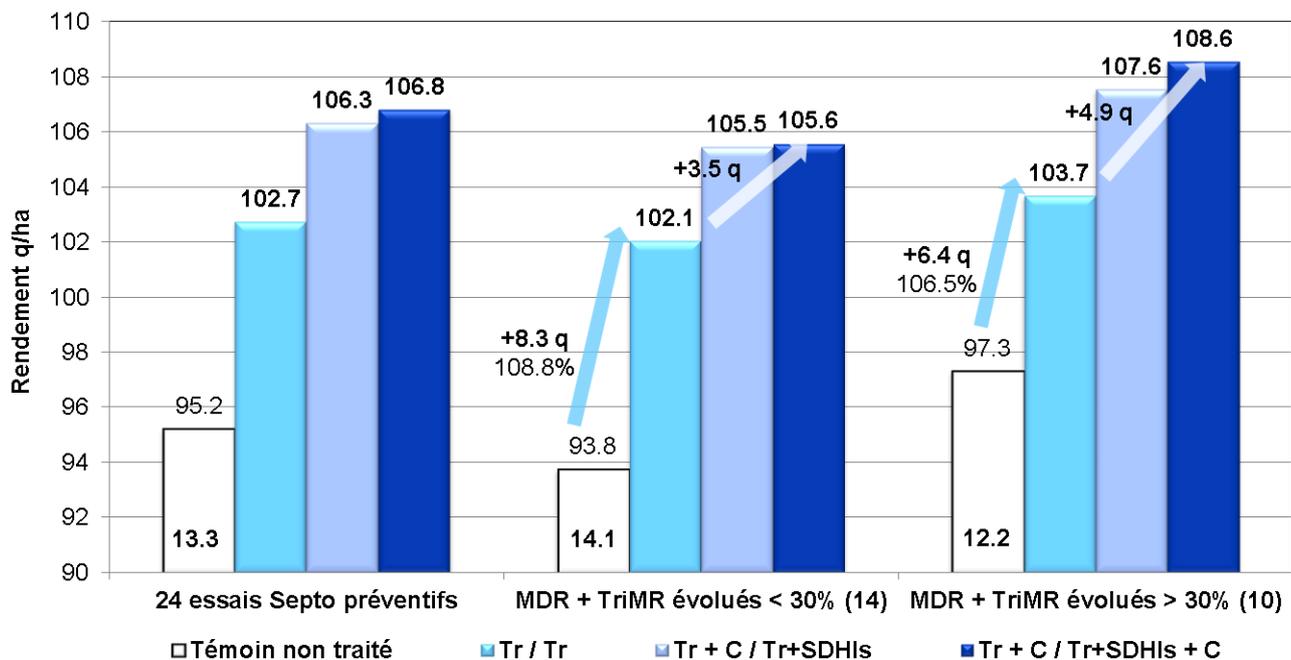
que la pression maladie légèrement plus élevée explique aussi en partie les efficacités plus faibles mais toutes les autres solutions sont également impactées par la présence plus fréquente de souches résistantes. L'impact de la résistance est également bien marqué sur les rendements avec un gain de rendement plus faible de la référence double triazoles. Dans ces situations avec des populations fortement résistantes, le bénéfice d'une deuxième application de chlorothalonil+triazole+SDHI associés est plus importante (+4.9 q/ha vs +3.5 q/ha) (Figure 22). Le bénéfice d'un deuxième chlorothalonil dans le programme n'est perceptible sur le rendement que là où la résistance est déjà bien installée. C'est bien dans les régions où la résistance est la plus fortement présente que nous recommandons un chlorothalonil en T2.

Figure 21 : Efficacités Septoriose pour différentes combinaisons de phénotypes TriMR évolués + MDR dans les essais. 24 essais Préventifs 2017 : 14 essais avec populations faiblement résistantes, 10 essais avec populations fortement résistantes



Avec une forte proportion de phénotypes évolués + MDR (>30%), l'efficacité des IDM et des IDM+SDHI est significativement affectée même en situations préventives.

Figure 22 : Rendements pour différentes combinaisons de phénotypes TriMR évolués + MDR dans les essais. 24 essais Préventifs 2017 : 14 essais avec populations faiblement résistantes, 10 essais avec populations fortement résistantes



Avec une forte proportion de phénotypes MDR + TriMR évolués (>30%), l'apport en rendement des SDHI et du chlorothalonil est plus important.

QUAND LES POPULATIONS DE SEPTORIOSE DIVERGENT AU POINT DE BOULEVERSER LES CLASSEMENTS DES SUBSTANCES ACTIVES !

Résultats du réseau Eurowheat !

Eurowheat est un projet européen initié en 2015 pour collecter des données d'efficacité sur la base d'un même protocole dans différents pays européens (BE, DE, DK, F, HU, IE, LT, UK, PL). L'objectif est de comparer l'efficacité de différentes triazoles sur les principales maladies du blé, en particulier sur septoriose dans différentes régions et zone climatique de l'Europe. Les populations de chaque pathogène sont caractérisées pour mieux comprendre les différences et ressemblance entre les profils d'efficacité obtenus.

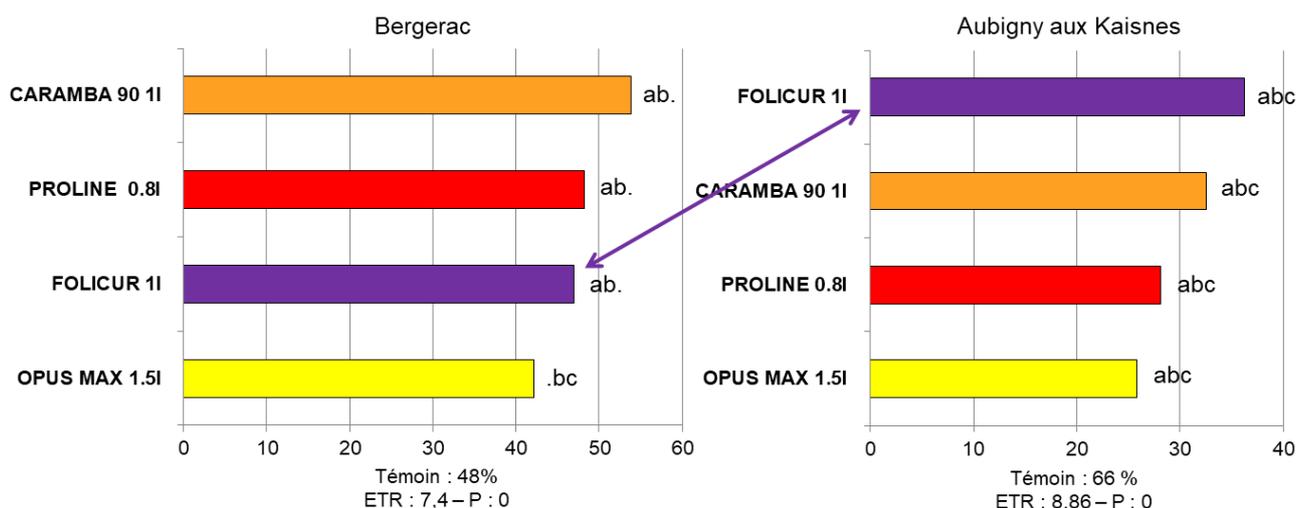
Retour sur 2016

Ne sont présentés ici qu'une partie des résultats, ceux obtenus en France¹ en 2016 et 2017. En 2016, deux sites d'essai ont mis en œuvre le protocole Eurowheat.

Nous en avons extrait les efficacités suivantes. Il apparait notamment et de manière très claire, que le classement relatif du tébuconazole varie d'un site à l'autre. L'activité du tébuconazole est en relatif plus élevée dans l'Aisne (au Nord à Aubigny aux Kaisnes) qu'en Dordogne (dans le Sud à Bergerac).

¹ Pour une vision plus globale, voir : Jørgensen LN et al., Azoles have different strengths and perform diversely across Europe. In: Deising HB; Fraaije B; Mehl A; Oerke EC; Sierotzki H; Stammer G (Eds), "Modern Fungicides and Antifungal Compounds", Vol. VIII, pp. 129-134. © 2016 Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig, ISBN: 978 3 941261. Une autre publication est à paraître dans CropProtection, elle fera le point des deux années 2016 et 2017.

Figure 1 : Efficacité en % de 4 triazoles : metconazole (90 g/ha), prothioconazole (200 g/ha), tebuconazole (250 g/ha), époxiconazole (125 g/ha) sur la septoriose du blé. Les efficacités présentées résument l'ensemble des observations et correspondent à la moyenne des efficacités calculées sur les différents étages foliaires (F1, F2, F3) et moyennées entre toutes les dates d'observations (T+30 à 46 jours).



Ces résultats d'efficacité ont pu être rapprochés des analyses phénotypiques (CI50) et génotypiques (fréquences de mutations sur le gène CYP 51) sur les populations de *Z. tritici* de chaque site (tableau 1).

Pour le tébuconazole, les CI50² sont plus faibles dans le Nord (Aubigny aux Kaisnes) que dans le Sud (Bergerac), expliquant la différence de classement relatif d'un site à l'autre. Cette observation s'accorde avec les fréquences relatives de mutation observées entre les deux sites. En effet les mutations V136A et V134G sont beaucoup plus fréquentes dans le Nord. Or, des travaux de recherche ont montré que ces mutations sont associées à une plus grande sensibilité au tébuconazole³ ce qui est, cohérent avec les CI 50 mesurées et peuvent être reliées aux efficacités observées au terrain. Ce résultat suggère donc que les différences de sensibilité aux triazoles parmi les souches

les plus résistantes mises en évidence au laboratoire puissent expliquer sur le terrain les différences de classement observées.

² CI50 ou EC50: Concentration Inhibitrice, permettant d'inhiber de 50% la croissance du champignon in vitro. Les CI 50 ont été réalisés par Epilogic et la analyses par pyroséquençage par BASF.

³ Jonathan G. L. et al., Impact of Recently Emerged Sterol 14-Demethylase (CYP51) Variants of *Mycosphaerella graminicola* on Azole Fungicide Sensitivity, in APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, June 2011, Vol. 77, No. 11, p. 3830–3837

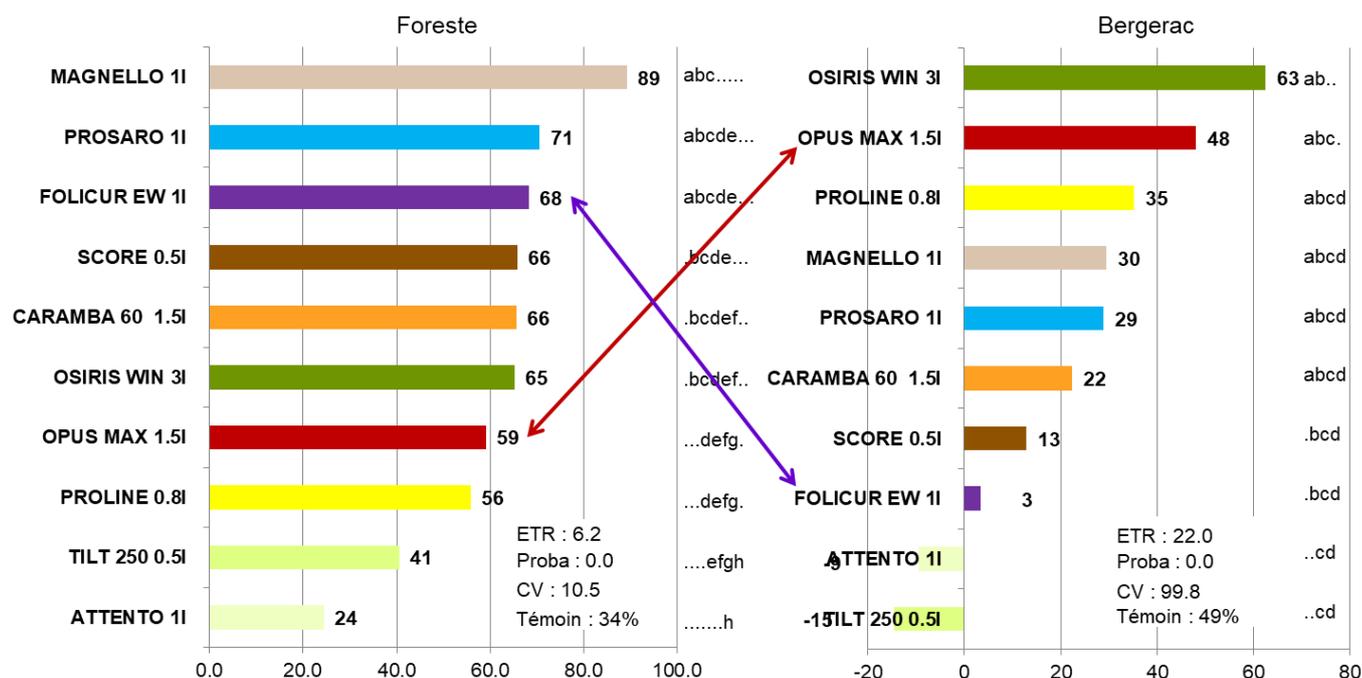
Tableau 1 : Fréquence de mutation de CYP 51⁴ en 2016 à partir d'échantillons de feuilles non traitées collectées GS 65-75 et valeur des CI50 pour 4 triazoles. Vert : pas de mutation/CI50 faible. Jaune : faible fréquence/CI50 moyenne. Orange : fréquence moyenne/CI50 moyenne à forte. Rouge : fréquence élevée/CI50 élevée. FRA,N (Aubigny aux Kaisnes), FRA,S (Bergerac) ; Exp (epoxi), MCA(metco.), TCA(Teb.), PTH-desthio (Prothio.-desthio.).

Country	Trial	Frequencies of mutations (%) in 2016						EC ₅₀ (mg/l)			
		I381V	V136A	D134G	A379G	V136C	S524T	EPX	MCA	TCA	PTH-desthio
FRA, N	3	91	68	66	0	30	3	0,34	0,10	0,61	0,09
FRA, S	4	78	38	15	28	45	9	0,16	0,14	3,29	0,05

⁴ La méthodologie utilisée par pyro-séquençage et qPCR, permet de caractériser la fréquence de chaque mutation (CYP 51), mais ne permet pas de rendre compte de la fréquence de chacune des combinaisons de mutations (ou haplotypes). Or seule la combinaison de mutation peut permettre un rapprochement avec la typologie phénotypique utilisée par AS Walker pour caractériser les populations issues du Réseau Performance. Un nombre élevé de mutations pour un isolat correspond le plus souvent à une souche TriMR évoluée. La mutation S524T est systématiquement associée à un phénotype de type Tri MR évolué.

Résultats 2017

Figure 2 : Efficacité en % de 7 triazoles utilisées seules ou en association : SCORE, difénoconazole (125 g/ha) ; OPUS MAX, époxiconazole (125 g/ha) ; CARAMBA 60, metconazole (90 g/ha) ; PROLINE, prothioconazole (200 g/ha) ; FOLICUR, tébuconazole (250 g/ha) ; ATTENTO, tétraconazole (125 g/ha) ; TILT 250, propiconazole (125 g/ha) ; MAGNELLO, difénoconazole (100 g/ha) + tébuconazole (250 g/ha) ; PROSARO, prothioconazole (125 g/ha) + tébuconazole (125 g/ha) ; OSIRIS WIN, époxiconazole (112.5g/ha) + metconazole (82.5 g/ha), sur la septoriose du blé.



En 2017, les essais en France ont été conduits sur les mêmes régions qu'en 2016, soit sur le même site expérimental, soit à proximité immédiate. Le protocole a été étendu à d'autres triazoles comme le difénoconazole, le propiconazole ou le tétraconazole. Des associations de triazoles ont également été testées en comparaison avec les mêmes triazoles utilisées seules.

Les résultats confirment la tendance observée en 2016. A savoir que le classement des triazoles entre eux est dépendant du site. On constate par exemple comme en 2016, que le tébuconazole se classe beaucoup mieux

dans le Nord (Foreste, 02) que dans le Sud (Bergerac, 24). Inversement l'époxiconazole et le prothioconazole donnent les meilleurs résultats dans le Sud. A Foreste remarquez que le tébuconazole donne de meilleurs résultats que, Osiris Win (époxiconazole + metconazole), dont les deux composantes se classent plutôt en bas de tableau. Concernant le difénoconazole sa position dans la hiérarchie est également dépendante du site. Il se classe au côté du tébuconazole dans le Nord à Foreste, mais en queue de classement dans le Sud à Bergerac. Logiquement, Magnello (difénoconazole + tébuconazole) donne les meilleurs résultats, supérieurs à toutes les autres combinaisons.

Ce qu'il faut retenir

- La hiérarchie des triazoles semble être dépendante du site. Certains triazoles sont en effet plus efficaces dans le Nord (l'Aisne) que dans le Sud (région de Bergerac) ; et inversement, en 2016, comme en 2017
- En 2016, les analyses phénotypiques (CI50) et génotypiques (fréquence de mutation du gène CYP51), sont variables selon les substances actives considérées et en accord avec le comportement des substances actives observé au champ.
- La diversité génétique du groupe de souches dites Tri MR évoluées, parmi lesquelles on trouve les souches les plus résistantes, est susceptible de conduire à des résultats d'efficacité variables d'une région à l'autre, voire d'un site à l'autre.
- La diversité de comportement des triazoles plaident pour un maintien de cette diversité et d'une alternance des molécules au sein de la famille⁵.

⁵ *Le cas de prochloraze et maintenant du tébuconazole sont des illustrations de ce que l'évolution des souches peut nous réserver. Rappelons que le tébuconazole a perdu son AMM sur septoriose alors qu'il se classe actuellement comme la meilleure des triazoles solo.*

RESULTATS DES ESSAIS D'EVALUATION «PRODUITS» 2017 ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL

Cette année, quatre essais ont été mis en place dans les départements 24, 27, 41, 56. Ils visent d'une part à comparer des solutions au premier passage d'un programme (T1) au stade « 2 Nœuds ». Les différences d'efficacité sont statistiquement significatives. D'autre part : ils visent à comparer des solutions au deuxième passage (T2) au stade "dernière feuille étalée" et les différences d'efficacité ne sont pas statistiquement significatives.

Sur les quatre essais mis en place, seuls trois font l'objet d'une récolte, le quatrième (département 24) a versé et n'a pas pu être récolté, mais les notations d'efficacité ont été conservées.

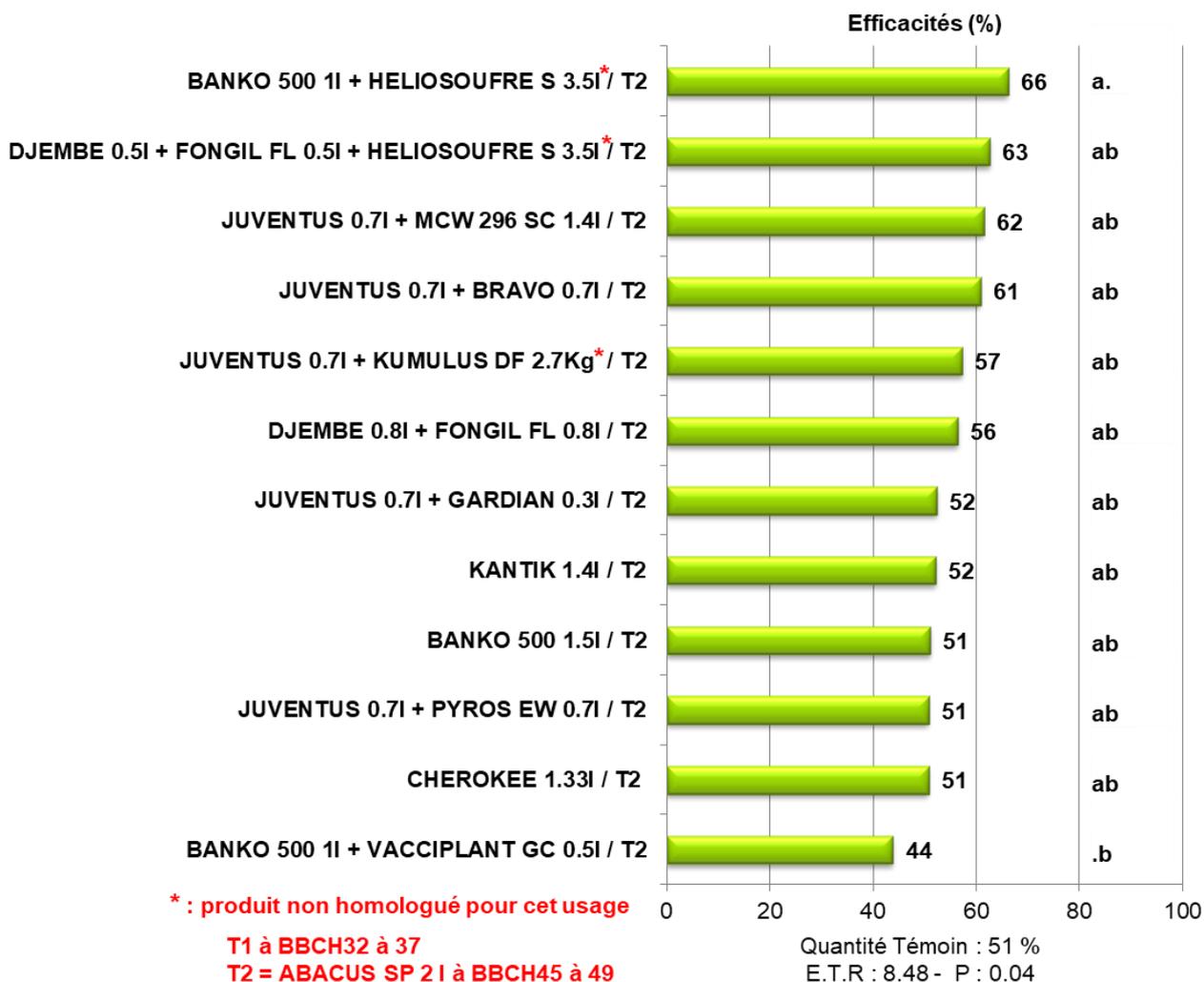
Rappel méthodologique : Ces essais dits d'évaluation ont pour unique but de comparer l'efficacité de différents produits, à une ou plusieurs doses dans un contexte particulièrement favorable au développement de la maladie ciblée. Le choix des doses est raisonné principalement en fonction du prix des produits pour établir des comparaisons sur la base d'un même coût / ha : autour de 30 € pour les produits du T1 et environ 50 € pour le T2, voire plus dans certains cas. L'objectif est d'évaluer chaque solution selon leur rapport qualité prix, dans un contexte maladie discriminant. Les écarts observés entre les solutions testées sont donc amplifiés volontairement par les conditions de l'étude.

Comparaison au T1 : plusieurs solutions possibles avec des "triazoles + contacts" et même sans triazoles

Les produits ont été comparés sur la base d'une seule application réalisée autour du stade 2 nœuds (première quinzaine d'avril). Au T2, une protection de couverture a été ensuite réalisée au stade dernière feuille avec 2 l/ha d'Abacus SP. L'objectif principal de la couverture du T2 est de limiter le développement des rouilles, la protection est volontairement assez faible sur septoriose pour pouvoir différencier les différentes modalités étudiées en T1.

La plupart des observations portent sur les 3 étages foliaires F1, F2 et F3 (avec en moyenne 51 % de surface malade tous étages confondus).

Figure 23 : Efficacités en % de différentes associations sur septoriose du blé - appliquées au T1 au stade 2 nœuds - 4 essais : 24, 27, 41, 56.



Une association de multi-sites surprenante en tête de classement

Avec un niveau moyen dans les témoins de 51 % de maladie, on observe quelques différences visuelles même si le regroupement des quatre essais avec une notation d'efficacité discrimine peu les produits d'un point de vue statistique.

La référence du marché Cherokee 1.33 l présente une efficacité de 51 %. Plusieurs comparaisons sont présentées sur une base de 63 g de metconazole, soit 0.7 l de Juventus. Plusieurs partenaires sont comparés : le chlorothalonil, le soufre, le prochloraze et la fenpropidine. Dans l'ordre des efficacités décroissantes, c'est le chlorothalonil (Bravo) qui arrive en tête suivi de près par le soufre (Kumulus DF), viennent ensuite la fenpropidine (Gardian) et le prochloraze (Pyros EW) qui obtiennent quasiment les mêmes résultats. Notons que le Kumulus DF n'a pas d'homologation pour l'usage « septoriose ».

Kantik (code MCW 1233) nouvellement autorisé présente une efficacité très proche de celle de Cherokee avec 52 %. Il est composé de tébuconazole 100 g/l + prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l.

L'association Djembe 0.8 l + Fongil FL 0.8 l (bromoconazole + tébuconazole + chlorothalonil) obtient 5 points d'efficacité de plus que la référence Cherokee. En réduisant la dose à 0.5 l + 0.5 l et en rajoutant 2450 g de soufre, soit 3.5 l d'Heliosoufre S, on obtient 6 points de plus d'activité, ce résultat confirme l'intérêt de cette matière active de contact en association au T1. Notons que l'Heliosoufre S n'a pas d'homologation pour l'usage « septoriose ».

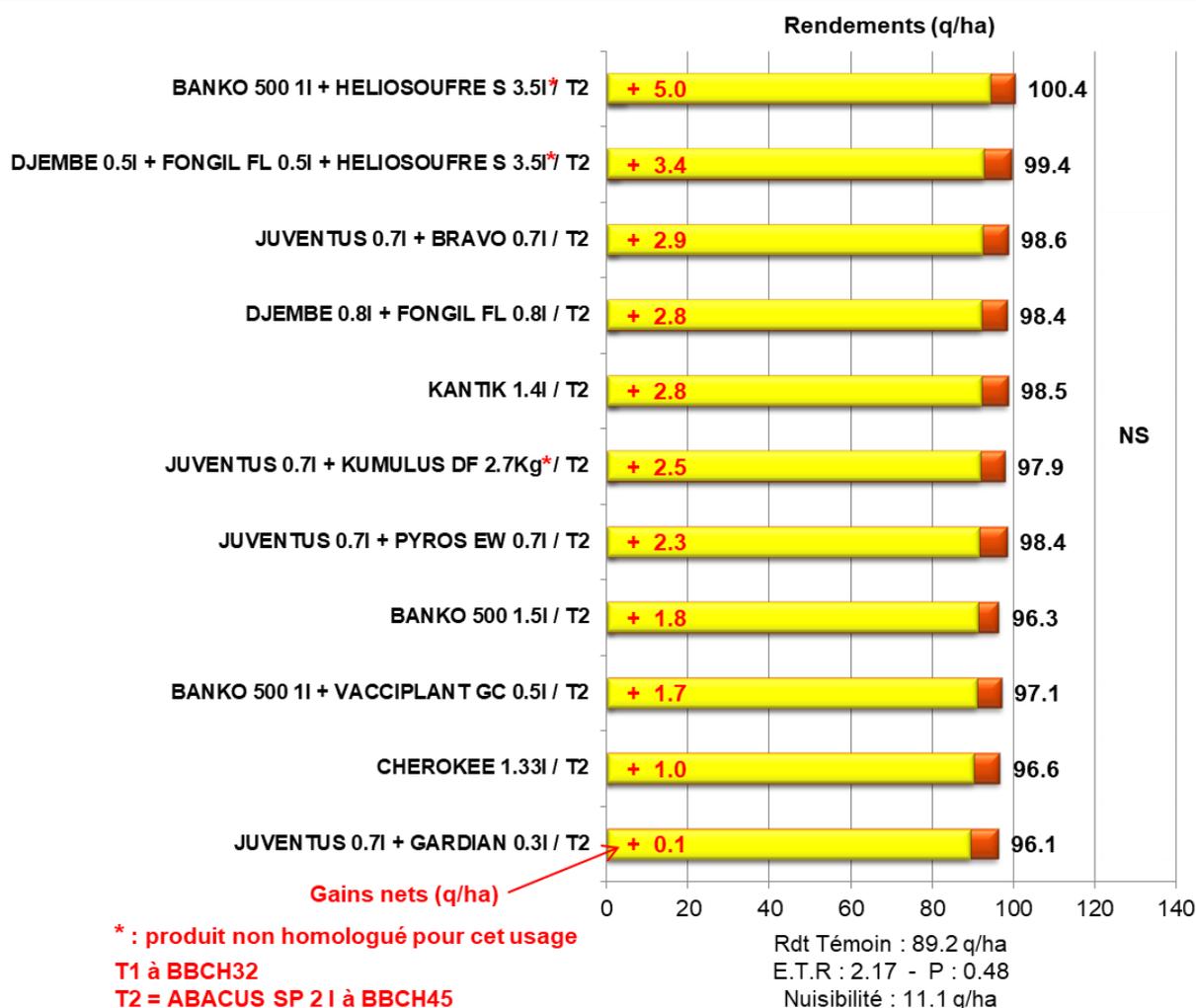
Ces spécialités utilisables au T1 répondent à un souci d'alternance des matières actives et en particulier des triazoles, face au T2 où l'on a recours très souvent au metconazole ou au prothioconazole. Pour prendre en compte totalement cette question d'alternance, il faut également considérer la question du choix du T3 si besoin en préférant par exemple du tébuconazole en T1 pour réserver les autres triazoles au T2 et au T3.

Parmi les modalités sans triazoles, le chlorothalonil utilisé seul à sa dose maximale de 750 g/ha soit 1.5 l de Banko se situe au niveau de la référence Cherokee 1.33 l (triazoles associées à environ 500 g/ha de

chlorothalonil) avec 51 % d'efficacité. Les triazoles contenues dans Cherokee n'apportent donc pas d'avantage significatif sur septoriose par rapport aux 250 g/ha de chlorothalonil supplémentaires apportés par Banko 1.5 L/ha. Ce résultat souligne la faiblesse des triazoles, en particulier les plus anciens d'entre eux en particulier lorsqu'ils sont confrontés à des fréquences élevées de souches résistantes.

En réduisant la dose de Banko à 1 L/ha (soit 500 g/ha de chlorothalonil) et en lui associant du Vacciplant GC 0.5 l, l'efficacité diminue de 7 points (NS). Par contre, l'apport de soufre comme partenaire (Heliosoufre S 3.5 l), augmente de 15 points l'efficacité du mélange sur septoriose. Cette association obtient d'ailleurs les meilleurs résultats d'efficacité de ce module.

Figure 24 : Rendements nets et bruts (q/ha) de différentes associations sur septoriose du blé - Comparaison de différents T1 au stade 2 nœuds - 3 essais : 27, 41, 46.



La figure 24 est un extrait du regroupement des rendements bruts et nets des trois essais récoltés. Seuls les produits commercialisés sont présentés pour le calcul des rendements nets. Les calculs sont basés sur du blé à 14 €/q et les prix des fongicides sont ceux de la campagne 2016/2017.

La particularité de l'année avec un printemps sec et un coup de chaleur en juin a minimisé les écarts de rendements donne un contexte de faible nuisibilité, de l'ordre de 11 q/ha, les résultats ne montrent pas de différences significatives entre les modalités étudiées sur le rendement brut. Entre les extrêmes, la différence est seulement d'un peu plus de 4 q/ha. Rappelons que

toutes les modalités sauf le témoin reçoivent au T2 une application d'Abacus 2 l/ha.

Toutefois, si nous n'exploitons pas les écarts de rendement faute de signification statistique, nous constatons que les gains nets varient de 0.1 q. à 5 quintaux pour l'année selon les modalités.

L'écart de rendement net entre les extrêmes, Juventus + Gardian et Banko + Heliosoufre S¹ est de 5 q/ha. Les écarts de rendement brut étant faibles, l'impact du coût du produit est plus important : c'est clairement la modalité la plus onéreuse qui apporte le gain net le plus faible.

¹ Le soufre n'est pas encore autorisé sur un usage septoriose.

Comparaison au T2 : peu de différences dans le contexte de l'année

Les produits ont été comparés sur la base d'une seule application réalisée autour du stade dernière feuille étalée (DFE). Auparavant, une protection généralisée avait été réalisée au stade 2 nœuds (Z32) avec 1l/ha de Bravo.

Le jour de l'application, les feuilles des derniers étages foliaires sont échantillonnées afin de quantifier par voie moléculaire l'ADN de *Zymoseptoria tritici* présent. Les résultats d'analyse permettent de qualifier comme « préventif » ou « curatif », le positionnement des produits par rapport à la maladie et vis-à-vis des feuilles prélevées.

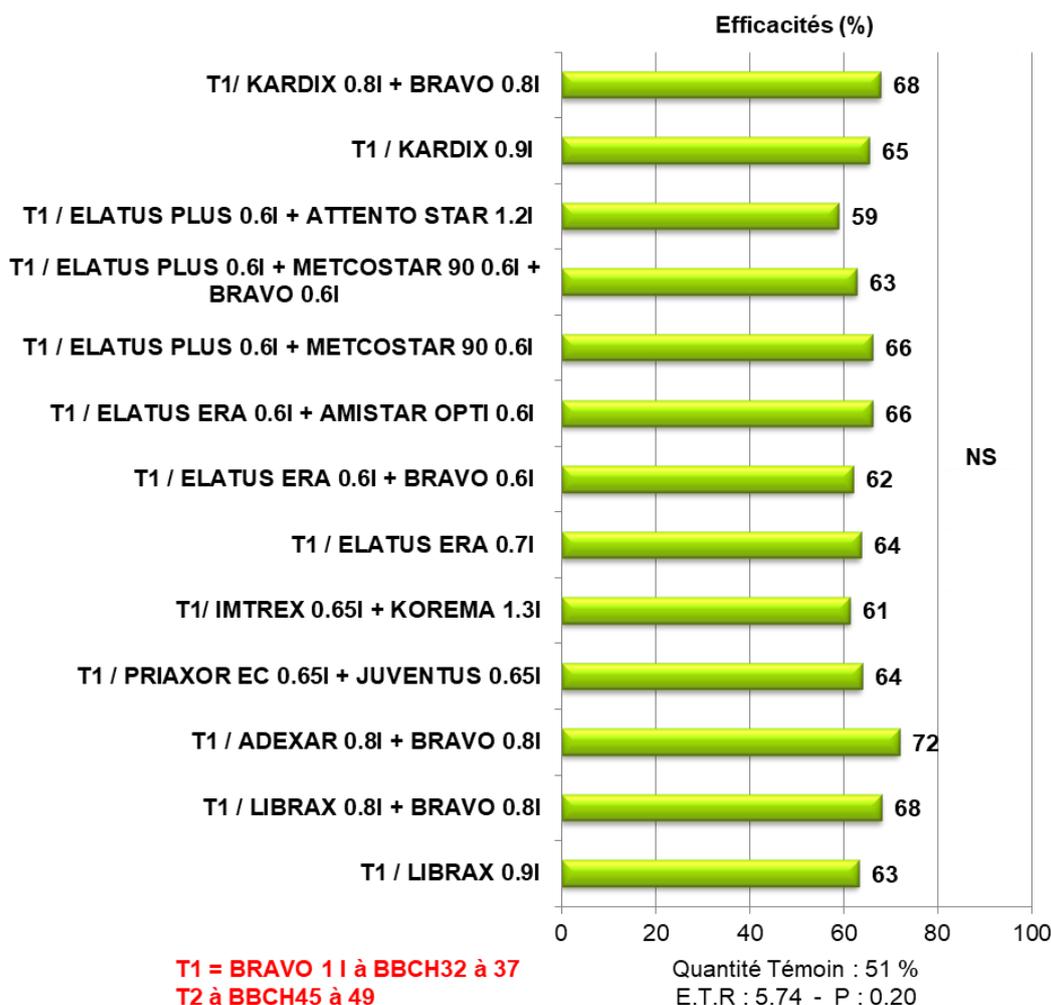
Pour 2017, sur les quatre essais étudiés, les traitements ont été réalisés préventivement sur la dernière feuille (DFE). Le printemps particulièrement sec n'ayant pas permis à la septoriose de s'installer précocement sur les dernières feuilles.

Dans cette étude en T2, les modalités sont pour la plupart à base de SDHI. Leur dose en essai est raisonnée pour un coût d'une cinquantaine d'euros.

Avec un niveau moyen dans les témoins de 51 % de maladie, on observe des différences visuelles entre modalités mais non significatives au plan statistique.

En 2016, nous avons différencié l'intérêt du chlorothalonil associé au T2 en fonction des conditions « curative » ou « préventive » de l'application. Les résultats étaient éloquentes en situation « préventive » : ajouter 500 g/ha de chlorothalonil à une association de triazole + SDHI, permettait d'augmenter l'efficacité et le rendement. Inversement, en situation « curative », le chlorothalonil associé à une association triazole + SDHI, témoignait d'une activité inférieure à celle de la même association SDHI + triazole utilisée seule. La perte d'efficacité était de quelques points et de quelques dizaines de kg de rendement. Les associations avec du prothioconazole étaient plus impactées que celle avec du metconazole.

Figure 25 : Efficacités (%) des différentes associations sur septoriose du blé - Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 4 essais : 24, 27, 41, 56



Pour les spécialités prêtes à l'emploi à base de SDHI, on n'observe pas d'écarts d'efficacité entre Librax 0.9l, Elatus Era 0.7l et Kardix 0.9l, aux doses étudiées.

Cette année, les résultats montrent un léger avantage à l'ajout du chlorothalonil aux produits contenant des SDHI. Cette réponse positive en tendance correspondrait au positionnement « préventif » des traitements. Ils ont en effet été appliqués au stade de la dernière feuille étalée après une période de sécheresse durant la montaison, défavorable aux contaminations.

ADEXAR 0.8l + BRAVO 0.8l est en haut du classement des efficacités, sans pour autant être statistiquement différent des autres comparaisons. Le mélange Librax + BRAVO qui est maintenant autorisé sur la culture du blé, se classe également en tête des comparaisons au même niveau que le mélange Kardix + BRAVO.

Les spécialités prêtes à l'emploi, Librax 0.9l, Elatus Era 0.7l et Kardix 0.9l, ne présentent pas aux doses étudiées, d'écarts d'efficacité et sont à considérer comme identiques. Pour une année comme 2017, on peut considérer ces doses comme équivalences techniques.

Différents partenaires sont proposés avec Elatus Plus à 0.6l (Metcostar 90 0.6l, Attento Star 1.2l) ou encore

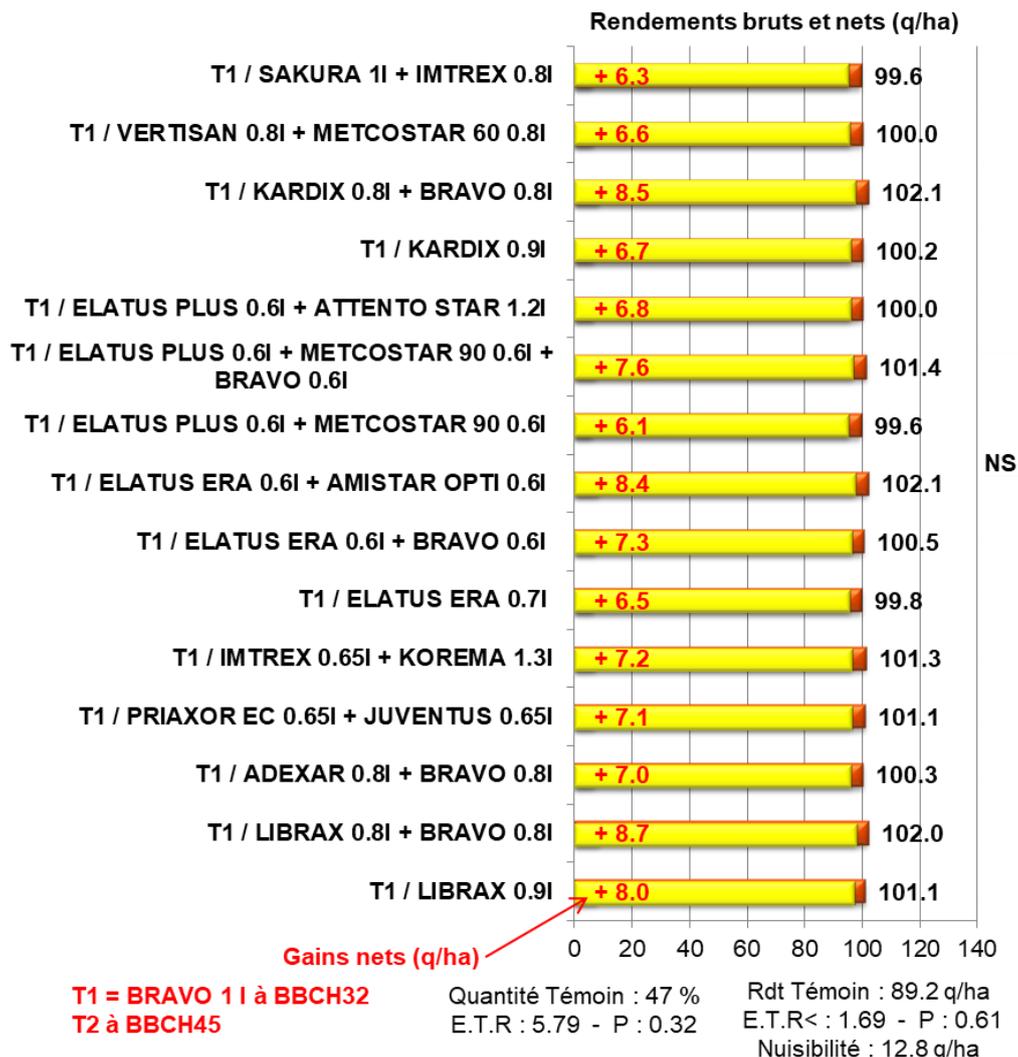
BRAVO 0.6l. Les écarts d'efficacité relèvent de la nuance, puisque seulement 7 points séparent les extrêmes. Elatus Plus 0.6l + Metcostar 90 0.6l avec 66% d'efficacité donne les meilleurs résultats. A noter toutefois, que c'est avec le tétraconazole + chlorothalonil (Attento Star) que l'Elatus Plus obtient la moins bonne efficacité qui reste toutefois non différente des autres au plan statistique.

Concernant les associations Elatus Era + Amistar Opti et Elatus Era + BRAVO, celles-ci encadrent les efficacités d'Elatus Era utilisé « solo ». Difficiles dans le contexte de l'année 2017 de mesurer l'apport d'un partenaire.

L'association Imtrex 0.65 l + Korema 1.3l correspond à un double triazole + SDHI. Elle se situe sans surprise au niveau de la référence Librax 0.9 l : les compositions de ces mélanges étant assez semblables.

Pour Priaxor EC 0.65l + Juventus 0.65l, est un mélange analogue à l'association Librax + Comet 200 que nous n'avons testé en parallèle contre la rouille brune cette année. Bien que l'équilibre entre triazole et SDHI soit légèrement différent de celui d'une dose de Librax à 0.9 L/ha, les résultats sur septoriose sont comparables.

Figure 26 : Rendements nets et bruts (q/ha) de différentes associations sur septoriose du blé - Comparaison de différents T2 au stade dernière feuille étalée - 3 essais : 27, 41, 46.



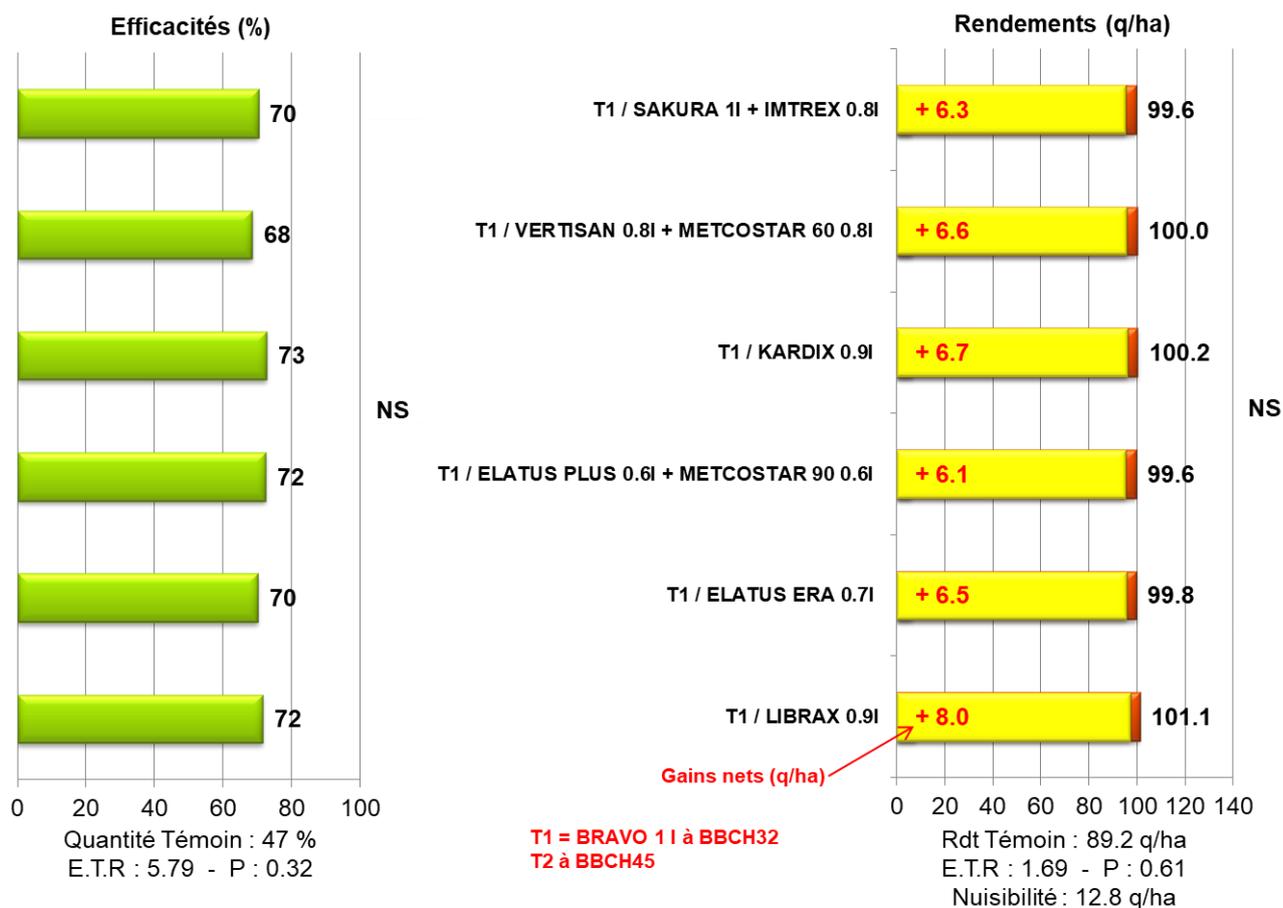
La figure 26 montre le regroupement des rendements des 3 essais récoltés, sachant que l'essai de Bergerac (24) n'a pas pu l'être, car il a versé.

Seuls les produits commercialisés comparés ici au T2 sont présentés. Les calculs sont basés sur du blé à 14 €/q et les estimations de prix des fongicides sont issues de la campagne 2016/2017.

Les meilleurs rendements nets sont obtenus avec des mélanges à base de triazoles + SDHI + Chlorothalonil ; ils obtiennent entre 8.4 et 8.6 q/ha de gains nets.

A l'inverse le rendement net le plus faible est procuré par l'association Elatus Plus + Metcostar 90 (sans chlorothalonil) avec 6.1 q/ha de gain, sans être significativement différent du premier.

Figure 27 : Efficacités (%) et rendements (q/ha) de différentes associations sur septoriose du blé –
 Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 3 essais : 27, 41, 56



Sur 3 essais, il y avait 2 modalités supplémentaires : Sakura 1I + Imtrex 0.8I et Vertisan 0.8I + Metcostar 60 à 0.8I.

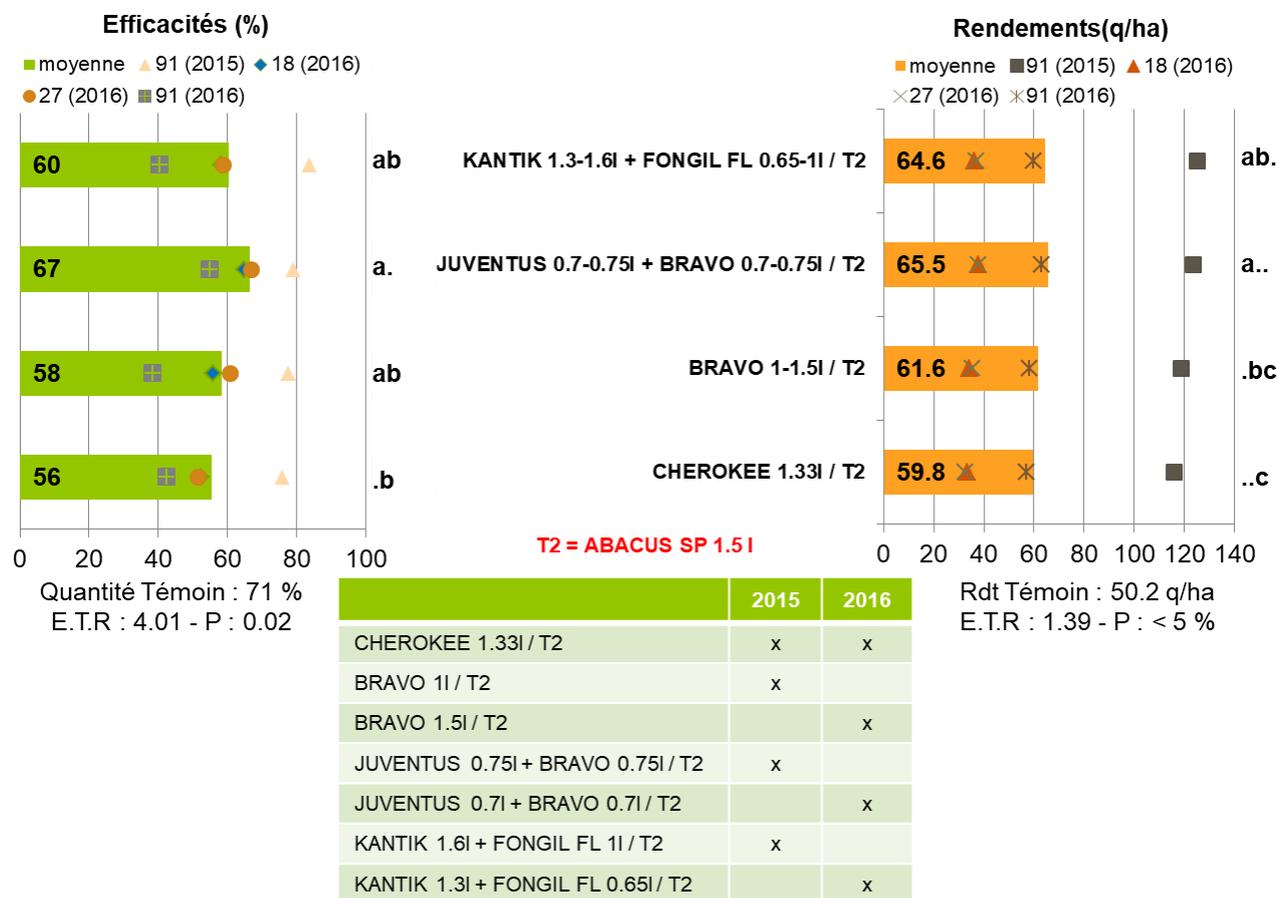
En les comparant aux références Librax 0.9I, Elatus Era 0.7I ou Kardix 0.9I, on observe que les efficacités sont au même niveau, ainsi que les rendements, sans différence significative.

Dans le prolongement de ce que nous écrivions les années précédentes, les résultats obtenus avec Vertisan (penthiopyrade) en association avec Metcostar oriente son utilisation vers des applications préventives pour maximiser le potentiel de cette molécule.

Regroupements pluriannuels

Différentes spécialités récemment autorisées ou encore sous forme de projets ont fait l'objet de regroupement pluriannuel sur les deux ou trois dernières années.

Figure 28 : Regroupement efficacités et rendements pluriannuels de 4 essais septoriose matières actives du blé (2015 - 1 essai : 91 ; 2016 - 3 essais : 18, 27, 91. Comparaison en T1

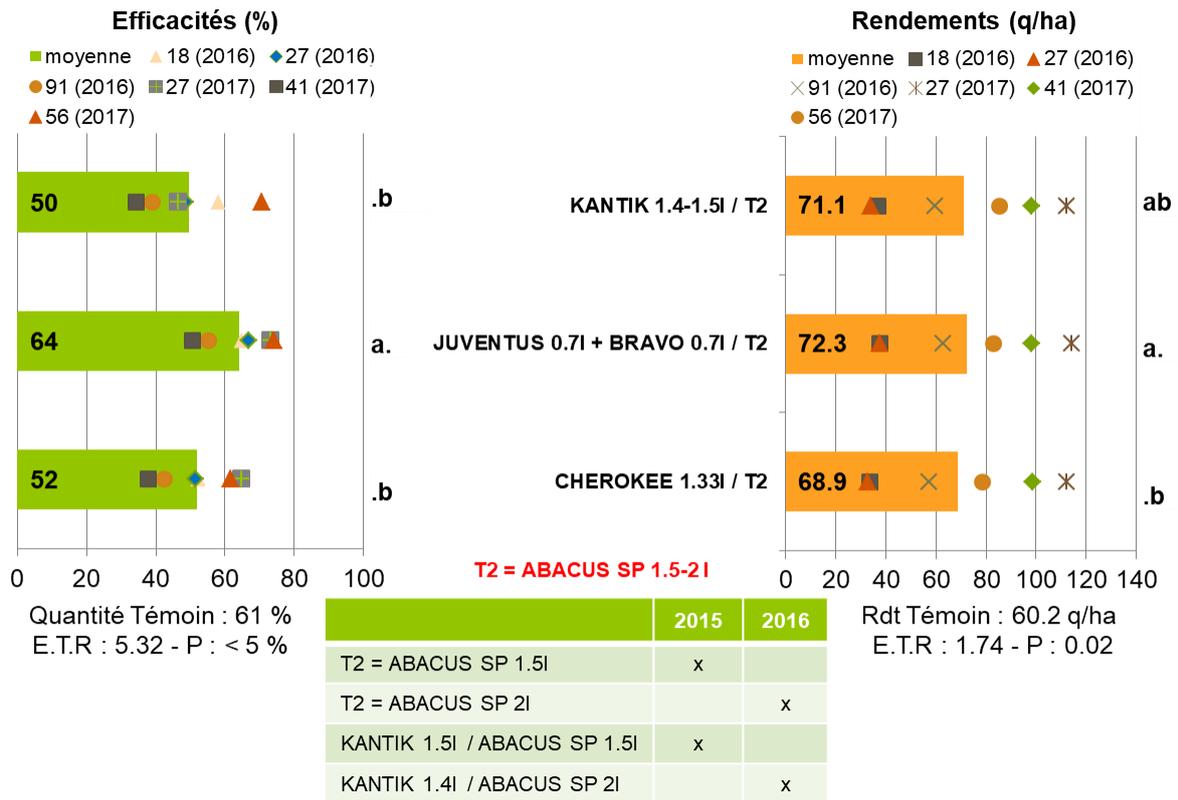


La figure 28 regroupe 4 essais des années 2015 et 2016, visant la septoriose au traitement T1. Les produits Cherokee et Bravo sont comparés respectivement aux doses de 1.33 l/ha et 1.5 ou 1.1 l/ha. A cette comparaison, viennent s'ajouter le mélange Juventus + Bravo à des doses variant de 0.7 à 0.75 l/ha + 0.7 à 0.75

l/ha et le mélange Kantik + Fongil FL aux doses de 1.3 l/ha ou 1.6 et 0.65 ou 1l/ha.

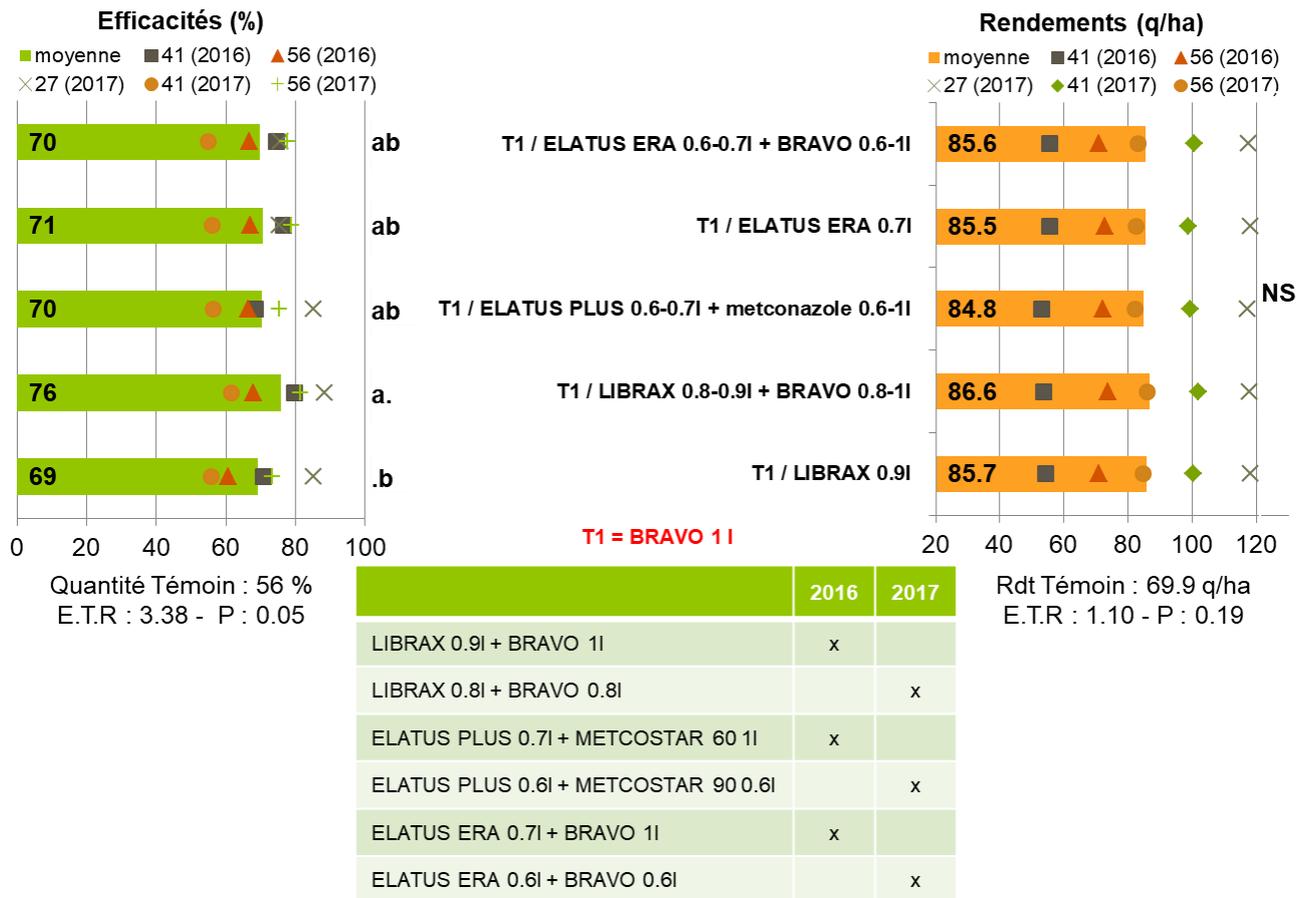
Les meilleures efficacités et rendements sont obtenus avec Juventus + Bravo et Kantik + Fongil qui se situent en tendance devant Bravo et Cherokee, sur le plan de l'efficacité comme du rendement.

Figure 29 : Regroupement efficacités et rendements pluriannuels de 6 essais septoriose matières actives du blé (2016 - 3 essais : 18, 27, 91 ; 2017 - 3 essais : 27, 41, 56. Comparaison en T1



Sur les 6 essais présents en 2016 et 2017, Kantik 1.4 ou 1.5I est comparé à la référence Cherokee 1.33I et à l'association Juventus 0.7I + Bravo 0.7I. Il se classe au même niveau que la référence Cherokee voire un peu mieux au niveau du rendement.

Figure 30 : Regroupement efficacités et rendements pluriannuels de 5 essais septoriose matières actives du blé (2016 - 2 essais : 27, 56 ; 2017 - 3 essais : 27, 41, 56) situations en T2

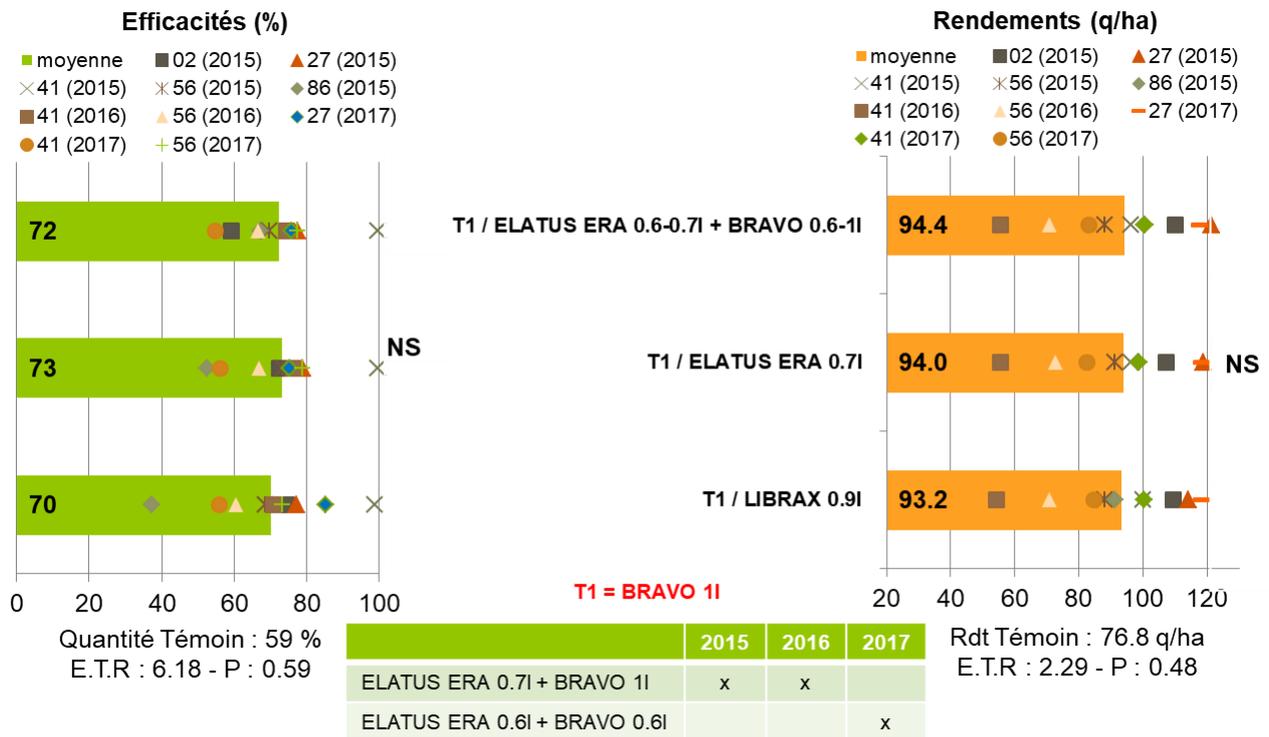


Ce regroupement de 5 essais de 2016 et 2017 permet de comparer différents Elatus à la référence Librax.

L'association Elatus Plus + metconazole se situe au niveau du Librax et il en est de même pour Elatus Era.

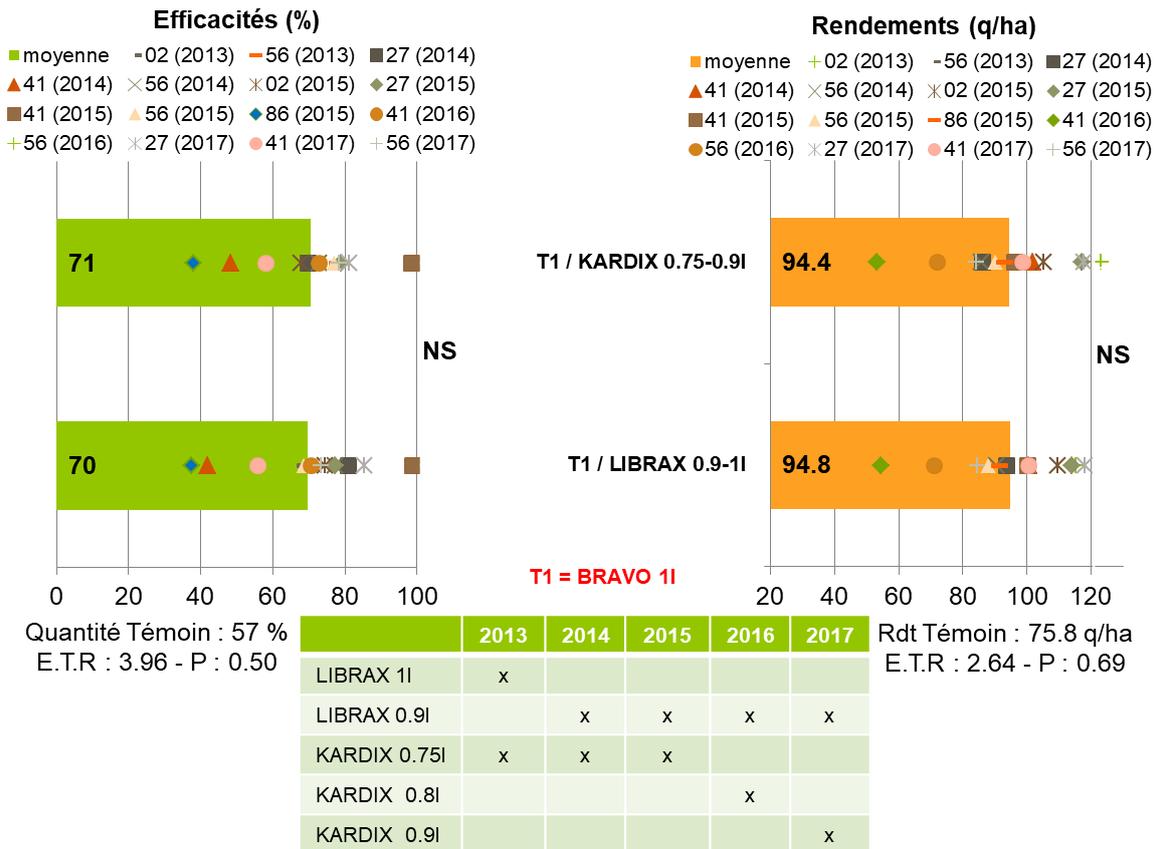
Les deux associations Elatus Era + Bravo ou Librax + Bravo sont également très proches aux doses testées. A noter que l'on ne perçoit pas d'effet d'antagonisme avec le chlorothalonil dans ce regroupement.

Figure 31 : Regroupement efficacités et rendements pluriannuels de 10 essais septoriose matières actives du blé (2015 - 5 essais : 2, 27, 41, 56, 86 ; 2016 - 2 essais : 41, 56 et 2017 - 3 essais : 27, 41, et 56) situations en T2



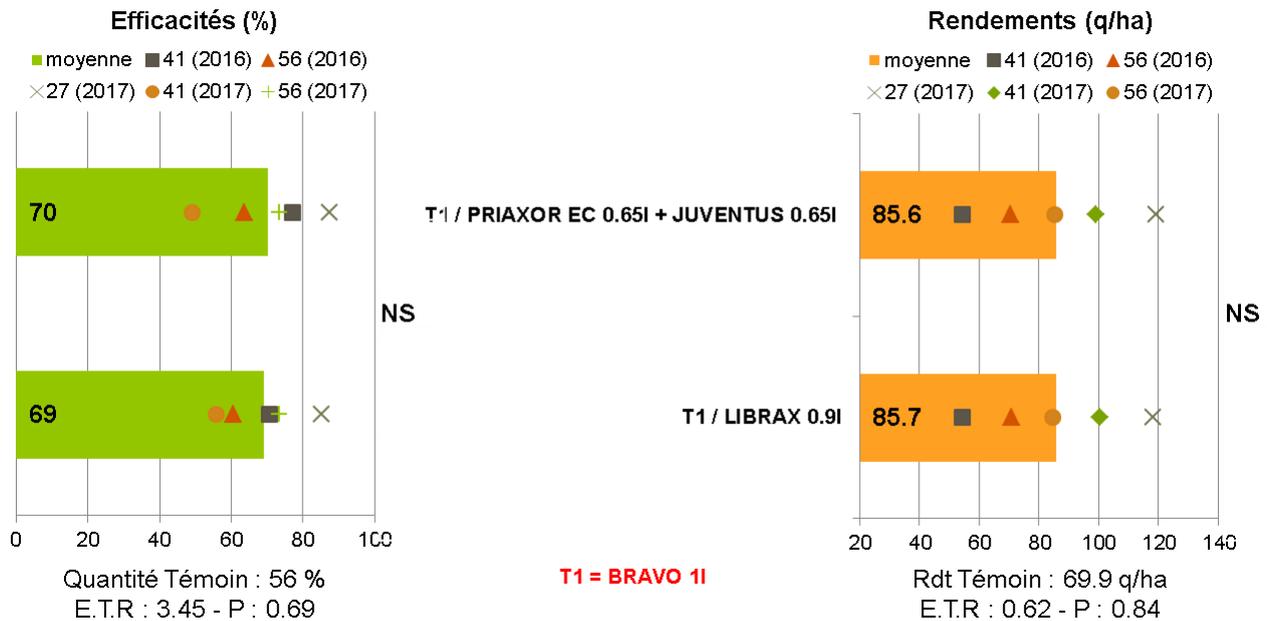
La figure 31 présente un regroupement de 10 essais visant la septoriose effectués sur trois ans 2015-2017, de 2015, 2016 et 2017, dans des conditions de traitements plutôt préventifs. Librax et Elatus Era sont comparés à des doses respectives de 0.9 et 0.7I. A cette comparaison, vient s'ajouter Elatus Plus 0.6-0.7I associée à Bravo 0.6-1I. Les résultats pour Elatus Era 0.7I ne sont pas significativement différents de ceux de Librax 0.9 I et sont comparables à ceux du mélange Elatus Era + Bravo.

Figure 32 : Regroupement efficacités et rendements pluriannuels de 15 essais septoriose matières actives du blé (2013 - 2 essais, 2014 - 3 essais, 2015 - 5 essais, 2016 - 2 essais, 2017 - 3 essais) situations en T2



La figure 32 présente un regroupement de 10 essais visant la septoriose effectués sur 5 ans, de 2013 à 2017, dans des conditions de traitements préventifs. Librax 0.9I est comparé au Kardix 0.75 à 0.9I selon les années. Les résultats sont très proches et non significatifs en efficacité comme en rendement.

Figure 33 : Regroupement efficacités et rendements pluriannuels de 5 essais septoriose matières actives du blé (2016 - 2 essais – 2017 3 essais) situations en T2



5 essais mettent en comparaison le Librax 0.9 I avec l'association de Priaxor EC 0.65 I + Juventus 0.65 I. les résultats d'efficacité et de rendement sont identiques.

Ce qu'il faut retenir

T1

D'autres solutions que Cherokee peuvent trouver leur place au T1, et participer à une plus grande diversification des IDM dans le programme.

Le soufre présente un intérêt certain en association à ce stade. Rares sont, pour l'instant, les solutions contenant du soufre autorisées pour cet usage.

T2

Les comparaisons réalisées font peu de différences entre les spécialités IDM+SDHI aux doses testées, en particulier en 2016.

L'addition systématique de chlorothalonil à un IDM+SDHI, ne présente d'avantage décisif dans le contexte de 2017. En revanche les effets potentiellement négatifs perçus en 2016 n'ont pas été observés en 2017.

REPERES POUR 2018

- En 2017, la septoriose a été tardive et ses dégâts, estimés à 12 q/ha, inférieurs à la moyenne pluriannuelle des 14 dernières années.
- **La résistance aux IDM progresse** encore en 2017 malgré la faible pression de septoriose. Près d'une souche sur deux est résistante : soit de type TriMR évolué (une souche sur trois), soit de type MDR (une souche sur huit).
- Au total, près d'une souche sur deux (47%) en France est moyennement ou fortement résistante aux triazoles.
- **La résistance aux SDHI**, identifiée en 2012 **est confirmée** en France pour la deuxième année sur le réseau Performance. En 2017, 12% des populations analysées contiennent de faibles fréquences de souches résistantes au boscalid et au bixafen.
- Le chlorothalonil présente l'avantage d'être neutre en termes de pression de sélection, il contrôle tous les types de souches.
- Un premier traitement T1 sans triazole exclusivement basé sur du chlorothalonil (750 g/ha) est techniquement possible en l'absence de risque rouille jaune (option à considérer uniquement sur variétés résistantes).
- L'adjonction de chlorothalonil au T2, dans le cadre de mélange triple triazole+ SDHI + chlorothalonil a démontré son intérêt en conditions préventives de traitement. En situation curatives le bénéfice d'une telle association dépend des substances actives auxquelles le chlorothalonil est associé. (résultats 2016 & 2017).
- Cette année, l'addition systématique de chlorothalonil à un IDM+SDHI, ne présente d'avantage décisif dans le contexte de 2017. En revanche, les effets potentiellement négatifs perçus en 2016 n'ont pas été observés en 2017.

Rappel :

- Les doubles applications d'un même triazole (époxyconazole, tébuconazole, prothioconazole) font progresser les souches TriMR évoluées (réseau AFPP 2016 & 2017).
- Les associations de **SDHI + triazole** limitent la progression des souches TriMR évoluées, mais **favorisent les phénotypes MDR** (réseau AFPP 2016 & 2017).
- Leur associer (aux SDHI+triazole) du **chlorothalonil ralentit la progression des phénotypes MDR** (Réseau Performance 2016 & 2017)

Recommandations

- **Diversifier les modes d'action et les substances actives au sein d'un même mode d'action**, est certainement un des moyens les plus sûrs de ralentir la pression de sélection. En particulier ne pas utiliser (si possible) le même triazole plus d'une fois par saison.
- **Limiter l'utilisation des SDHI à un seul passage par saison.**
- **Associer les SDHI systématiquement à d'autres modes d'action** (triazole, multisite ...)
- Préférer lorsque cela est possible une association triple du type : triazole + SDHI + chlorothalonil aux associations doubles : triazole + SDHI. Le chlorothalonil a démontré en effet sa capacité à ralentir la sélection de souches de type MDR. (Réseau Performance 2016 & 2017).

BIOCONTROLE POUR LUTTER CONTRE LA SEPTORIOSE : OU EN EST-ON?

Les enseignements des essais de 2017

Comme pour les autres essais, les essais dédiés au biocontrôle ont souffert du manque de pluviométrie de mois d'avril. Les symptômes ont été généralement plus tardifs et moins intenses. Mais sur l'ensemble des données produites, il a été possible de tirer des enseignements de l'année 2017.

Le réseau d'excellence expérimentale (R2E) composé d'organismes économiques collecteurs agréés BPE (Bonnes Pratiques d'Expérimentation), au côté d'ARVALIS Institut-du-végétal a poursuivi son travail d'investigation sur blé tendre avec un total de 10 essais. Le protocole 2017 visait à évaluer ou confirmer l'efficacité contre la septoriose de différentes préparations, en particulier du soufre à la dose de 2400 g/ha, insérées au T1 dans un programme de lutte fongicide sur blé tendre de référence, mais également insérées au T2.

Le soufre confirme au T1

Pour 2017, le programme retenu était Cherokee 1.33 L/ha au T1 (Z32) suivi de Kardix 0.7 L/ha au T2 (Z39 à 45). Les produits de biocontrôle ont été introduits en substitution à la moitié de la dose du T1.

Pour élargir le périmètre d'étude nous avons également testé une substitution d'une demie dose du T1 par du

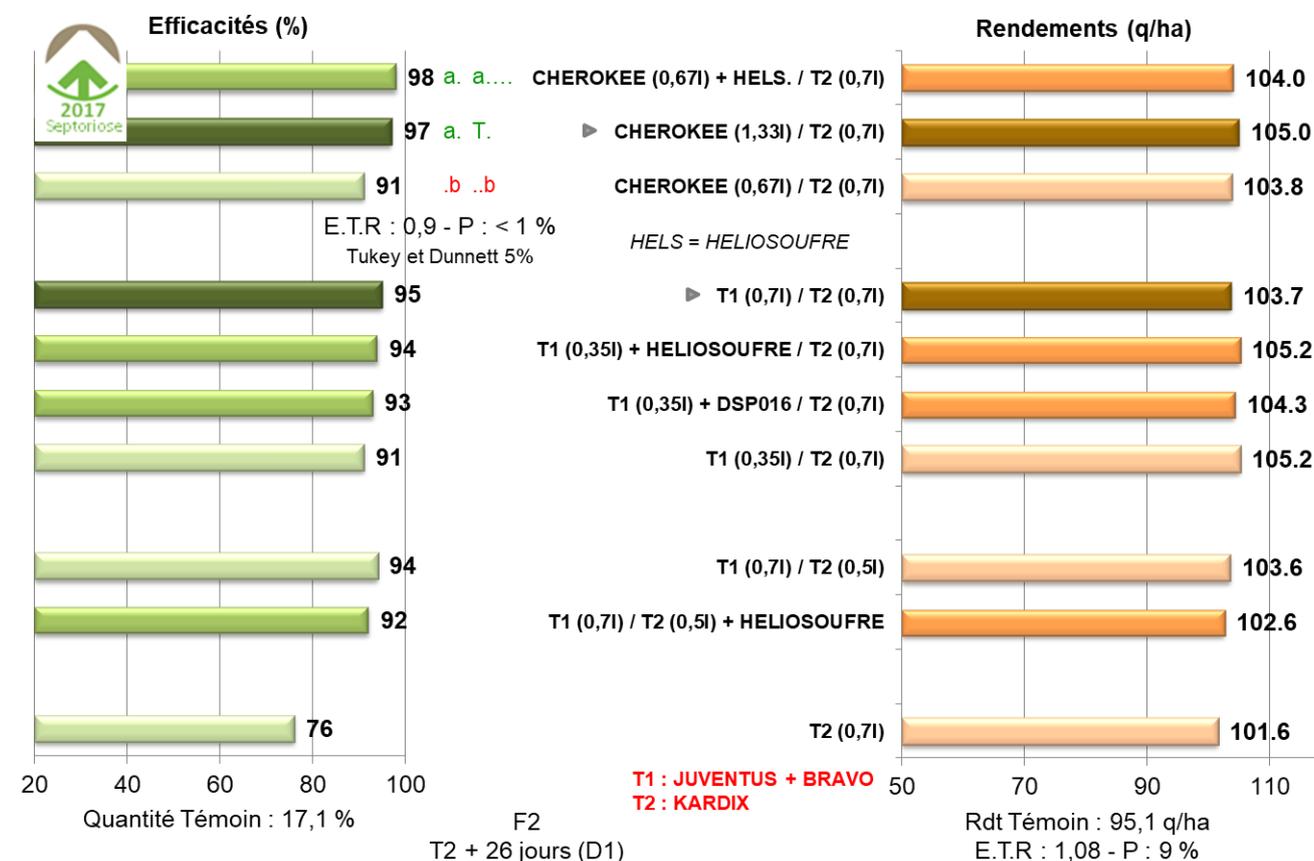
biocontrôle sur une base Juventus 0.7 L/ha + Bravo 0.7 L/ha puis Kardix 0.7 L/ha.

Nous avons obtenu des résultats de même nature que ceux obtenus en 2016 pour le soufre, qui confirment qu'il s'agit bien d'une piste solide. Mais le nombre de données reste limité et les analyses statistiques le plus souvent non significatives.

Voici un extrait de la synthèse du réseau, qui met l'accent sur 2 des essais les plus contaminés. Les efficacités sont estimées environ 26 jours après le traitement T2. Seul le module avec Cherokee au T1 conduit à des différences significatives (contrairement au module avec Juventus + Bravo en T1). L'apport de soufre au T1, ici Heliosoufre S 3.5 L (soit 2450 g/ha de soufre) permet de faire progresser significativement l'efficacité de Cherokee 0.67 L, à un niveau équivalent à celui permis par Cherokee 1.33 L. Les résultats de 2017 sont conformes à ceux de 2017.

Sur l'autre base T1 = Juventus 0.7 L/ha + Bravo 0.7 L/ha (puis Kardix 0.7 L/ha), les différences ne sont pas statistiquement significatives. En tendance l'efficacité progresse avec l'apport de soufre, (+3 %). Dans la nuance également une augmentation de la dose du T1, de la demie dose (1/2N) à la dose de référence N améliore l'efficacité de +4 %.

Figure 1 : Efficacité (%) moyenne sur F2, 26 jours après traitement, et rendement (q/ha) sur la base de 2 essais (60, 80) 2017 : extrait du Réseau R2E



C'est également dans ce contexte qu'a été testé le projet DSP016, un produit à base de phosphonate de potassium, dont nous avons perçu une certaine activité dans les essais de screening antérieurs. L'apport en terme d'efficacité est minime mais proche finalement de celui du soufre dans le même contexte. Il faudra donc compléter notre évaluation par d'autres données.

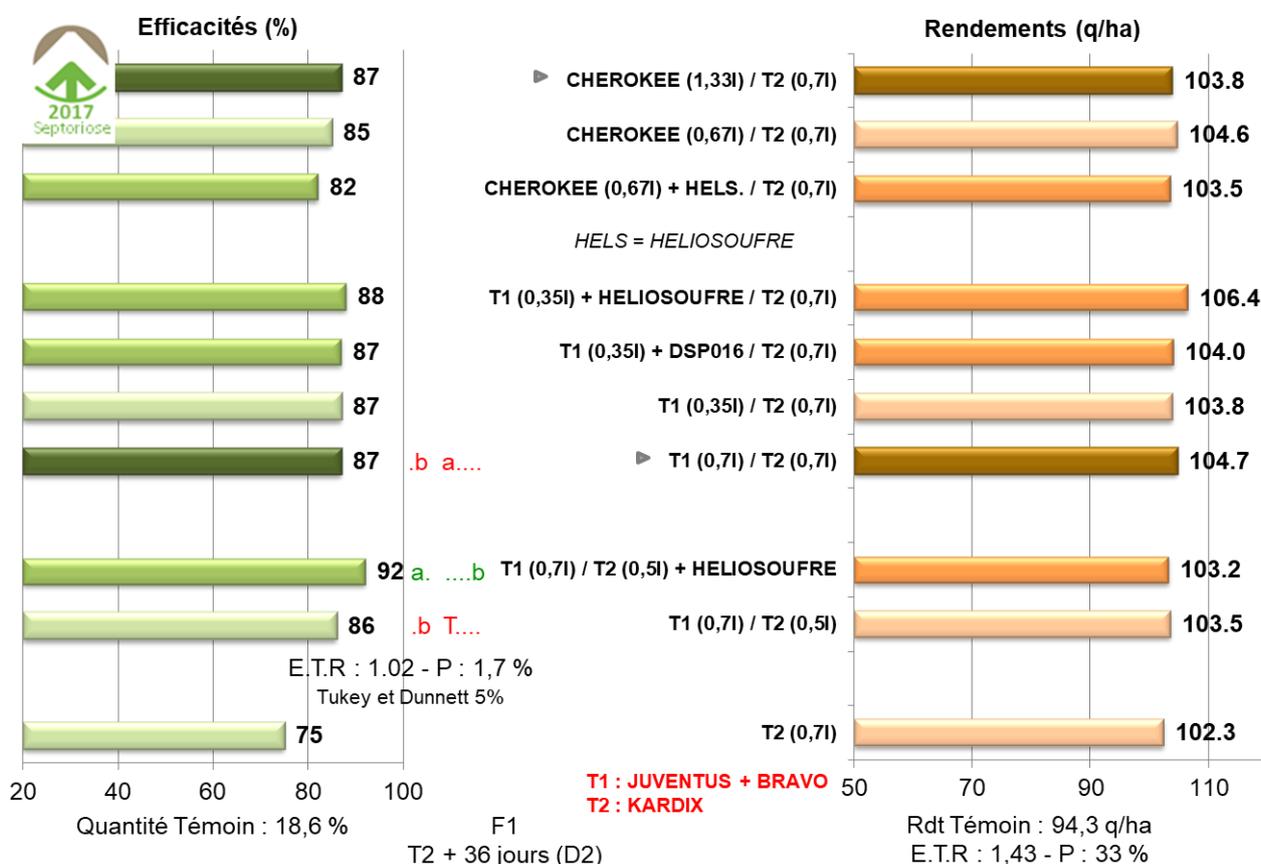
Le soufre pourrait aussi être utile au T2 ?

Pour tenter d'apporter une première réponse à cette question, le réseau R2E a mis en place 3 modalités sur la base du même programme de référence. Il s'agissait de comparer une dose réduite du T2 de référence : Kardix 0.6 L/ha, à la même dose de Kardix complétée par du soufre (Heliosoufre S à 3.5 L/ha). L'ensemble

était comparé au programme de référence où Kardix est apporté à 0.7 L/ha.

Vingt-six jours après le T2, sur F2 (Figure 1), les résultats ne sont pas significatifs sur le plan statistique (statistiques non présentées). En revanche, un regroupement des notations de deux autres essais, à T2 + 36 jours, sur F1 (Figure 2), conduit à des différences statistiques. L'apport de soufre compense la baisse de dose (0.1L/ha) appliquée au T2. Un résultat positif qui confirme l'activité du soufre sur cette cible, mais qui mérite d'être confirmé dans un contexte « maladie » plus sévère.

Figure 2 : Efficacité (%) moyenne sur F1, 36 jours après traitement, et rendement (q/ha) sur la base de 2 essais (60, 91) 2017 : extrait du Réseau R2E



Par ailleurs, un apport de soufre a également été expérimenté au T3, en complément du traitement contre la fusariose des épis avec un certain succès (voir notre chapitre sur la fusariose de l'épi).

Et au-delà du soufre !

Arvalis Institut-du-Végétal crible en parallèle des propositions de la recherche publique et privée, des substances naturelles d'origine végétale ou issues de microorganismes ou encore les microorganismes eux-mêmes. Au total une quinzaine de candidats, parmi

lesquels la combinaison soufre + phosphonate a permis d'obtenir, après 4 applications, une efficacité de plus de 80%, 30 jours après la dernière intervention. Il est donc permis d'espérer, en combinant les solutions de biocontrôle entre elles, d'élargir davantage leurs potentialités, voire même d'oser un 100% biocontrôle en s'appuyant en même temps sur la résistance génétique. Ne perdons pas de vue que la septoriose s'accompagne parfois de violentes attaques de rouille jaune ou de rouille brune ; le challenge est donc de disposer de solutions qui permettent de faire face à tous les risques !

Du côté des biostimulants !

Nous avons exploré en 2016, le potentiel de certains biostimulants et certains d'entre eux présentaient un réel potentiel pour aider la plante à se défendre contre les stress, y compris ceux d'origine biotique comme la septoriose. Nectar Céréales a par exemple été identifié comme tel, il contient du sulfate de manganèse mais aussi du soufre et une (ou des) cellulase(s)¹ d'origine probablement fongique. Cette dernière fraction devrait

faire l'objet d'un dépôt d'AMM prochainement, en vue d'une homologation en tant que biostimulant. S'agissant d'une AMM de biostimulant, aucune référence directe à la protection des cultures ne peut être affichée. Cependant, il sera possible de préciser le mode d'emploi de ce biostimulant en interaction avec les solutions de protection.

¹ enzyme susceptible de décomposer la cellulose en sucres simples.

Stratégies fongicides régionales

ADAPTER VOTRE PROGRAMME ENVISAGE EN MORTE SAISON

En 2016, ARVALIS Institut du végétal a mis au point un indicateur régional de risque dont l'objectif est d'estimer a priori la nuisibilité des maladies foliaires du blé pour éventuellement aider au choix variétal, mais surtout adapter le programme de traitement envisagé en morte saison. Nous l'avons actualisé avec les essais 2017. Cet indicateur permet d'estimer la nuisibilité (en q/ha) à laquelle on peut s'attendre dans d'une zone

géographique donnée en fonction d'un profil de sensibilité variétal « global ». Le profil de sensibilité « global » d'une variété : sensible, moyennement sensible ou résistante est défini par maladie en fonction de sa sensibilité. Les valeurs « seuil » des notes définissant l'appartenance à une classe de sensibilité figurent au tableau 1

Tableau 1 : Classe de sensibilité pour la septoriose, la rouille jaune et la rouille brune

Maladie/Classe de sensibilité	Sensible	Moyennement sensible	Résistante
Septoriose	note≤4.5	4.5<note≤6	note>6
Rouille jaune	note≤4	4<note≤6	note>6
Rouille brune	note≤4	4<note≤6	note>6

La résistance des variétés à la rouille brune, la rouille jaune et la septoriose est décrite par une note (CTPS/Arvalis) allant de 1 (les plus sensibles) à 9 (les plus résistantes) pour chacune des maladies. Le profil de sensibilité global d'une variété est défini à partir de ces notes et des valeurs seuil présentées ci-dessus.

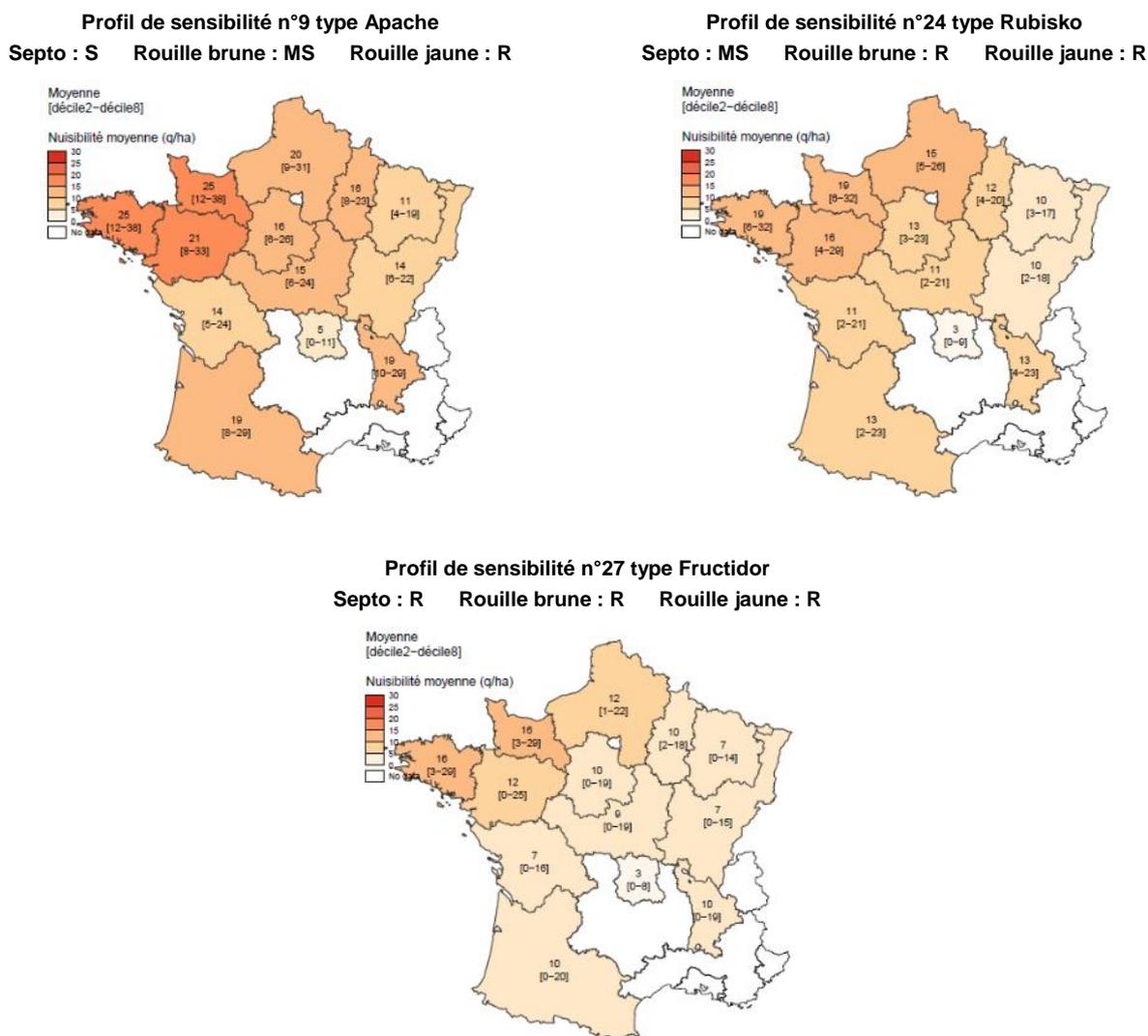
Pour chaque profil et pour chaque région sont proposés grâce à la modélisation, un niveau de nuisibilité moyen et une estimation de sa fréquence avec les déciles 2* et 8*. Ces valeurs de sortie (moyenne, décile 2, décile 8) ont été estimées à partir d'un modèle statistique établi à partir des écarts de rendement traité - non traité observés dans plus de 3200 essais entre 2000 et 2017.

Elles sont présentées sous forme de 3 cartes représentant 3 exemples¹ de profil de résistance

variétale pour la septoriose : un profil sensible (profil n°9) correspondant à un type Apache, Bermude ou SY Moisson, un profil moyennement sensible (profil n°24) correspondant à un type Rubisko et un profil résistant (profil n°27) correspondant à un type Fructidor ou Lg Absalon (Figure 5).

¹ : Tous les types de profil peuvent être modélisés.

Figure 5 : Cartes de nuisibilité (q/ha) de 2000 à 2017 entre trois profils globaux différents représentatifs de variétés cultivées : sensible (S) à la septoriose, moyennement sensible (MS) et résistant (R)



Les zones blanches sont celles où le nombre de données d'essais pour le profil considéré est trop faible pour estimer des valeurs de nuisibilités fiables (moins de 18 données, où moins de 3 variétés)

* Le décile 2 est le niveau de nuisibilité en q/ha telle que 80% des écarts traité – non traité observés sont supérieurs à cette valeur. Le décile 8 est le niveau de nuisibilité en q/ha telle que 20% des écarts traité – non traité observés sont supérieurs à cette valeur.

Ces cartes permettent de visualiser la variabilité spatiale de l'indicateur, c'est-à-dire du risque maladie en q/ha.

On constate de fortes disparités de nuisibilité potentielle entre les régions. La région Champagne est par exemple, une zone où la nuisibilité est modérée quel que soit le profil variétal retenu : elle atteint en moyenne 16 q/ha pour un profil sensible, 12 q/ha pour un profil moyennement sensible, et 10 q/ha pour un profil résistant. Parallèlement, le niveau moyen de nuisibilité est très fort en Bretagne et en Basse Normandie. Il

atteint en moyenne plus de 25 q/ha pour un profil sensible, 19 q/ha pour un profil moyennement sensible et 16 q/ha pour un profil résistant. Sur cette base, des recommandations peuvent être adaptées et harmonisées en intégrant à la fois l'effet variété et l'effet région. Les enjeux pouvant être différents d'une variété et d'une région à l'autre, le conseil peut ainsi être nuancé sur une base objective, et même faire l'objet d'une analyse du risque fréquentiel. Notez les écarts entre les déciles 2 et 8, ils illustrent une forte variabilité interannuelle mais aussi intra régionale.

QUELLE ENVELOPPE FONGICIDE POUR 2018 ?

A titre de repère, la dépense fongicide moyenne sur blé tendre s'est établie en 2017 à 70 €/ha (2016 à 84 €/ha, 2015 à 82€, 2014 à 87€ et 2013 à 80 €). Cette baisse par rapport à 2016 et aux dernières années est principalement due à une diminution du nombre de passages en raison de la faible pression de septoriose et de fusarioses sur épis. Il est naturellement difficile de prévoir ce que sera la saison prochaine, aussi bien la pression de maladies que le cours des céréales. Même si ceux-ci ont légèrement baissés depuis l'année dernière, ils restent à un niveau permettant de valoriser une protection fongicide. Nous retenons 14.5 €/q comme prix de base. A chacun de l'augmenter ou le diminuer selon ses convenances.

Cette année, nous avons fait évoluer légèrement nos repères de dépenses optimales et ne conservant dans notre modèle que les essais à partir de 2012 qui

contiennent un SDHI en T2. Pour rappel, dans ces essais dit « courbe de réponses », nous faisons varier la dose de chaque fongicide utilisé en programme majoritairement en trois passages. Ainsi, une dépense de 80 €/ha apparaît comme une enveloppe repère pour faire face à une forte pression de maladie (de l'ordre de 25 q/ha). Pour 10 q/ha de nuisibilité, l'investissement à envisager sera de l'ordre de 41 €, et de 107 € si les dégâts dus aux maladies approchent 30 q/ha (tableau 1). Une protection de qualité sera donc recherchée, tout en continuant d'adapter le nombre et la dose de chaque application aux conditions de l'année, à la région et à la variété.

Pour établir nos propositions de programmes pour la saison 2018, nous avons opté pour un prix moyen culture de 14.5 €/q1 et anticipé au mieux ces évolutions de prix sur les fongicides.

Tableau 1 : Dépense fongicide optimale théorique sur blé en fonction de la pression parasitaire attendue en septoriose et rouille brune et sous 10 hypothèses du prix du quintal (62 essais 2012 à 2017)

Nuisibilité attendue q/ha Prix blé €/q ²	5 q/ha	10 q/ha	15 q/ha	20 q/ha	25 q/ha	30 q/ha	35 q/ha	40 q/ha
11 €/q	18	30	42	53	65	77	89	100
12 €/q	21	33	45	58	70	82	94	106
13 €/q	24	36	49	61	74	87	99	112
14 €/q	26	39	52	65	78	91	104	117
14.5 €/q	27	41	54	67	80	94	107	120
15 €/q	29	42	55	69	82	96	109	123
16 €/q	31	45	59	72	86	100	114	128
17 €/q	33	47	62	76	90	104	118	133
18 €/q	35	50	65	79	94	108	123	137
19 €/q	38	53	67	82	97	112	127	142

Pour une nuisibilité attendue de 20 q/ha^{3 4}, la dépense fongicide idéale s'échelonne de 53 à 82 €/ha selon le prix du blé retenu. Pour 14.5 €/q, la dépense idéale serait de 67 €/ha, enveloppe de dépense à ajuster en fonction de la pression de maladie observée en cours de saison.

Pour vous aider à construire vos propres repères, le prix du blé à horizon 2018 étant difficilement prévisible et parfois contractualisé, vous pouvez utiliser le tableau 1, en fonction de vos propres estimations économiques

Enfin si ces repères, dans un contexte incertain, sont utiles pour préparer sa stratégie de protection contre les maladies, il faudra au final prendre en compte le contexte de la saison et les conditions climatiques qui influent sur le développement des maladies pour ajuster en cours de campagne à la hausse ou à la baisse, les programmes bâtis a priori.

² : Il est impossible de prédire le prix du blé à la récolte 2018. Nous tablons sur un prix de 14.5 €/q

Notez que pour l'analyse économique de nos résultats d'essai de 2017, nous avons également retenu le prix de 14.5 €/q.

³ : L'appréciation du risque maladie, si elle peut être estimée a priori sur une base régionale et en fonction de la sensibilité variétale elle dépendra in fine aussi du climat en cours de saison qui restera donc le premier élément de pilotage de la protection fongicide.

⁴ : Attention, ces repères valent pour les pertes occasionnées par les maladies foliaires, c'est-à-dire septoriose et rouille brune. Si d'autres maladies plus secondaires ou occasionnelles, comme le piétin verse, la rouille jaune (précoce), l'oïdium ou la fusariose venaient s'y ajouter, la dépense devra intégrer ces risques et évoluer en conséquence.

Quand introduire les SDHI dans les programmes ?

Les SDHI confirment leur place dans les programmes de traitement, et sont malgré leurs prix plus élevés tout à fait compétitifs par rapport aux solutions existantes, à condition d'adapter les doses au niveau de pression des maladies.

A priori, si l'on choisit d'utiliser les SDHI, leur positionnement naturel est en T2 dans le cadre d'un programme à 2 ou 3 traitements, mais ils peuvent être aussi valorisés en traitement unique à partir de dernière feuille étalée. Ces molécules n'ayant pas d'activité marquée sur la fusariose de l'épi, leur place n'est donc pas en T3. A l'inverse, elles pourraient occuper le segment des T1. Mais ce segment est déjà occupé par

les associations à base de chlorothalonil, qu'il s'avère difficile de déplacer et méritent, ne serait-ce que pour maintenir une certaine diversité des modes d'action, d'être conservées en T1.

Les autres solutions sont-elles hors-jeu ?

Si les solutions SDHI ont parfaitement leur place dans les programmes, **les solutions autres que SDHI ne sont pas pour autant disqualifiées**. Elles trouveront leur place en T1 par exemple là où les exigences en terme d'efficacité sont les moins aiguës. Par ailleurs, certaines solutions autres que SDHI sur rouille brune présentent un rapport qualité-prix intéressant. Les strobilurines associées à des triazoles, conservent tout leur intérêt. **Les SDHI ne méritent donc pas d'être généralisées.**

QUELQUES REPERES DE CONSTRUCTION POUR LA PROTECTION DES BLES TENDRES EN 2018

Pas plus d'un SDHI par saison !

Pour minimiser les risques de résistance, nous confirmons notre préconisation d'un seul SDHI par saison (voir chapitre Septoriose : Réseau Performance).

- **Diversifier les modes d'action**, en essayant de respecter les règles suivantes :
- Pas plus d'un prochloraze, pas plus d'une strobilurine et pas plus d'un carboxamide par campagne.
- Alternier les IDM (triazoles) au cours de la saison : éviter si possible d'utiliser 2 fois la même matière active.

Un programme à 1, 2 ou 3 applications est à adapter régionalement et à l'année

Traitement en T0 (épi 1cm)

- Sur rouille jaune uniquement, les produits à base de triazoles (ou double triazoles) ont une efficacité très satisfaisante. Ils peuvent être complétés éventuellement par une strobilurine. Plus que le produit, c'est le délai entre deux interventions qui est important. Avec une pression comme celle observée en 2014, les produits ne dépassaient pas 20 jours de protection. Une enveloppe de 20 €/ha est suffisante pour ralentir la progression de la maladie en début de cycle.

Traitement en T1 (1 à 2 nœuds)

- Sur septoriose, les triazoles sont proposés de préférence associés avec du chlorothalonil pour renforcer leur efficacité sur septoriose. Le chlorothalonil étant un fongicide multisites, il présente un risque de résistance limité.
- Piétin verse : En cas de risque, on préférera recourir aux variétés résistantes.

Si un traitement s'avérait absolument nécessaire, l'association de métrafénone et de cyprodinil nous semble la solution la plus adaptée aux situations où le piétin verse est très présent.

Traitement en T2 (dernière feuille à début épiaison)

- **En complément des triazoles, les SDHI et/ou les strobilurines trouvent leur place en T2**, du stade dernière feuille au stade début épiaison.

- Sur septoriose dans les régions au Nord de Paris où les souches TriMR évolués et MDR sont les plus fréquentes, un second chlorothalonil au T2 est possible en complément de certains SDHI (bixafen, penthiopyrade, benzovindiflupyr) à conditions que le T1 à base de chlorothalonil soit bien positionné et que le délai T1/T2 ne dépasse pas 21 jours.

- Sur septoriose, pour les régions de la bordure atlantique et le Sud-Ouest, l'adjonction de prochloraze renforce généralement l'efficacité des triazoles, et constitue une alternative aux SDHI en T2.

- Pour les régions et les variétés où la rouille brune est la préoccupation majeure, parce que particulièrement difficile à contrôler, l'adjonction d'une strobilurine est proposée de 0.2 à 0.3 l/ha, sauf dans le cas d'une spécialité à base de benzovindiflupyr en T2.

Traitement en T3 (début Floraison)

- Attention, éviter l'azoxystrobine, et la picoxystrobine en T3, pour toutes les situations agronomiques où le risque fusariose est avéré et pour lesquelles l'objectif de qualité sanitaire est prioritaire. Préférer dans ce cas un triazole anti-Fusarium seul (prothioconazole, tébuconazole, metconazole, bromuconazole) ou éventuellement Swing gold ou Fan-dango S⁵.

Si l'on souhaite privilégier le rendement, une association triazole+strobilurine pourra être proposée à la floraison : dose recommandée : 0.2 à 0.3 l/ha de strobilurine.

⁵ La dimoxystrobine (Swing Gold, ou Swing Gold + Caramba star) et la fluoxastrobine (Fandango S) peuvent être utilisés en T3 pour lutter contre les fusarioses. Les résultats acquis récemment ont montré que les effets négatifs observés sur la qualité sanitaire, du fait de l'utilisation des strobilurines à la floraison, étaient généralement absents ou peu marqués avec ces deux molécules.

COMMENT INTEGRER L'INDICATEUR IFT

Dans nos propositions de programmes de traitement, vous trouverez, aux côtés du coût/ha, deux valeurs d'**Indices de Fréquences de Traitement** ou IFT : l'IFT produits commerciaux (IFT pc) et l'IFT substances actives (IFT sa). Il s'agit ici de proposer des repères avec ces nouveaux indicateurs. **Ils permettent de caractériser nos propositions de programmes sous un angle Ecophyto.** Il est possible d'en tenir compte,

mais **nous n'en faisons pas aujourd'hui la variable d'entrée principale pour le choix d'un programme de traitement.**

A une exception près toutefois, qui concerne les agriculteurs engagés dans des MAE (Mesures Agro Environnementales). Ils auront intérêt à utiliser l'IFTpc pour optimiser leur conduite, seul indicateur retenu dans le cadre de ces mesures.

Tableau des efficacités sur blé

Efficacités par maladie des principaux fongicides ou associations utilisables sur blé

	Prix indicatif (€/ha)	Piétin verse	Oïdium	Septoriose	Rouille Brune	Rouille jaune	Fusariose épi	
							<i>F. graminearum</i>	<i>Microdochium spp</i>
OPUS NEW 1.5 l	44			++	++	++		
OPUS NEW 0.75 l	22			+	+	+		
ABACUS SP 1 l	30			+	+	++		
OSIRIS WIN 1.5 l	38			++	++	++	+	
prochloraze 450 g	19			+				+
OSIRIS WIN 1.25 l + PYROS EW 0.63 l	43			+	++	++	+	+
CHEROKEE 2 l	44			++	++	++		
JUVENTUS 0.8 l + BRAVO 0.8 l	32			++	+	++		
KANTIK 1.3 l	29		++	++	++	++		
ATTENTO STAR 3 l + PROPI 25EC 1 l	58			++	+	++		
DJEMBE 0.75 l + CLORIL 0.75 l	26			++	+	++		
BROADWAY 1.8 l	38			++	++	++		
PRIORI XTRA 1 l	44			+	+++	+++		
BELL 1 l	37	+		+	+	+		
BELL STAR 1.25 l	41	+		++	++	++		
VIVERDA 1.25 l	48	+		++	+++	+++		
ADEXAR 1 l	51			+++	++	++		
ADEXAR 0.8 l	41			++	++	++		
CERIX 1.25 l	51			+++	+++	+++		
CERIX 1 l	41			++	++	++		
LIBRAX 1 l	51			+++	++	++		
LIBRAX 0.9 l	46			+++	++	++		
LIBRAX 0.8 l	41			++	++	++		
LIBRAX 0.75 l + COMET 200 0.25 l	49			++	+++	+++		
SAKURA 1 l + IMTRES 0.8 l	48			+++	++	++		
PRIAXOR EC 0.6 l + RELMER 0.6 l	51			++	+++	+++		
JOAO 0.4 l	30	+		+			+	+
JOAO 0.4 l + prochloraze 315 g	43	++		++			+	++
PROSARO 1 l	48			++	++	++	++	++
PROSARO 0.5 l	24			+	+	+	+	+
KESTREL 1 l	52			++	++	++	++	++
KESTREL 0.5 l	26			+	+	+	+	+
FANDANGO S 1 l	36	+		+	+	+	+	+
FANDANGO S 1 l + prochloraze 315 g	49	++		++	+	+	+	++
AVIATOR XPRO 0.75 l	49			++	++	+		
AVIATOR XPRO 0.6 l	39			+	+	+		
SKYWAY XPRO 0.75 l	51			++	++	++		
SKYWAY XPRO 0.6 l	41			+	++	+		
KARDIX 1.5 l	82			+++	++	++		
KARDIX 0.9 l	49			+++	++	+		
KARDIX 0.7 l	38			++	+	+		
VARIANO XPRO 1.2 l	54			++	++	+		
VERTISAN 0.9 l + CREDO 0.9 l	64			++	++	+		
ELATUS PLUS 0.6 l + CERMIRA 0.4 l	49			+++	+++	+++		
ELATUS PLUS 0.6 l + CHEROKEE 1.2 l	55			+++	+++	+++		
ELATUS PLUS 0.6 l + ARIOSTE 90 0.6 l	50			+++	+++	+++		

ELATUS ERA 1 l	68			+++	+++	+++		
ELATUS ERA 0.75 l	51			++	+++	+++		
FLEXITY 0.3 l	19	+	+					
GARDIAN 0.5 l	20		+					
TALENDO 0.25 l	22		+++					
NISSODIUM 0.5 l	50		+++					
SUNORG PRO 1 l	31			+	++	+	+	
BALMORA 1 l	16		+		++	++	+	
ÉPOPÉE 1.5 l	33		+	+	+	++	+	+
SWING GOLD 1.5 l	39			+	++	++	+	+
CERCOBIN 1.5 l	21						+	
EPOPEE 1.2 l + CERCOBIN 1.2 l	43						+	+
SWING GOLD 0.75 l + CARAMBA STAR 0.5 l	35			+	++	++	+	+

LÉGENDE **+++** Très bonne efficacité **++** Bonne efficacité **+** Efficacité moyenne Faible efficacité
 Sans intérêt ou non autorisé

Rouille jaune

2017 : UN RISQUE MODERE

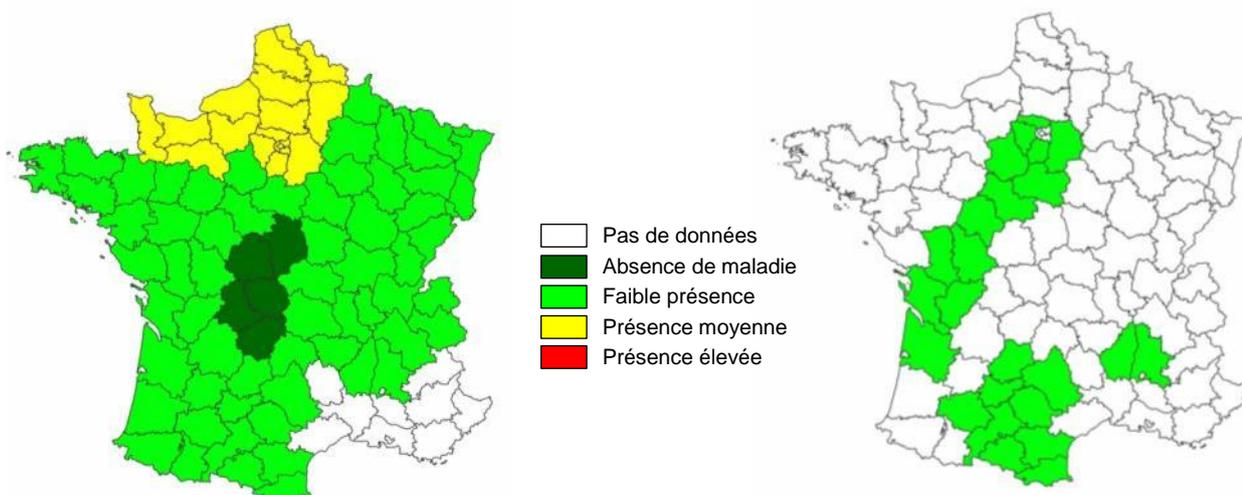
On se souvient de l'année 2014 qui a été l'année record, avec une épidémie sans conteste la plus importante de ces quinze dernières années, à la fois par les surfaces concernées mais aussi par l'intensité des attaques et leur impact sur le rendement. Pour 2017, la rouille jaune est parfois présente en situation à risque (bordure maritime Nord, variétés sensibles) sans pourtant être aussi précoce et explosive que 2014. Les 1ers symptômes sont signalés dans les Hauts de France et Normandie fin mars, début-avril mais le climat du printemps n'est pas favorable à son développement (sec, manque d'hygrométrie et frais). En Bretagne, les premiers symptômes apparaissent fin mars à l'est de l'Ille-et-Vilaine (35).

Au global, on observe moins de symptômes de rouille jaune que les 3 dernières années (2017 < 2016, 2015 << 2014).

Les variétés de blé tendre les plus citées dans les BSV en 2017 et présentant des foyers sont : Alixan, Allez-y, Altigo, Ascott, Boregar, Cellule, Expert, Galibier, Grapelli, Hyfi, Illico, Joker, Laurier, Lyrik, Midas, , Sherlock, Sy moisson, Trapez, Bergamo, Chevron, Creek, Boregar, Hyfi, RGT Kilimanjaro. Parfois quelques symptômes sont observés sur variétés assez résistantes Fructidor (note 7), Rubsko (note 7) et des symptômes plus importants sur Nemo dans un grand nombre de situations. Ces observations restent toutefois à prendre avec prudence car toutes n'ont pas été validées dans nos essais.

En Midi-Pyrénées, elle est signalée à la mi-mars sur blés tendres sensibles (Quality, Oregrain, Tiepolo, Nogal) et sur blé dur début avril (Miradoux, Relief, Casteldoux et Acalou en vallée du Rhône) mais il n'y a toutefois pas eu d'explosion de l'épidémie par la suite.

Figure 1 : 2017 une année à faible pression



En 2017, sur **blé tendre**, la Normandie et la bordure maritime Nord sont les régions les plus concernées par la rouille jaune.

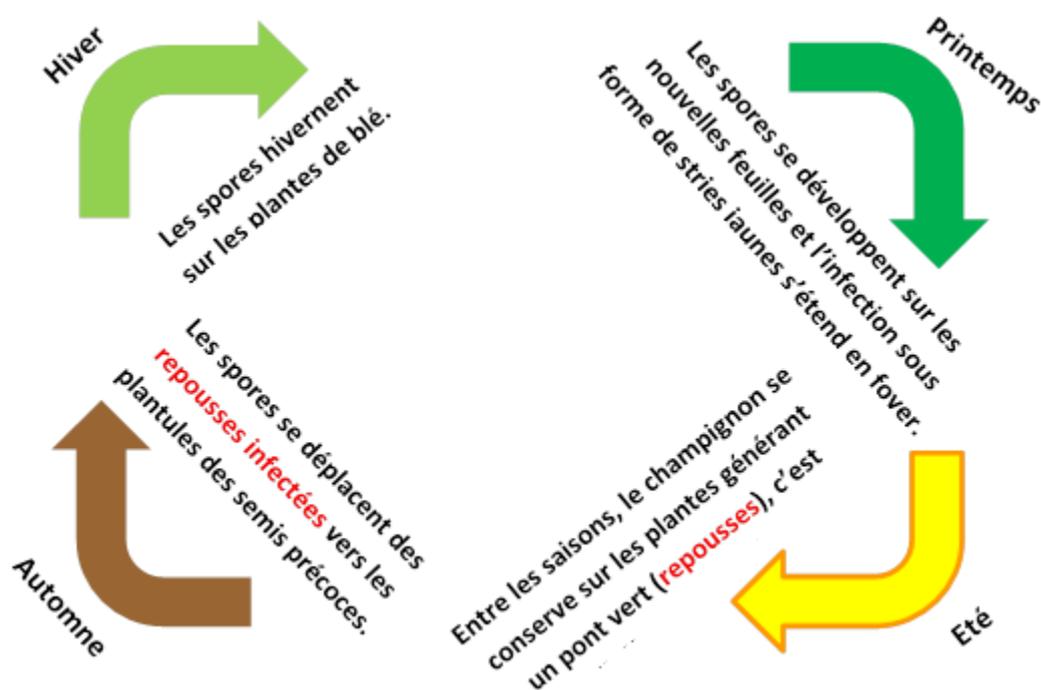
En 2017, sur **blé dur**, faible présence de rouille jaune

Activer tous les leviers agronomiques

Parmi les mesures prophylactiques, le choix variétal est la mesure la plus efficace.

Incidence des techniques culturales			
Incidence des techniques culturales	Choix variétal		<ul style="list-style-type: none"> Moyen de lutte le plus efficace, bien que fragile (contournement à surveiller) Préférer les variétés avec une note > 6
	Fertilisation azotée		<ul style="list-style-type: none"> L'azote favorise la maladie en créant un couvert végétal dense et un microclimat plus humide Fractionnement défavorable à la maladie
	Densité de semis		<ul style="list-style-type: none"> Les densités élevées sont plus favorables au développement du parasite
	Mélanges variétaux		<ul style="list-style-type: none"> Efficacité vis-à-vis de la rouille jaune Attaque plus faible sur le mélange que sur les variétés pures
	Destruction des repousses		<ul style="list-style-type: none"> Diminue la conservation de la maladie pendant l'interculture
	Date de semis		<ul style="list-style-type: none"> Les semis précoces favorisent les rouilles en règle générale (<i>dans certains cas, des semis tardifs se sont avérés plus sensibles à la rouille jaune</i>)
	Travail du sol enfouissement/ broyage des résidus		<ul style="list-style-type: none"> Peu d'influence sur la gravité des attaques de rouille jaune

Figure 2 : Cycle simplifié de la rouille jaune des céréales



Résistances variétales sur blé tendre en 2017

Echelle de résistance à la rouille jaune

Références		Les plus résistantes		Nouveautés et variétés récentes			
Résistants							
TERROIR	COSTELLO	BOISSEAU	MONTECRISTO CS	ETANA	(LG NASHVILLE)		
RGT VENEZIO	DESCARTES	CALUMET	GIMMICK	LIPARI	MOGADOR	SEPIA	
MATHEO	CALABRO	BOLOGNA TRIUMPH	KWS DAKOTANA	STROMBOLI			
			FAUSTUS	LG ALTAMONT	MUTIC	MORTIMER	
Assez résistants							
	SY MOISSON	AREZZO	IZALCO CS	SOPHIE CS			
	FRUCTIDOR	AIGLE	HYBELLO	FILON	RGT VELASKO		
		SOLEHIO	HYPOLITE	LG ARMSTRONG			
	HYBIZA	ADVISOR	DONJON	KYLIAN	MILOR	STEREO	
RUBISKO	REBELDE	GRANAMAX	BIENFAIT				
	BERMUDE	APACHE	CHEVIGNON	RGT CESARIO			
	DIAMENTO	NEMO*	HYDROCK	HYKING	LG ABSALON	SANREMO	
	FORCALI	FLUOR	(GEDSER)*	RGT LIBRAVO			
Moyennement sensibles							
SYLLON	BERGAMO	CELLULE ASCOTT	ATTRAKTION	PASTORAL	RGT SACRAMENTO		
			HYPODROM MAORI	PIBRAC	RGT FORZANO	RGT PRODUCTO	
Assez sensibles							
	BOREGAR	AUCKLAND	CREEK	ORLOGE			
			ADRIATIC P				
Sensibles							
RGT KILIMANJARO	LEAR	ALLEZ Y	LG ASCONA	RGT CYCLO	REFLECTION		
	LYRIK	GRAPELI	COMPLICE	(HY GUARDO)			
Très sensibles							
		OREGRAIN	COMILFO				
	TIEPOLO	AMBITION	SILVERIO				
		HYFI					
		HYWIN	PAPILLON				

() à confirmer

* : variété observée plus sensible sur quelques sites (à des souches actuellement minoritaires)

Source : essais pluriannuels inscription (CTPS/GEVES) et post-inscription (ARVALIS), jusqu'à 25 en 2017

Classement des variétés par rapport à la tolérance à la rouille jaune

Synthèse pluriannuelle nationale (2012-2017)

	Variétés peu sensibles				
	Références			Variétés récentes	
			9		
			8.5		
	ANVERGUR	BABYLONE	8	NOBILIS	RGT FABIONUR
		GIBUS			HARISTIDE
		DAURUR	7.5		
		TABLUR			
Variétés peu sensibles	ATOUDUR	FABULIS	7	CASTELDOUX	LG BORIS
		KARUR			RGT VOILUR
		QUALIDOU	6.5	TOSCADOU	HERAKLION
		SYBANCO			
	ISILDUR	PESCADOU	6		
		SCULPTUR			
Variétés moyennement sensibles			5.5		
		MIRADOUX	5	RELIEF	
			4.5		
			4		
Variétés sensibles			3.5		
		LUMINUR	3		
			2.5		
			2		
			1.5		
			1		

Source : essais pluriannuels ARVALIS et CTPS/GEVES (2012-2017)

ETUDE DES POPULATIONS DE ROUILLE JAUNE PAR L'INRA BIOGER

Les populations de rouille jaune se diversifient

Les races de rouille jaune évoluent en fonction du paysage des variétés cultivées. C'est pour cette raison qu'on assiste régulièrement à des contournements de résistance variétale. Depuis l'apparition de la race Warrior avec une arrivée de manière massive, et encore inexpliquée, en Europe en 2011, les épidémies de rouille jaune sont plus fréquentes et plus nuisibles sur blé tendre, triticales et blé dur, ce qui coïncide aussi avec des périodes de conditions climatiques favorables au développement épidémique, en particulier des hivers doux et des printemps favorables sans discontinuité en particulier en 2014. Les hivers doux ont permis un développement épidémique très précoce sur des variétés au stade jeune et un nombre élevé de générations du parasite. Les analyses moléculaires révèlent une diversité génétique plus importante des races de rouille jaune depuis ce changement de population. Les contournements de résistance variétale sont également plus nombreux depuis 2011.

Warrior (–) et Warrior 1 dominant toujours le paysage

Les résultats de l'enquête 2016 révèlent une tendance globale stable sur blé tendre. Les races de rouille jaune Warrior (Warrior – et Warrior 1), sont dominantes dans toutes les régions de France. La race dénommée Warrior – (lire moins) qui n'attaque pas Warrior ni Ambition est dominante (60 % des populations) alors que la race Warrior 1 demeure à une fréquence d'environ un quart de la population. Ces résultats sont cohérents avec les classements assez stables observés dans les parcelles non traitées des essais variétés de blé tendre entre 2015 et 2016.

Deux nouvelles races détectées pour la première fois en 2016 sur blé tendre

- 3 isolats de la race Kranich ont été identifiés, dont 2 issus de la variété Oregrain. Apparue en même temps que Warrior 1 en 2011 en Scandinavie, et observée en

Grande Bretagne depuis 2014, cette nouvelle race contourne la résistance Yr8 (contrairement aux races Warrior, et aux anciennes races européennes). Son profil génétique la rattache plutôt à la race Warrior 1 qu'aux anciennes races européennes. Cette apparition coïncide avec une diminution du niveau de résistance de la variété Oregrain en 2016. Nemo est également régulièrement observée avec d'importants foyers particulièrement visibles en 2017.

- 1 seul isolat, nommé variant de Warrior avec moins de virulences a été détecté sur Renan. Renan est aujourd'hui moyennement résistant à la rouille jaune (note de 5).

D'autres races à surveiller en Europe

Warrior (–) est dominante à travers l'Europe. Mais trois autres races sont décrites en Europe.

La première, identifiée sous le nom de Invicta aurait provoqué des contournements de résistance en Grande Bretagne en 2016 d'après la publication anglaise « United Kingdom Cereal Pathogen Virulence Survey 2016 Annual Report ».

En 2017, une nouvelle variante de Warrior a également été identifiée en Grande Bretagne (à confirmer).

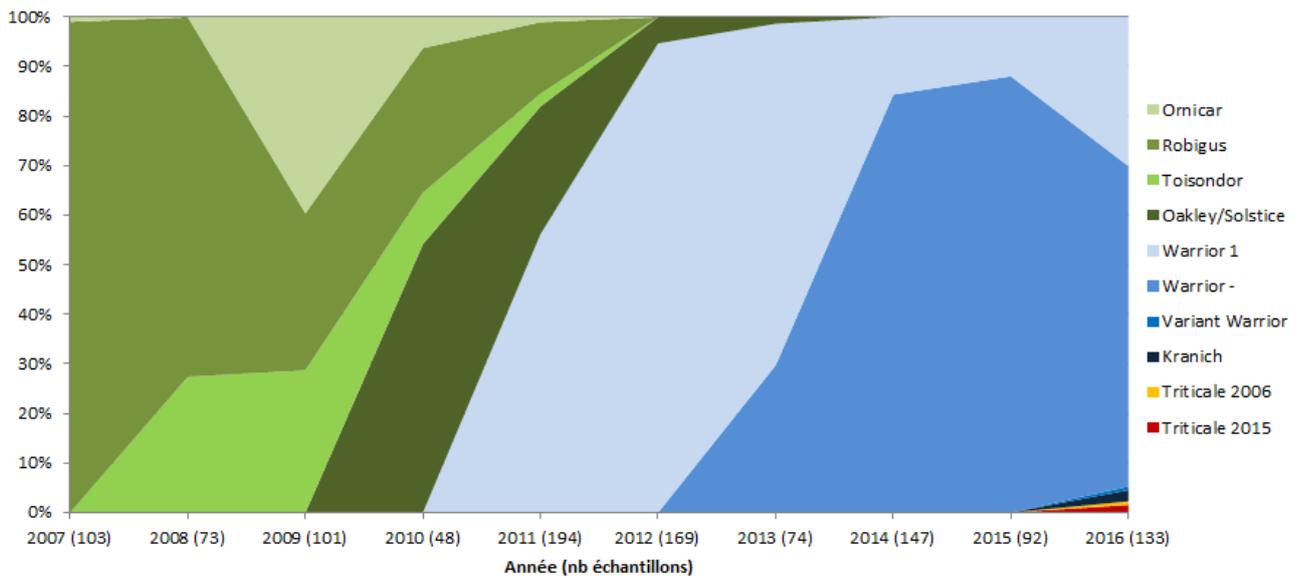
Une autre race, la race Pst (new), est signalée en Sicile et au Danemark en 2016 sur le site www.wheatrust.org.

Rester vigilant en 2018

Grâce au travail des sélectionneurs, la majorité des variétés de blé tendre cultivées conserve un bon niveau de résistance à la rouille jaune. Dans le contexte actuel, il est fortement conseillé de choisir des variétés résistantes ou assez résistantes.

Mais la variabilité actuelle des races de rouille jaune en France et en Europe augmente les risques de contournement des résistances variétales. Il est donc recommandé de rester vigilant y compris avec les variétés notées résistantes ou assez résistantes.

Figure 3 : Evolution des différentes races de rouille jaune prélevées sur blé tendre entre 2007 et 2016 en France



En vert : les anciennes races européennes

En bleu : les races Warrior

En orange/rouge : les races triticales

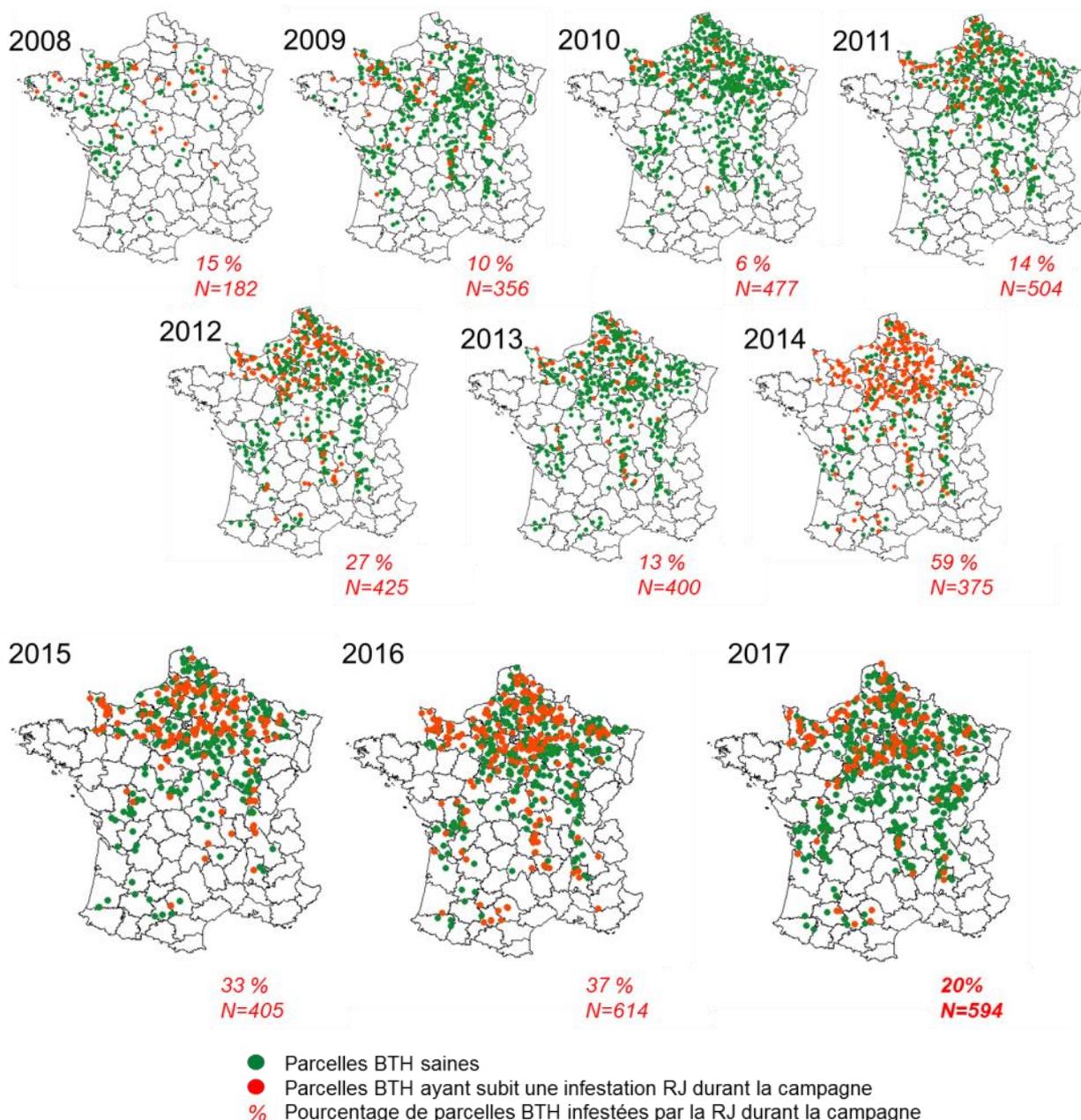
Source des données : INRA Bioger (C.Pope)

Une épidémie faible en 2017

Les données Vigicultures® nous ont servi pour la calibration du modèle Crustyello® développé par Arvalis-Institut du végétal. Ce modèle de survie prend en compte, le climat, l'agronomie et les sorties de yello (modèle épidémiologique de la Protection des Végétaux, prédit l'apparition des premières pustules et premiers foyers, ne prend pas en compte l'agronomie, échelle régionale) pour prédire la date d'apparition de la rouille jaune sur une parcelle.

Dans le contexte climatique 2017, Crustyello® confirme ces bonnes performances supérieures au modèle historique Yello (1994). Il a mieux prévu l'arrivée de la rouille jaune sur les parcelles avec une date d'observation conseillée plus proche de l'apparition des premières pustules. Le taux de visites ratées, qui correspond aux faux négatifs, est en faveur de Crustyello® (8% vs 10% pour Yello). La sensibilité de Crustyello® c'est-à-dire la capacité du modèle à prévoir de la rouille jaune (62% vs 50%) et le taux de visites au bon moment est également en faveur de Crustyello (54% vs 36%).

■ **Figure 7 : Evolution de la rouille jaune sur les parcelles Vigicultures® de blé tendre entre 2008 et 2017 (N=4332 parcelles)**



En 2017, le pourcentage de parcelles avec présence de symptômes sur les 3 dernières feuilles (20% en 2017 vs 59% en 2014) est bien plus faible que ces dernières années

REPERES POUR 2018

- En 2017, l'année se caractérise par une arrivée moins précoce de la maladie dès fin mars début avril sur la bordure maritime Nord, sans qu'elle présente un caractère explosif. 2017, présente une pression bien plus faible que ces dernières années.
- C'est sur la Bordure maritime Nord et en Bretagne que la maladie était la plus préoccupante.
- Le mois de janvier plus froid que la normale a retardé l'expression de la maladie et, par la suite, le temps souvent venteux a limité la présence de rosée indispensable à la germination des spores de rouilles.
- Les races de rouille jaune Warrior (Warrior – et Warrior 1), sont dominantes dans toutes les régions de France et sur toutes les espèces (blé tendre, blé dur et triticale) selon les analyses provenant de l'Inra Bioger. Plus précisément c'est Warrior - qui domine largement en France.
- La résistance variétale, même si elle parfois fragile reste le moyen le plus économique pour lutter contre cette maladie.
- La lutte chimique ne présente pas de difficulté particulière, du fait que les produits à base de triazole (ou double triazole) ont une efficacité très satisfaisante. Ils peuvent être complétés éventuellement par une strobilurine.
- Les produits à base de SDHI sont à réserver pour les T2 afin de bénéficier d'une meilleure lutte vis-à-vis de la septoriose. La comparaison entre les deux nouvelles spécialités Kardix et Elatus Era montre que le premier devra surement être renforcé par une strobilurine alors que le deuxième pourra être utilisé sans complément anti-rouille.
- En cas de nécessité de lutte au stade DFE, les associations avec Elatus Plus et un partenaire triazole donnent toutes de bons résultats tant en efficacité qu'en rendement.
- Le délai entre deux interventions reste important, les années où la pression parasitaire est très forte et sur variétés sensibles. Avec une pression comme celle observée en 2014, les produits ne dépassaient 20 jours de protection. Une intervention avec un produit efficace revient à une vingtaine d'euros, augmenter la dépense n'augmente pas la durée de protection, ni n'allonge la durée nécessaire à une ré-intervention.
- Le seuil d'intervention n'est pas remis en cause pour les variétés sensibles (note ≤ 6). Par contre, au vue des derniers résultats obtenus entre 2014 et 2016, il est possible de faire évoluer le seuil de nuisibilité pour les variétés résistantes à la rouille jaune (note > 6).

Seuil d'intervention pour lutter contre la rouille jaune en fonction de la tolérance variétale :

- Pour les variétés sensibles (note ≤ 6)
 - au stade épi 1cm, uniquement en présence de foyers actifs de rouille jaune (pustules pulvérulentes).
 - au stade 1 nœud, traiter dès la présence des premières pustules dans la parcelle.
- Pour les variétés résistantes (note > 6)
 - avant le stade 2 nœuds, ne pas intervenir
 - après le stade 2 nœuds, intervenir dès l'apparition de la maladie.

Rouille brune

FAIBLES CONSEQUENCES DU SUD AU NORD

Au cours de son cycle, la rouille brune passe l'été sur les repousses après récolte pour se conserver. Lors de l'été 2016, les repousses ont été rares en raison de la sécheresse estivale qui a suivi les moissons. La rouille brune a donc survécu sur les quelques repousses et le potentiel d'inoculum était déjà faible pour le début de l'automne. Les semis ont de plus été retardés dans certaines régions tant le sol était sec.

Par la suite, après deux hivers extrêmement doux, l'automne-hiver 2016-17 renoue avec des conditions plus classiques : des températures proches des normales saisonnières et l'arrivée de 1ères gelées en novembre. On reste dans des conditions défavorables à la propagation de la rouille brune.

Les premières estimations du risque annuel, basées sur le calcul des sommes de T° moy base 0 du 1er novembre au 31 mars (figure 1) montrent un niveau de

risque potentiel de la rouille brune très modéré à la sortie de l'hiver.

Les températures fraîches du début d'année puis les faibles pluviométries du mois d'avril ont définitivement empêché les attaques précoces de la rouille brune. Les périodes très chaudes du mois de juin en absence de rosée n'ont pas permis à la maladie de faire d'importants dégâts. Dans les régions à maturité plus longue, elle a pu faire perdre quelques quintaux dans certaines situations mais dans l'ensemble, c'est une "petite" année rouille brune.

Que peut-on dire du risque pour la campagne 2018 ? On peut déjà noter qu'il n'y a pas eu de sécheresse estivale en 2017 et que les repousses sont bien présentes avec des symptômes de rouille. Les conditions hivernales seront donc décisives sur la précocité de son apparition sur les cultures l'année prochaine. A suivre ...

Niveau de gravité de la rouille brune ces 15 dernières années :

2003 ↑ 2004 → 2005 → 2006 → 2007 ↑↑ 2008 ↓ 2009 ↓ 2010 ↓ 2011 → 2012 ↑ 2013 → 2014 ↑
2015 ↑ 2016 → 2017 ↓

Figure 1 : Comparaison du risque potentiel Rouille brune en sortie hiver entre 2007 (dernière année à forte pression), 2016 et 2017. Somme de T° moy Base 0 du 01/11 de l'année de semis au 31/03 de l'année de récolte.

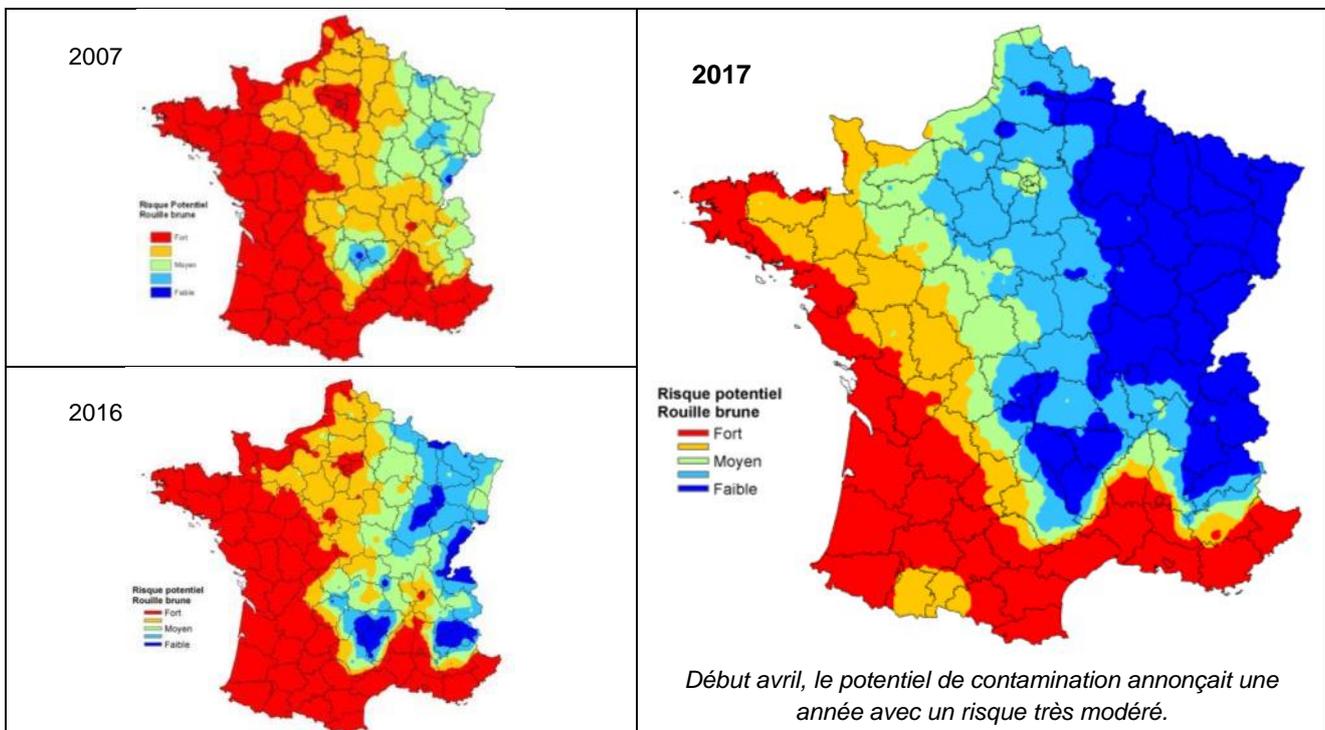
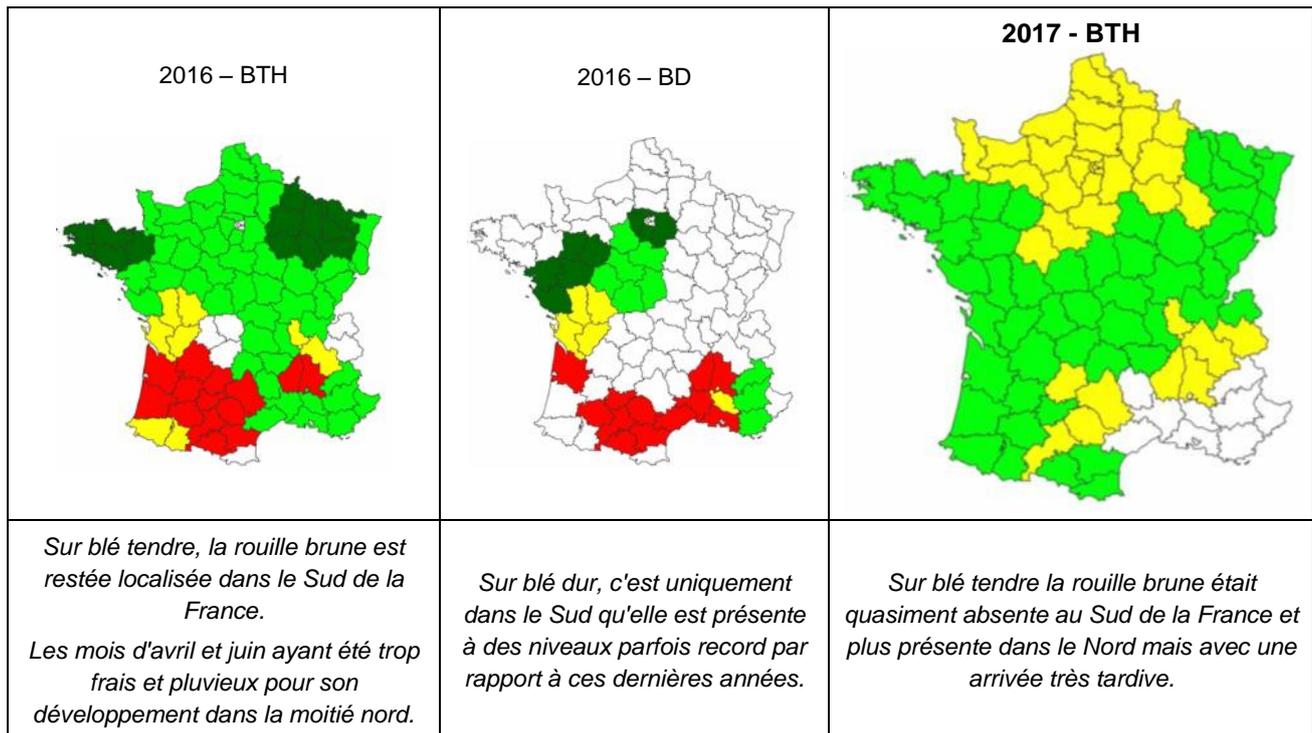


Figure 2 : Cartes d'observations de la rouille brune (issues d'observations réalisées par les régionaux Arvalis)



Gestion du risque rouille brune : activer tous les leviers agronomiques

Incidence des techniques culturales	Choix variétal		<ul style="list-style-type: none"> • Méthode de lutte la plus efficace • De nombreux gènes de résistance existent mais certains sont contournés rapidement
	Fertilisation azotée		<ul style="list-style-type: none"> • Les apports précoces d'azote augmentent la sensibilité de la plante • Ils participent au développement d'un couvert favorable à la maladie
	Date de semis		<ul style="list-style-type: none"> • Les semis tardifs sont moins touchés par la maladie
	Mélanges variétaux		<ul style="list-style-type: none"> • Efficace sur les rouilles lorsque les gènes de résistance impliqués sont différents entre variétés
	Destruction des repousses		<ul style="list-style-type: none"> • Une destruction des repousses de céréales limite potentiellement la conservation de la maladie à l'échelle de territoire
	Densité de semis		<ul style="list-style-type: none"> • Les densités de semis élevées seraient plus favorables à la maladie
	Travail du sol enfouissement/ broyage des résidus		<ul style="list-style-type: none"> • Le travail du sol est généralement considéré comme sans incidence sur la gravité des épidémies

Résistances variétales pour le blé tendre

Echelle de résistance à la rouille brune

Références		Les plus résistantes		Nouveautés et variétés récentes	
Résistant		HYGUARDO		STEREO DONJON ADRIATIC ^P	
				HYPOLITE RGT PRODUCTO RGT SACRAMENTO	
Assez résistant		RGT VENEZIO LEAR*		LG ARMSTRONG COMILFO LG ABSALON	
TRIOMPH TERROIR*		AIGLE FRUCTIDOR GRAPELI		FORCALI LIPARI LG ALTAMONT LG ASCONA	
				MORTIMER STROMBOLI REFLECTION	
Moyennement résistant		ADVISOR ARMADA ARKEOS SY MOISSON DIAMENTO		GIMMICK HYBELLO CHEVIGNON BIENFAIT SANREMO	
RGT MONDIO LYRIK MATHEO*		FLUOR BERGAMO		HYKING RGT FORZANO* PASTORAL IZALCO CS	
				HYPODROM KYLIAN RGT CESARIO RGT CYCLO* RGT VELASKO	
				MONTECRISTO CS SEPIA SOPHIE CS	
Assez sensible		DESCARTES AUCKLAND GALIBIER CHEVRON		COMPLICE (ETANA) HYDROCK	
(TIEPOLO) SOLEHIO SYLLON HYBIZA		GRANAMAX CALUMET OREGRAIN HYBIZA		FILON GEDSER KWS DAKOTANA	
		ALLEZ Y ASCOTT CALABRO APACHE		(LG NASHVILLE) MOGADOR ORLOGE MUTIC	
				PIBRAC RGT LIBRAVO REBELDE SILVERIO	
Sensible		COSTELLO CELLULE AREZZO BOLOGNA (DIDEROT)		ATTRAKTION FAUSTUS MILOR MAORI CREEK	
		BOREGAR			

* : variété observée plus sensible sur quelques sites (à des souches actuellement minoritaires)

() : à confirmer

Source : essais pluriannuels inscription (CTPS/GEVES) et post-inscription (ARVALIS), jusqu'à 35 en 2017

Résistances variétales pour le blé dur

Classement des variétés par rapport à la tolérance à la rouille brune

Synthèse pluriannuelle nationale (2006-2017)

Références		Variétés peu sensibles		Variétés récentes	
		9			
		8.5		NOBILIS LG BORIS RGT VOILUR	
		8			
		7.5			
BABYLONE		DAURUR SURMESUR		7 RGT FABIONUR	
		DAKTER QUALIDOU		6.5 RELIEF TOSCADOU	
ANVERGUR		ATOUDUR BIENSUR		6 HERAKLION	
GIBUS		ISILDUR LIBERDUR TABLUR			
		CLAUDIO LUMINUR		5.5 HARISTIDE	
		CLOVIS KARUR SYBANCO		5	
FABULIS		MIRADOUX PESCADOU		4.5	
		JOYAU SCULPTUR		4	
				3.5	
		NEODUR		3	
				2.5	
				2	
				1.5	
				1	

Variétés sensibles

Source : essais pluriannuels ARVALIS et CTPS/GEVES (2006-2017)

ETUDES DES POPULATIONS DE ROUILLE BRUNE PAR L'INRA BIOGER

Avec 70 gènes de résistance (Lr) recensés sur le génome du blé tendre, la résistance génétique est la première des méthodes à envisager pour réduire les pertes de rendement liées à la rouille brune. La plupart des gènes Lr sont des gènes majeurs à effet fort, conférant une résistance totale et spécifique à chaque race de rouille brune.

Ces gènes Lr sont très efficaces, à condition d'adapter la stratégie d'exploitation de ces résistances au potentiel évolutif du champignon. Baser la résistance d'une variété sur un seul gène de résistance n'est pas durable : le contournement par une race virulente se produit fréquemment et brusquement chez les rouilles. Par exemple, en Grande-Bretagne, les variétés Robigus et Oakley étaient totalement résistantes à la rouille brune, jusqu'en 2006 où une forte épidémie s'est déclarée sur ces variétés.

En France, l'émergence de cette nouvelle virulence est détectée en 2011, grâce au réseau de suivi des populations de rouille brune (coordonné par l'INRA - H. Goyeau, BIOGER INRA-Grignon et auquel collaborent en particulier Arvalis et tous les sélectionneurs blé). Chaque année sur blé tendre en France, on identifie une trentaine de races (=combinaisons de virulences) de rouille brune différentes.

Les isolats collectés en 2011 ont permis de déterminer que la résistance des variétés Robigus et Oakley était basée sur le seul gène de résistance Lr28.

Suite à la détection de seulement deux isolats virulents 28 en 2011, la diversité et la fréquence de races porteuses de cette virulence ont très fortement augmenté. L'évolution se poursuit encore, avec apparition en 2015 (seulement 6 isolats), puis forte augmentation en 2016, d'une nouvelle race qui confirme son développement exponentiel sur les premiers résultats de 2017 (fréquence de 40% pour 60 isolats analysés). On l'a trouvée sur Nemo, Matheo, Oregrain, Rubisko, Terroir. Ce fort développement de races virulentes 28 va de pair avec la croissance des surfaces en blé avec des variétés porteuses du gène Lr28 (16% en 2017). Les variétés qui portent le gène Lr28, associé

ou non à d'autres gènes Lr contournés, sont désormais vulnérables. Les variétés qui possèdent, en plus de Lr28, des gènes de résistance partielle, ou bien d'autres gènes de résistance spécifique non contournés, conservent un bon niveau de résistance (exemple Rubisko).

De même, suite à l'utilisation du gène Lr24 dans des variétés cultivées en France, la virulence correspondante a été détectée à partir de 2009, et se maintient depuis lors, même si sa fréquence décline, sans doute parce que la fréquence de variétés cultivées porteuses de Lr24 reste très modeste. Localement sur les variétés porteuses de Lr24, ces races peuvent provoquer de fortes épidémies : Hyfi a été observée moyennement touchée dans certains essais.

Ces nouvelles virulences (Lr24 et Lr28) sont apparues simultanément dans plusieurs races très différentes. La race porteuse des virulences 24 + 28 qui semble la plus fréquente est une race complexe, cumulant 14 virulences. On la trouve surtout sur les variétés porteuses des gènes 24 et 28, mais également sur des variétés comme Apache, Arezzo, Solehio.

Blé dur

Les races « blé dur » sont en général avirulentes sur les blés tendres et réciproquement. Elles constituent une population différente de celle présente sur blé tendre, et il a été nécessaire de mettre au point un outil de phénotypage spécifique pour la rouille brune sur blé dur. Une étude des populations 2000-2009 a permis de mettre au point une gamme différentielle de 19 variétés et lignées de blé dur, qui a révélé seulement 5 pathotypes. La diversité génotypique (19 marqueurs microsatellites) était encore plus faible, avec un seul génotype dominant. Grâce à l'obtention d'un financement sur projet CASDAR, une analyse des populations collectées en 2010-2014, réalisée en 2015, a montré qu'une nouvelle race est apparue en 2010, elle est devenue majoritaire en 2011, et elle était la seule race présente dans le paysage en 2014. Cette race cumule les virulences sur les 3 seuls gènes Lr détectés dans les variétés cultivées, (Lr14a, Lr23 et Lr72).

RESULTATS DES ESSAIS 2017 «PRODUITS» ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL

Cette année, quatre essais sont réalisés (Dépts 11, 26, 32 et 84). Malgré un niveau de rouille assez fort : 53 % de maladie sur les feuilles supérieures dans les témoins, on mesure une nuisibilité très faible 7.5 quintaux/ha. Le regroupement des cinq essais donne un témoin non traité à 88.9 q/ha, ce qui est élevé et qui confirme la faible nuisibilité.

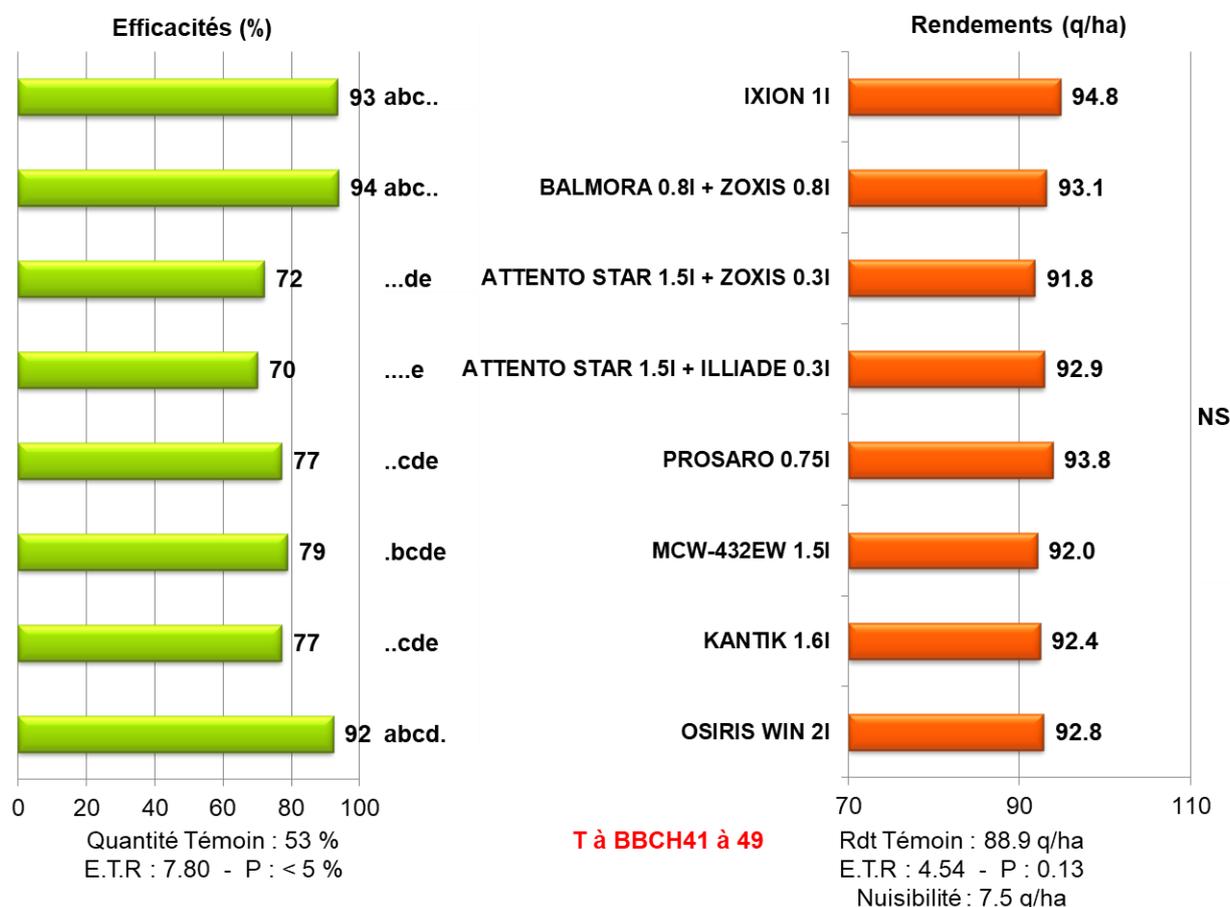
La comparaison des différentes modalités est réalisée après une application à dernière feuille étalée (autour du 22 avril selon les essais). Même si la maladie a été

observée fréquemment les mois précédents, elle n'a pas encore gagné la dernière feuille lors des interventions.

Le coût des produits testés est proche entre modalités, et avoisine 50 €/ha pour les doses retenues. Les écarts de résultats entre modalités traitées sont peu importants.

L'écart d'efficacité entre les modalités traitées, soit entre la meilleure efficacité (100%) et la moins bonne (70%) représente 30 % de différence. En rendement, cet écart entre les modalités traitées est seulement de 4.1 q/ha, n'est pas significatif.

Figure 3 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – les T2 : triazoles associés à des contacts comparativement à la référence Osiris Win 2 I - Application unique au stade 39/41 (4 essais : 11, 26, 32, 84)



La comparaison s'effectue à partir de la référence Osiris Win 2 qui procure 92% d'efficacité et 92.8 q/ha. Seules les efficacités sont analysées. Les rendements ne montrent pas de différences significatives.

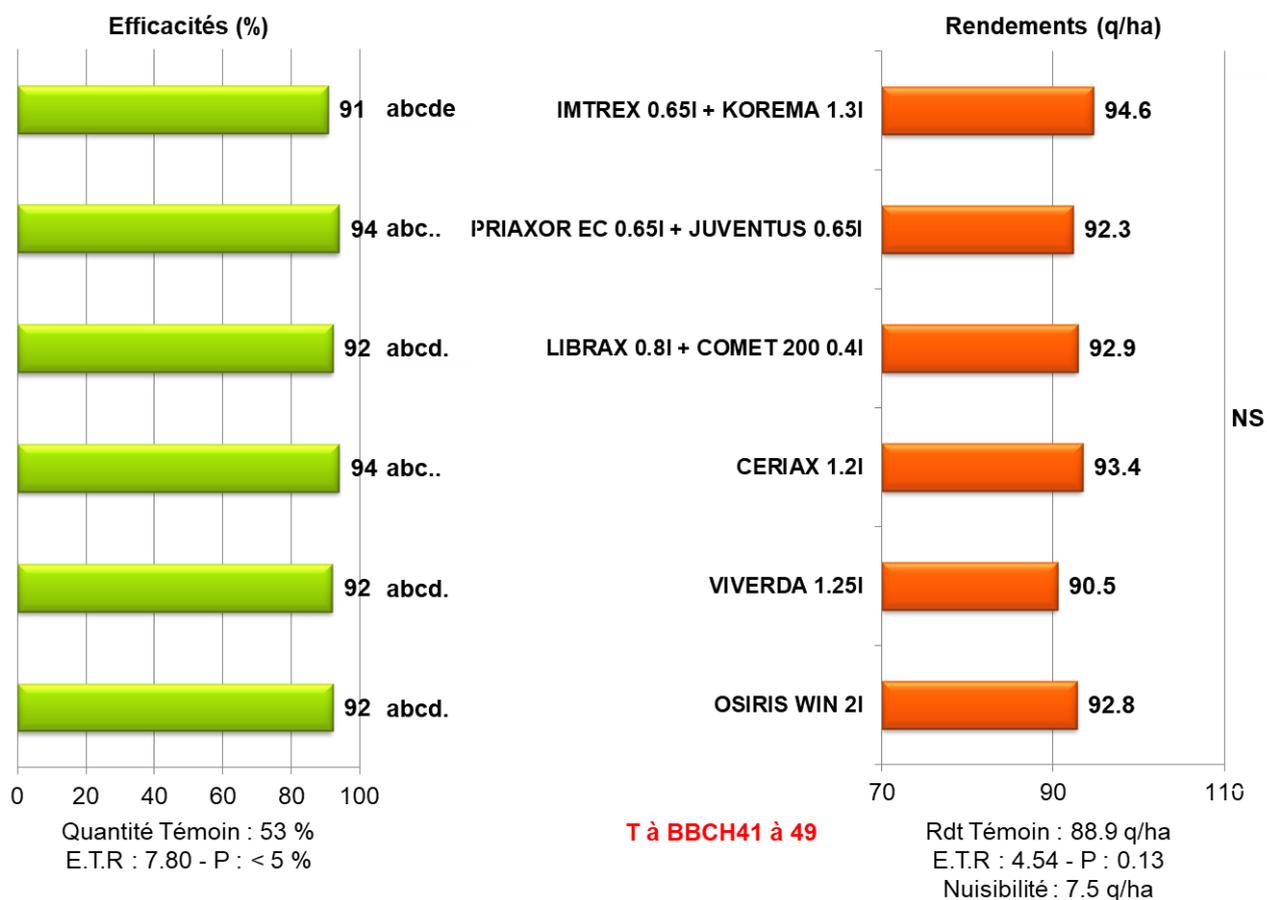
Les associations à base du produit Attento sont inférieures en efficacité. Il n'y a pas de différence entre l'apport complémentaire du Zoxis ou Illiade.

Le projet MCW 432EW à 1.5I se situe au niveau du Prosaro 0.75I. C'est une association de tébuconazole et

de prochloraze qui devrait prochainement être autorisé pour se positionner d'avantage sur épis (T3). Son efficacité devrait effectivement lui permettre d'être un relais satisfaisant sur rouille brune suite à un T2 foliaire.

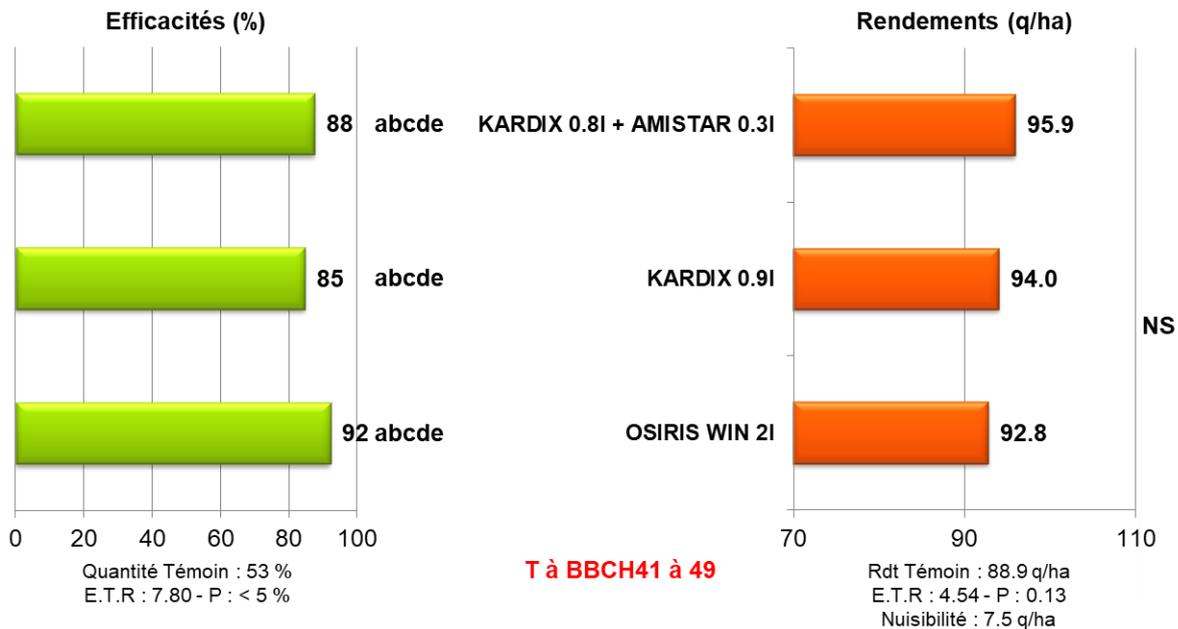
L'association Balmora + Zoxis et le produit Ixion donnent de très bons résultats d'efficacité dans cette comparaison.

Figure 4 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – les T1 : une base fluxapyroxad avec partenaires comparativement à la référence Osiris Win 2I - Application unique au stade 39/41 (4 essais : 11, 26, 32, 84)



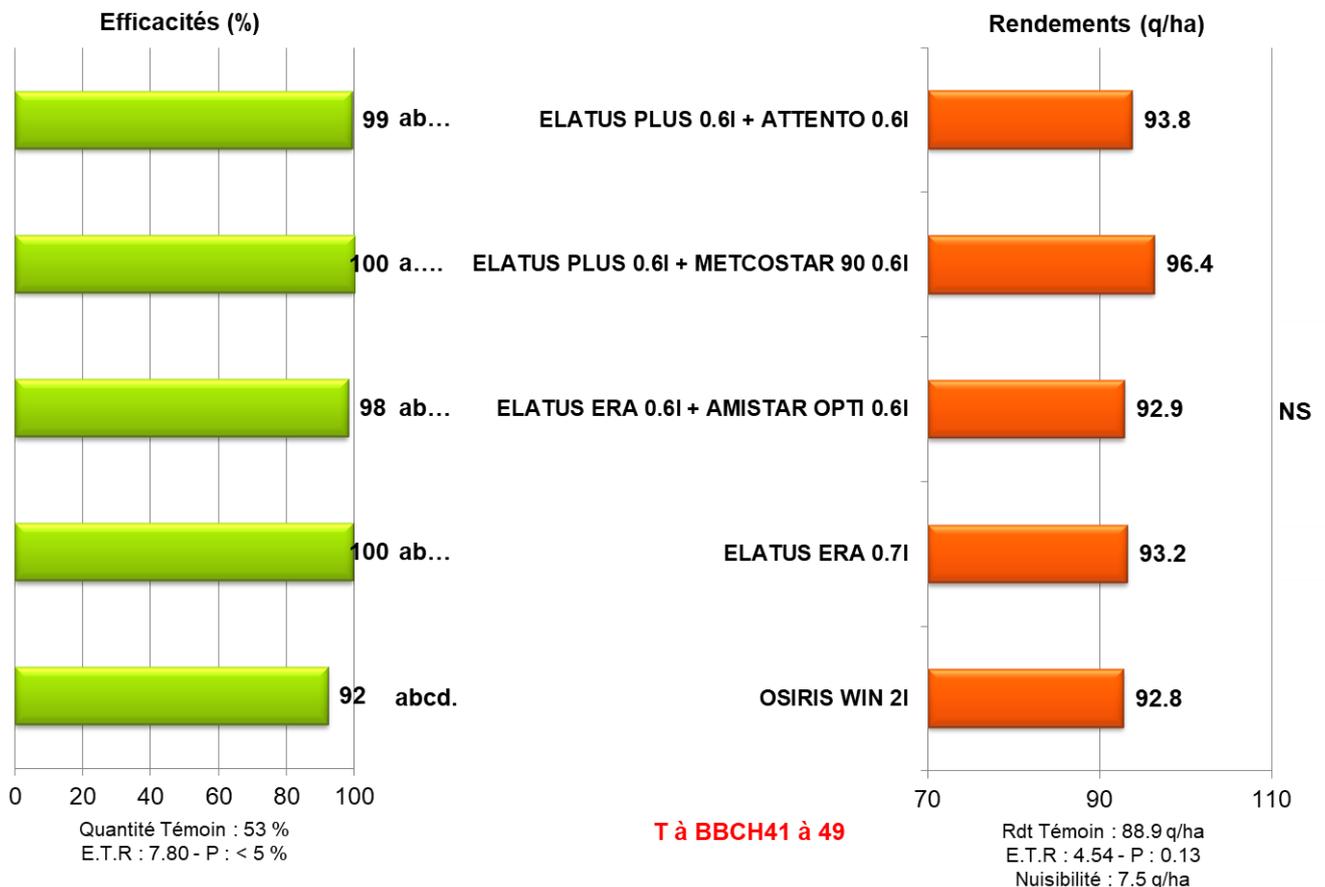
Dans cette comparaison, tous les produits qui associent un SDHI + triazole avec une strobilurine montrent des efficacités supérieures à 90%.

Figure 5 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – les T1 : une base bixafen + fluopyram à la référence Osiris Win 2I - Application unique au stade 39/41 (4 essais : 11, 26, 32, 84)



L'apport d'azoxystrobine au Kardix améliore de quelques points l'efficacité sur rouille brune ainsi que le rendement sans toutefois être significatif.

Figure 6 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – les T1 : une base benzovindiflupyr associée à différents partenaires comparée à la référence Osiris Win 2I - Application unique au stade 39/41 (4 essais : 11, 26, 32, 84)



Les produits à base de benzovindiflupyr confirment leur forte activité sur rouille brune. L'ajout d'une strobilurine n'est pas utile avec cette molécule, son efficacité étant satisfaisante sur rouille brune.

Figure 7 : rendements nets des différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/41 (4 essais : 11, 26, 32, 84)



Nous présentons ci-dessus un extrait du regroupement des rendements des quatre essais "rouille brune". Seuls les produits commerciaux sont présentés. Les calculs de rendement net sont basés sur du blé à 14 €/q et les prix

des fongicides sont issus de la campagne 2016/2017. Les écarts de rendements nets entre produits sont trop faibles pour discriminer les différentes modalités.

REPERES POUR 2018

- La rouille brune est arrivée tardivement sans entrainer de fortes pertes en tout cas dans les parcelles protégées.
- La résistance variétale reste très efficace. Certaines variétés dont la résistance est susceptible d'être contournée sont à surveiller. Encore pratiquement indemnes en 2015, les variétés Nemo et Oregrain ne sont plus résistantes depuis 2016.
- Dans l'état actuel des connaissances, ni la rouille brune, ni la rouille jaune, ni la rouille naine ne sont concernées par des phénomènes de résistance en pratique vis-à-vis des strobilurines, des SDHI ou des triazoles.
- Les triazoles associées à une strobilurine jouent un rôle de premier choix dans la lutte contre la rouille brune. La valeur intrinsèque de chaque matière active ayant de l'importance. On note l'intérêt d'associer les triazoles entre elles. Concernant les strobilurines ; pyraclostrobine, picoxystrobine et azoxystrobine semblent les plus adaptées sur cette maladie.
- Les SDHI ne sont pas indispensables pour lutter contre la rouille brune. Cependant en mélanges trois voies, ils font partie des traitements les plus efficaces sur rouille brune.
- Le Kardix, association de 2 SDHI et d'un triazole devra être complété par une strobilurine pour être recommandé sur rouilles.
- Le benzovindiflupyr est le seul SDHI qui n'a pas besoin d'être complété par une strobilurine pour être suffisamment efficace.

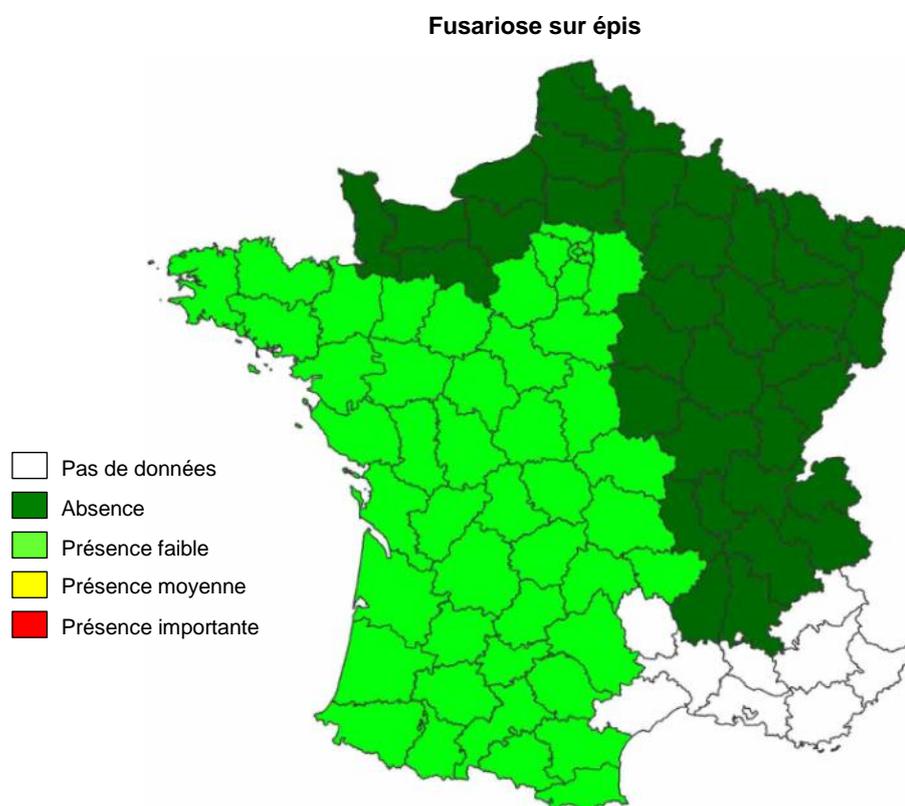
Fusariose des épis en 2017

Une année sans fusariose ou presque, partout en France !

Les conditions sèches de la fin mai 2017 n'ont pas permis à la fusariose de se développer pleinement, quelle que soit la région de production. Pour la plupart d'entre elles, la maladie était même totalement absente. Dans de rares cas, la maladie a pu être observée avec une faible intensité. Les analyses de flore réalisées dans le cadre du monitoring, conduit depuis de nombreuses années par Bayer, confirme la faible pression parasitaire

de l'année. Sur le plan qualitatif, *Fusarium graminearum* reste très présent. Les deux espèces de Microdochiose (*Microdochium majus* et *M. nivale*) sont également présentes, mais sans commune mesure avec l'importance qu'elles avaient prise en 2016. Les espèces associées généralement à des conditions sèches sont en revanche plus fréquentes cette année. Même en situation irriguée ou dans les essais conduits sous brumisation avec contamination, les conditions climatiques peu favorables de l'année ont limité le développement de la maladie.

■ **Figure 1 : Carte représentant une estimation de l'importance de la fusariose sur épis en 2017 par rapport à son développement habituel en France**



2017, une année sans problème sur épis.

Echelle de résistance des variétés de blé tendre à l'accumulation de DON-Echelle 2016/2017

	Références	Variétés peu sensibles			Variétés récentes			
Variétés peu sensibles	ILICO	GRAINDOR	7					
	OREGRAIN	GALIBIER	6,5					
	RENAN	FLUOR	6	HYBELLO	HYDROCK	IZALCO CS		
Variétés moyennement sensibles	DESCARTES	BOLOGNA	BERGAMO	5,5	MATHEO	FOXYL		
	HYBIZA	GRAPELI	FRUCTIDOR		REBELDE	VYCKOR		
	SY MOISSON	LYRIK	HYFI					
	SCENARIO	RUBISKO	PAKITO	5	ATTRAKTION	AUCKLAND	COMILFO	
			SOLEHIO		LG ABSALON	SYSTEM		
	CELLULE	ARKEOS	AREZZO	4,5	AIGLE	CENTURION	FORCALI	
		TERROIR	LEAR		KWS DAKOTANA	MILOR	PAPILLON	
					SILVERIO	TRIOMPH		
	CALABRO	BOREGAR	ASCOTT		ADVISOR	COLLECTOR	CREEK	HYCLICK
	DIAMENTO	CHEVRON	CALUMET		HYKING	LG ABRAHAM	NEMO	
Variétés sensibles	RGT VENEZIO	LA VOISIER	GRANAMAX	4	PIBRAC	RGT CESARIO	RGT LIBRAVO	
			SYLLON		RGT MONDIO	RGT TEKNO	STEREO	
	BERMUDE	ARMADA	ALLEZ Y	3,5	BIENFAIT	COMPLICE	COSTELLO	
TRAPEZ	GONCOURT	EXPERT		MAXENCE	RGT CELESTO	RGT TEXACO		
				SHERLOCK				
COMPIL	BOISSEAU	ACCROC	3	APANAGE	DISTINXION	LG ALTAMONT		
	LAURIER	DIDEROT		POPEYE				
	MUSIK	AZZERTI	2,5	RGT VELASKO				
	PR22R58	ROYSSAC	2					

Variétés sensibles

* : déoxynivalénol Source des données d'essais : Inscription (CTPS/ GEVES), post-inscription (ARVALIS)
ADRIA TICP : variété proposée à l'inscription en attente de parution au Journal Officiel

Echelle de résistance des variétés de blé dur à l'accumulation de DON

Synthèse pluriannuelle nationale 2005-2016

	Références	Variétés peu sensibles		Variétés récentes
Variétés peu sensibles			9	
			8,5	
			8	
			7,5	
			7	
			6,5	
Variétés moyennement sensibles			6	
		BABYLONE JOYAU	5,5	RELIEF
		ATOUDUR BIENSUR CLOVIS	5	
		FABULIS LUMINUR NEODUR		
		KARUR PICTUR PLUSSUR	4,5	RGT_FABIONUR
Variétés sensibles		QUALIDOU SURMESUR SY_BANCO	4	ANVERGUR NOBILIS
		DAKTER FLORIDOU ISILDUR		
		LIBERDUR		
		MIRADOUX TABLUR	3,5	DAURUR GIBUS
		ALEXIS CLAUDIO SCULPTUR	3	RGT_MUSCLUR
		2,5		
		2		
		1,5		
		1	PASTADOU	

Variétés sensibles

Source : essais pluriannuels ARVALIS (2005-2016)

LE BIOCONTROLE POUR LUTTER CONTRE LES FUSARIOSES : UN POINT SUR POLYVERSUM®

En 2017, le réseau d'excellence expérimentale (R2E)¹ a poursuivi ses travaux sur le biocontrôle, notamment sur le thème de la lutte contre la fusariose du blé tendre. Huit essais ont été mis en place, pour la majorité dans la moitié nord de la France, selon un même protocole et une même méthodologie. Tous les essais ont reçu des résidus de maïs avant le printemps pour simuler les conditions agronomiques d'un précédent maïs sans labour. Quatre essais ont été conduits sans apport d'eau. Les autres essais ont été, soit brumisés, soit irrigués. Le protocole a permis de tester Polyversum® à 100 g/ha, en association avec un partenaire fongicide, le metconazole (origine BASF formulé à 90 g/l), à la dose de 0.5 L/ha et de comparer le résultat à ceux obtenus par 2 doses (0.5 et 1 L/ha) de metconazole utilisé seul. Une comparaison a été réalisée en association avec Prosaro sur le même principe aux doses de 0.5 et 1 L/ha. Deux modalités, inspirées d'une publication² relative à l'intérêt du soufre pour contrôler la fusariose de l'épi sur orge, ont été ajoutées au protocole. Le

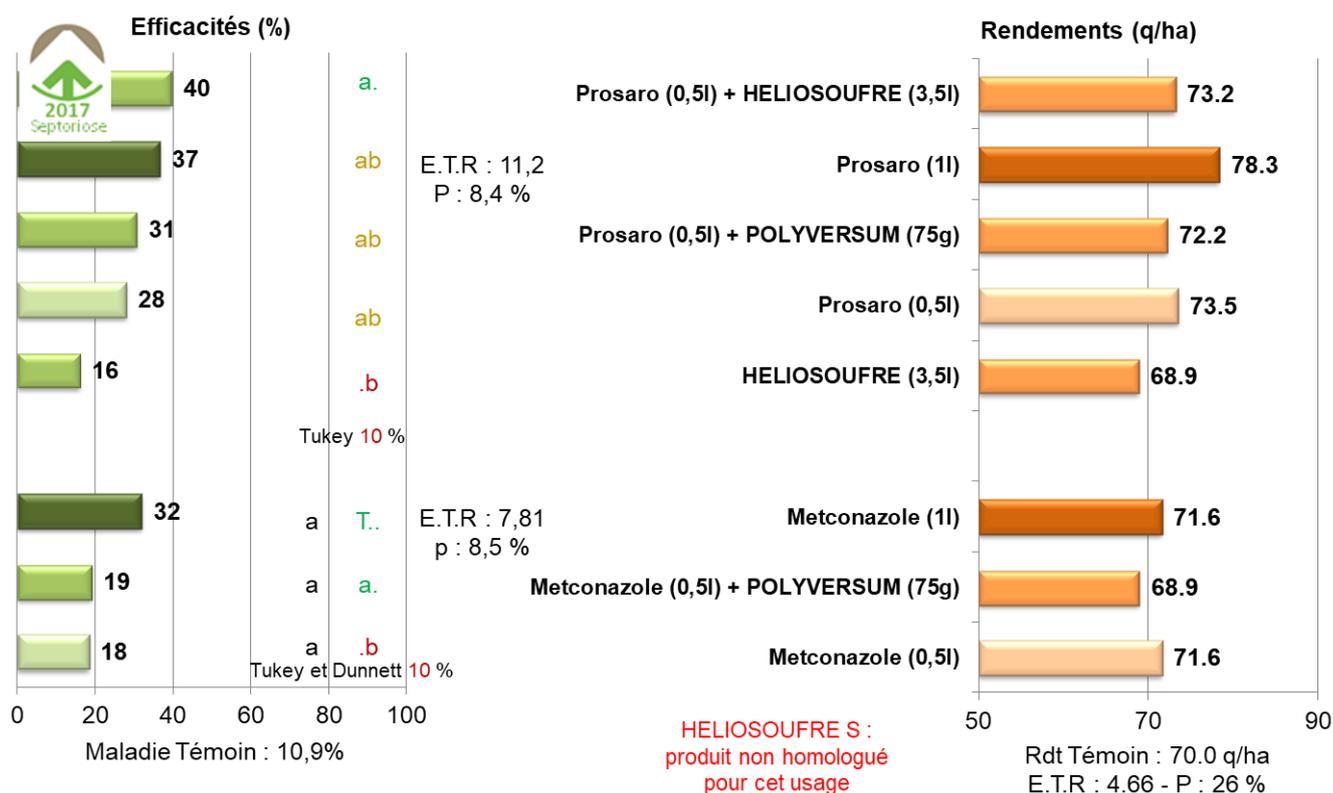
soufre est introduit soit seul, soit associé au Prosaro 0.5 L/ha. Les produits ont été appliqués au stade floraison de la céréale (Z61). Les observations sont réalisées sur épillets. Les tests statistiques, Tukey ou Dunnet sont réalisés au seuil alpha de 5%, parfois 10%. Les teneurs en DON sont réalisées après nettoyage du grain récolté et ramené aux normes des organismes stockeurs. Enfin les essais ont été caractérisés quant à la nature des espèces présentes sur grain. *Microdochium majus* et nivale sont peu ou pas présent, alors que la présence de *F. graminearum* est marquée sur tous les essais, conformément à l'objectif fixé.

¹ Ont contribué à ce réseau, Agrial, Lorca, Vivescia, la Fnams et Arvalis - Institut du végétal.

² S. Haneklaus et al., Effect of foliar-applied elemental sulphur on Fusarium infections in barley, Landbauforschung Völkrode 3 / 2007 (57):213-217 :

http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/dk038390.pdf

■ **Figure 1 : Efficacité (%) moyenne sur épillets et rendement en q/ha (regroupement des 4 essais : Bergerac, Boigneville, Castelnaudary, Colmar : extrait du Réseau R2E)**



Polyversum : des résultats insuffisants

Quatre essais seulement ont fait l'objet d'un regroupement. Les essais écartés n'ont pas permis de réaliser une notation du fait de l'absence ou de la trop faible présence de la maladie. Sur les quatre essais regroupés (figure 1), l'apport de Polyversum, reste faible à très faible. Il se résume à un point d'efficacité supplémentaire sur une base metconazole et trois points sur une base Provaro. Une tendance certes positive, mais qui ne suffit à égaler le niveau d'activité des produits de référence à leur dose d'homologation. On notera par ailleurs que le niveau d'activité moyen est relativement faible : même les meilleures solutions ne dépassent pas 40% d'efficacité. On notera également le résultat obtenu par le soufre. Il permet en association avec 0.5 l de Provaro d'obtenir un résultat comparable en valeur absolue à la dose de référence de Provaro 1 l. Les différences ne sont pas statistiquement significatives, même avec un test à 10%. Il faudra donc confirmer. Et sans surprise, le soufre utilisé seul s'avère très insuffisant, mais non nul.

Du côté de la qualité sanitaire, les résultats d'analyse des mycotoxines (non présentés) sont corrélés aux résultats d'efficacité. Pas de bonne, ni de mauvaise surprise à attendre dans ce registre : Provaro, reste la meilleure référence. Quant au soufre, pour lequel nous disposons d'un plus petit nombre de données, les teneurs en DON sont en accord avec les efficacités. Le soufre améliore à la fois l'efficacité mais également la qualité sanitaire. Lorsque Provaro 0.5l permet de réduire la teneur en Don de près de 30 %, Provaro 0.5 + soufre permet de la réduire de près de 50%, soit autant que Provaro 1l (résultats de 3 essais non présentés). Là encore, il faudra confirmer les tendances, pour l'instant statistiquement non significatives.

Côté rendement, les résultats sont peu précis et non significatifs, malgré un écart de 10 q/ha entre les modalités.

Du côté de *Microdochium nivale* et *Microdochium majus*

Depuis plusieurs années maintenant nous essayons de mieux caractériser les fongicides sur cette cible. L'entreprise n'est pas toujours facile, du fait notamment que les deux espèces apparaissent le plus souvent aux côtés de *F. graminearum*. Des confusions sont possibles. Des essais spécifiques conduits sur blé dur et sous contamination artificielle à base de spores des

deux espèces, ont permis de mieux caractériser les fongicides. En 2017, la présence sur feuilles de symptômes de *Microdochium spp.*, sur deux essais a permis de confirmer, sans ambiguïté, l'activité du chlorothalonil sur ces cibles, une activité déjà perçue il y a quelques années mais désormais confirmée.

L'un des essais a aussi souligné la faible activité de tous les produits testés en 2017 sur *Microdochium spp.*, produits habituellement plus efficaces. Une contre-performance que l'on est tenté de considérer comme un accident, mais qui semble se répéter malheureusement trop souvent pour n'être en effet qu'un simple accident.

Des efficacités qui déclinent de 2 % par an depuis 2004 !

Devant le constat récent mais fréquent de faibles résultats d'efficacité pour lutter contre les fusarioses, nous avons entrepris de rassembler les données des 58 essais (35 essais blé tendre, 23 essais blé dur) de lutte contre la fusariose, réalisés par Arvalis depuis 2004.

Notre objectif était de répondre à une question simple : l'efficacité des fongicides classiquement utilisés sur épi a-t-elle décliné (ou non) depuis cette date ?

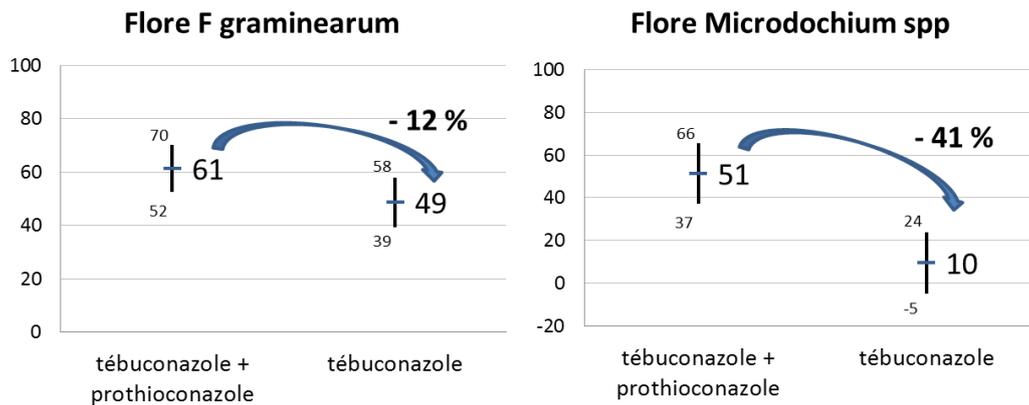
Les produits retenus dans cette analyse sont d'une part à base de tébuconazole (appliqué à 250 g/ha) et d'autre part de tébuconazole associé à du prothioconazole (appliqué à 125 g/ha + 125 g/ha).

La plupart des essais ont été réalisés sous contamination semi artificielle. En effet, le plus souvent des résidus de maïs combinés à de l'irrigation, ou mieux encore à un système de brumisation, ont suffi à produire des contaminations. Dans les autres cas, l'inoculum a pu être apporté par pulvérisation de spores, notamment en ciblant *Microdochium spp.*

Les essais ont été répartis en 4 classes selon la flore dominante dans chacun des essais : Fg ; Fg/M ; M/Fg et M (ou Fg désigne *F. graminearum* et M désigne *Microdochium spp.*)

Nous avons pu observer à partir de ce jeu de données que la pression parasitaire avait un effet sur l'efficacité. Lorsque l'intensité des symptômes (fréquence d'épillets malades) progresse de 10 %, les efficacités baissent d'environ 4%. Il apparaît également que *F. graminearum* est mieux contrôlé que *Microdochium spp.* et également que le tébuconazole est moins actif que l'association tébuconazole et prothioconazole, en particulier pour contrôler *Microdochium spp.* (Fig.2).

Figure 2 : Efficacité des fongicides pour lutter contre les fusarioses de l'épi en fonction du produit et selon la flore dominante à la récolte. Le tébuconazole est moins actif que l'association tébuconazole et prothioconazole, en particulier pour contrôler *Microdochium spp*



Une analyse statistique, basée sur un modèle mixte, a permis de s'affranchir des effets pression de maladie, de l'effet flore et de l'effet produit et de conclure à un effet année significatif ($p=0.3\%$). Selon le modèle établi, tous produits confondus et tous types de flore confondus, et quelle que soit la pression de maladie, l'efficacité a baissé en fonction du temps (Fig.3). A chaque nouveau millésime, l'efficacité des produits concernés s'est dégradé d'environ 2%, soit plus de 25% de 2004 à 2017.

Cette effet « année » ne semble ni dépendant du produit concerné, ni de la flore concernée. A l'évidence ce constat soulève de nombreuses questions, dont notamment celle de la résistance. Pour autant, il ne peut y avoir de certitude qu'après avoir analysé les populations concernées et démontré leur perte de sensibilité. Ce qui n'est pas le cas actuellement. Ce dossier mérite donc d'être suivi et si possible faire l'objet d'éclaircissement.

Figure 3 : Efficacité des fongicides pour lutter contre les fusarioses de l'épi en fonction du temps. Chacun point représente un millésime, correction faite des effets pression de maladie, produit et flore. Pour chaque nouveau millésime, l'efficacité baisse de 2.11%, soit plus de 25 % entre 2004 et 2017.

