

BLE TENDRE ET BLE DUR

Lutte contre les maladies



Bilan sanitaire chronologique de la campagne 2015/2016

Un automne favorable à l'implantation

Le mois d'octobre 2015, peu arrosé et légèrement frais a permis une mise en place des cultures dans de bonnes conditions (températures douces, absence d'excès d'eau), favorables à une levée rapide et régulière et à un bon enracinement. Les mois de novembre et décembre ont été exceptionnellement doux avec des pluies régulières mais peu abondantes.

Un hiver particulièrement doux

Le début d'année 2016 se caractérise également par la douceur, favorisant le tallage et une production de biomasse importante. Du côté des parasites, les pucerons sont présents de façon continue jusqu'au printemps, occasionnant des attaques de JNO, parfois très importantes dans certaines régions.

En l'absence de gelées significatives et avec ces conditions de développement optimales, le stade épi 1 cm est atteint souvent avec 1 semaine d'avance par rapport à la normale et avec un nombre de talles un peu plus élevé qu'à l'accoutumée.

Des symptômes de piétin échaudage sont observés dès le début du mois de février. Ils sont particulièrement marqués en Poitou-Charentes.

Concernant la rouille jaune, les indicateurs climatiques de risque sont au rouge. Les conditions climatiques de décembre et janvier ont en effet favorisé la multiplication de l'inoculum de rouille jaune. Les premiers foyers sont apparus début janvier sur variétés sensibles en Normandie, dans le Nord, en Champagne, dans le Centre et dans le Sud-Ouest.

Par ailleurs, si le vent est un vecteur de dissémination de la maladie, il peut également être un frein à la germination en abaissant l'hygrométrie de l'air (vent de Nord-Est séchant par exemple). Cependant, en 2016, les perturbations qui ont traversé la France depuis février ont maintenu un taux d'humidité relative de l'air régulièrement élevé et favorisé la rosée.

La rouille brune s'est également manifestée tôt dans le Sud-Ouest sur les dernières feuilles du moment pour les variétés sensibles.

Le niveau d'inoculum a donc été très élevé pour ces pathogènes biotrophes (rouille jaune et brune), en particulier pour les semis précoces. La biomasse importante produite en début de saison a contribué au développement des maladies, en favorisant l'hygrométrie dans le couvert végétal et les contaminations par contact.

Un printemps très pluvieux et frais

La montaison a débuté mi-mars et s'est prolongée presque indéfiniment en raison du mois de mars relativement frais et pluvieux. Les températures moyennes enregistrées ont été inférieures à la médiane, tandis que les cumuls de pluies lui sont supérieurs.

En sortie d'hiver, le modèle Septo-LIS indique, comparativement aux années passées, des niveaux d'inoculum de septoriose élevés en Bordure Maritime et dans le Sud-Ouest. Ils sont d'un niveau médian dans le Centre et les zones continentales, en particulier dans le quart Nord-Est.

Au stade 1er nœud, la septoriose est bien implantée et la rouille jaune est toujours signalée sur variétés sensibles. Les premières applications fongicides sont réalisées à cette période.

La rouille brune est également très présente dans le Sud. Les premières applications vont y être réalisées dès le stade 2 nœuds sur variétés sensibles.

Par la suite, les températures d'avril pendant la montaison restent fraîches et vont entraîner un retard de développement (alors que les cultures étaient en avance au début du mois de mars). Cette montaison « lente », sans stress hydrique va conduire à un important peuplement de tiges, et donc une production de biomasse élevée.

Pendant le printemps, la rouille jaune a été présente dans beaucoup de régions, sans pour autant présenter le caractère explosif de la maladie de 2014. Les attaques ont pu être bien maîtrisées même sur variétés sensibles.

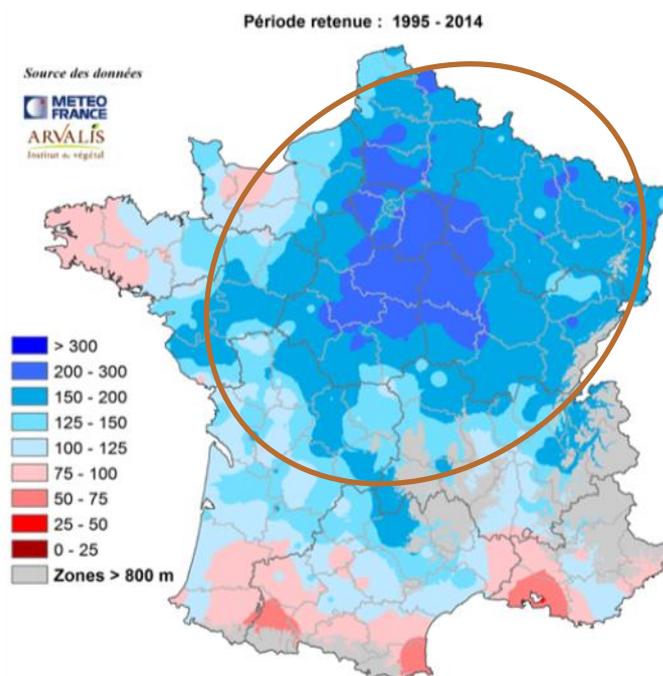
Avec la fraîcheur, le développement du blé est ralenti et le stade dernière feuille étalée (DFE) « se fait attendre ». Les conseils recommandent généralement de ne pas anticiper le traitement à base de SDHI, et d'attendre le stade DFE. Toutefois dans pas mal de situations, l'attente n'a pas toujours été la solution idéale.

Dans les situations où le T1 est intervenu trop tôt (sur la F4 définitive et la F3 pointante), la F2 (non présente à ce stade) n'a reçu aucune protection. Dans ce cas, sur variété sensible un traitement relai, ou « T1 bis », à dose réduite, était utile pour assurer un continuum de protection jusqu'au stade DFE.

Pour éviter d'en arriver là, il aurait fallu retarder suffisamment la première intervention, jusqu'au stade F2 pointante, c'est-à-dire à 2-3 nœuds, pour bénéficier de plus de flexibilité pour relayer la première intervention au stade DFE.

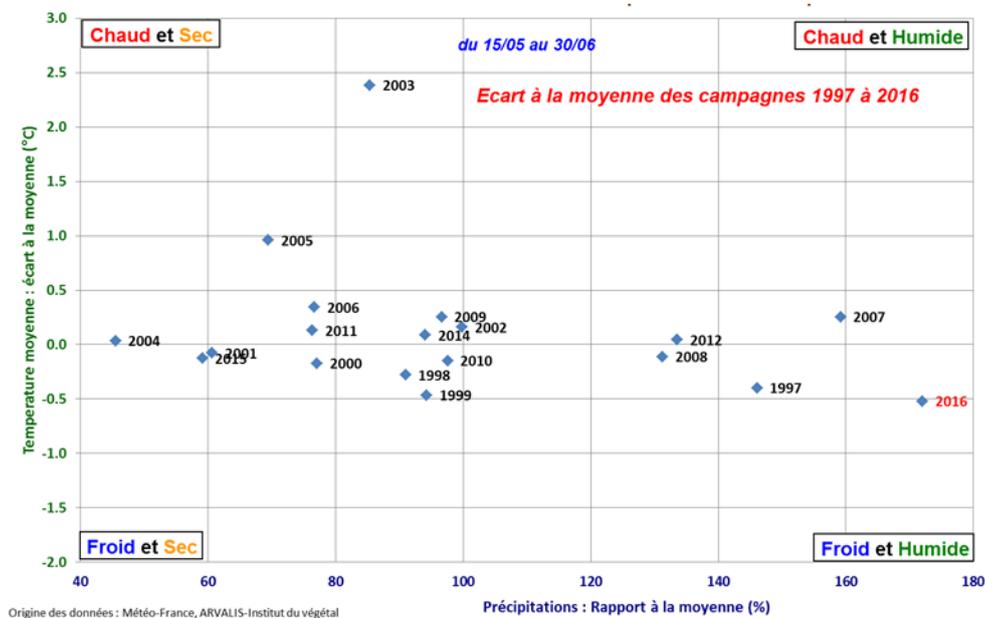
Un évènement climatique exceptionnel en mai-juin

Figure 1 : Rapport à la moyenne du cumul de précipitations (%) du 1^{er} mai au 30 juin 2016



Des quantités de pluies multipliées par 2 ou par 3 par rapport à une moyenne pluriannuelle.
 Un gradient croissant d'Ouest en Est
 Le Centre est particulièrement touché. Exemple : Le Loiret reçoit 270 mm du 25/5 au 25/6/2016.
 Seules les régions du Sud et la Bretagne échappent aux pluies de fin de printemps.

Figure 2 : Positionnement de l'année sur un référentiel depuis 1998 sur 50 départements



Sur 50 postes météo des départements du grand ¼ Nord-Est de la France, l'année 2016 est la plus humide et la plus froide de ces 20 dernières années.
 172 mm de pluies en 1 mois et demi, soit plus de 3.5 mm/j.

Fin mai, d'énormes quantités d'eau s'abattent sur toute la moitié Nord de la France et plus particulièrement dans le Centre. En quelques jours, sur la période du 28 mai au 4 juin, des cumuls de pluie souvent supérieurs à 100 mm sont enregistrés et sont associés à de très faibles rayonnements.

L'excès d'eau dans les sols à tendance hydromorphes plonge les plantes dans un état d'anoxie (asphyxie racinaire totale). Les pénalités sont surtout observées en sols profonds, hydromorphes, sur précédents « riches », en présence de fortes biomasses. A l'inverse, les sols filtrants ont mieux drainé les excès d'eau, et « s'en sortent mieux ». Sur le ¼ Nord-Est, les situations les plus tardives (variétés tardives ou dates de semis tardives) ont en tendance plus facilement échappé à ces stress, du fait précisément de floraisons plus tardives. Enfin, en échappant aux trombes d'eau de fin mai début juin, les bordures maritimes sont moins affectées que l'intérieur des terres.

De plus, à cette période (aux stades : début floraison et floraison), les blés sont dans une phase extrêmement sensible et déterminante pour la composante grains/épi et pour le début du remplissage. Les excès d'eau provoquent des défauts de fécondation et des avortements de grains précoces. Au moment précis de la fécondation (1 à 3 jours avant la floraison), et dans les quelques jours qui suivent, les grains en tout début de formation ont besoin d'être alimentés par la plante.

En tendance sur le quart Nord-est, les situations les plus tardives (variétés tardives ou dates de semis tardives) ont plus facilement échappé à ces stress, du fait précisément de floraisons plus tardives. Enfin, les bordures maritimes, ayant échappé aux trombes d'eau de fin mai début juin, sont moins affectées que l'intérieur des terres.

En plus des cumuls de pluie élevés, le nombre de jours de pluies après la sortie de la dernière feuille a été très important. La septoriose est donc "montée" sur le dernier étage foliaire. Cette année encore, la protection de la dernière feuille s'est avérée capitale et les traitements trop préventifs comme trop curatifs ont généré des pertes de rendement.

La pluie a joué aussi un rôle dans le développement des maladies sur épis. L'humidité constante et les températures fraîches de floraison et de post floraison ont permis à *Microdochium* spp. de s'installer très fortement et presque partout, entraînant de très importantes pertes de rendement et dégradant la qualité technologique du grain de façon irréparable. *F. graminearum* était loin d'être absent. Dans les situations agronomiques qui lui sont habituellement très favorables (précédent maïs sans labour), les teneurs en mycotoxines ont pu très largement dépasser les seuils réglementaires.

Le lessivage potentiel des fongicides, après des épisodes pluvieux extrêmes (> à 100 mm), les risques septoriose et Fusariose (*Microdochium* spp. et *F. graminearum*) très élevés ont conduit à recommander une application de fongicide supplémentaire après la floraison.

Des symptômes divers et variés sur épis

Durant le mois de juin, divers symptômes sont apparus sur épis. Sur blé tendre des colorations allant du brun foncé au noir violacé, partant de la pointe des glumes, sous forme de stries sont apparues sur les épis. Ces symptômes peuvent avoir deux causes différentes : une réaction variétale nommée « Pseudo-Black Chaff » ou « mélanisme » ou bien une maladie causée par une bactérie du groupe des *Xanthomonas* nommée sensu stricto Black Chaff. Il semble que c'est la première origine qui soit la cause des symptômes observés en 2016. A noter que la variété Fructidor a été particulièrement concernée cette année.

Par la suite la plupart des symptômes présents sur les céréales (blé tendre, blé dur, orges) ont été attribués à la fusariose. Toutefois certains épis « noirs » étaient porteurs de champignons saprophytes (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis* ...) qui ont proliférés sur des tissus morts prématurément. D'autres épis sont devenus entièrement blancs sous l'effet du piétin verse, ou du piétin échaudage. Tous les symptômes n'étaient donc pas entièrement imputables aux fusarioses de l'épi.

Epi de Pakito, prélevé avant récolte en Seine et Marne.



Photo Arvalis

Un remplissage des grains gâché par une période trop pluvieuse

Entre les pluies excessives, le déficit de rayonnement, l'anoxie, la verse et les maladies (des feuilles et des

épis), il est difficile d'établir objectivement les parts respectives de responsabilités dans la catastrophe de 2016. Néanmoins, c'est bien le climat et ses excès qui est à l'origine de des rendements calamiteux enregistrés.

Piétin verse

UN HIVER PARTICULIEREMENT DOUX ET SANS GEL

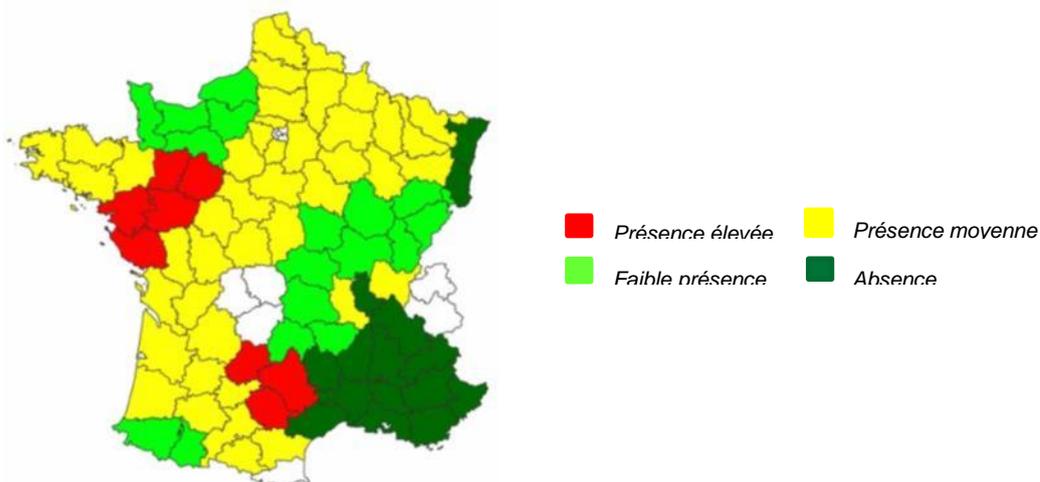
Les mois de novembre et décembre ont été exceptionnellement doux avec des pluies régulières mais peu abondantes. Ces conditions douces et humides ont été favorables à la maladie, particulièrement dans la bordure maritime Nord et sur la bordure océanique. Les observations du BSV en début de campagne ont 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, sauf en Pays de la Loire et avec une arrivée tardive dans une majorité de régions (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 →**

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			
SCENARIO	GALACTIC	BOREGAR		7				
HYFI	BERMUDE	ALLEZ Y		6	ADVISOR	GOTIK	HYDROCK	HYGUARDO
TULIP	SY MATTIS	MUSIK			LG ABSALON	LG ALTAMONT	RGT VELASKO	SILVERIO
RENAN	LYRIK	GRAPELI	FLUOR	5	DESCARTES	HYBIZA	(VYCKOR)	
	CHEVRON	ASCOTT	ALIXAN	4	AIGLE	AUCKLAND	BIENFAIT	CAMELEON
				3	DISTINXION	LAVOISIER	MILOR	OVALIE CS
					PIBRAC	RGT TEKNO	SHERLOCK	
COMPIL	BAROK	ARMADA	ACCROC	3	APANAGE	APLOMB	ATOUPIC	CALUMET
EPHOROS	DIDEROT	DIAMENTO	CELLULE		CENTURION	COLLECTOR	COMILFO	COMPLICE
LAURIER	ILICO	GRAINDOR	EXPERT		(CREEK)	FORCALI	FRUCTIDOR	HYBELLO
SOLARIO	PALEDOR	PAKITO	OXEBO		HYCLICK	HYWIN	IZALCO CS	LG ABRAHAM
	TERROIR	SY MOISSON	(RUSITC)		MAXENCE	OSMOSE CS	PAPILLON	POPEYE
					REBELDE	RGT CELESTO	RGT CESARIO	RGT LIBRAVO
					RGT MONDIO	RGT TEXACO	RGT VENEZIO	SALVADOR
ARKEOS	(AMBITION)	APACHE	ALTAMIRA	2	STEREO	SYSTEM	TRIOMPH	
HYSTAR	GALIBIER	CALABRO	BERGAMO		(COSTELLO)	GRANAMAX	HYKING	MATHEO
RONCARD	OREGRAIN	(LEAR)	GONCOURT		MOBILE	NEMO	SOTHYS CS	
TRAPEZ	SOLEHIO	SOISSONS	RUBISKO	1				
	BOISSEAU	AREZZO	ALTIGO					
		TOBAK	EUCLIDE					

Les plus sensibles

() : à confirmer

Source : GEVES / ARVALIS

On peut citer, parmi les plus cultivées : Boregar et Allezy et parmi les variétés récentes LG Absalon et Advisor qui permettent une impasse fongicide même en présence de 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.

Jusqu'à aujourd'hui, nous proposons huit grilles régionales de risque piétin verse couvrant l'ensemble de la France. A la lumière des nouveaux enjeux économiques,

environnementaux et au constat que le conseil apporté par les grilles régionales était parfois trop alarmiste par rapport au risque piétin verse observé, 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 effet, il est difficile de justifier à un producteur possédant une parcelle qui se trouve à la limite entre deux régions, qu'une grille de risque conseillerait un traitement anti piétin et non la seconde.

1^{ère} 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 est de 1 à 4 → Evaluer le risque agronomique par l'étape 2.

2^{ème} étape : Evaluer le risque agronomique de la parcelle à l'aide de la nouvelle grille d'évaluation du risque piétin-verse

Effet variétal

Tolérance variétale
Note CTPS >= 5
 Note CTPS 1 ou 2
 Note CTPS 3 ou 4

Potentiel infectieux

Précédent
 Blé
 Autre
 Travail du sol
 Labour
 Non labour

Milieu physique

Type de sol
 Limon battant, craie de champagne
 Argilo calcaire profond, limon peu battant, sables battants
 Argile, argilo calcaire superficiel, graviers, sables peu battants

Effet climatique

Effet année issu du modèle TOP
 Indice TOP inférieur à 30
 Indice TOP entre 30 et 45
 Indice TOP supérieur à 45

Score de risque final

		Risque final / conseil associé
☐		0
<i>Risque faible : aucune intervention</i>		1
4		Aucune intervention n'est requise
3		
+		2
☐		3
1		
0		4
+		5
☐		6
2		
1		7
0		8
+		
☐		9
-1		10
1		
2		
=		
☐		

ARVALIS-Institut du végétal en partenariat avec la DRIAAF 2016

3^{ème} 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'attaque 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.

4^{ème} étape : Choisir son traitement

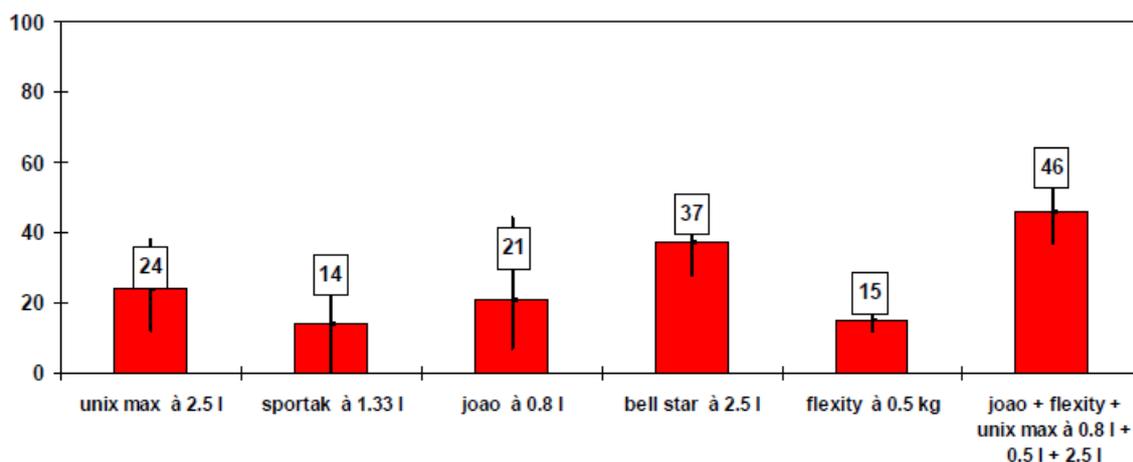
Le seuil de 35% de section nécrosée en fin de cycle est le seuil de maladie nécessaire pour rentabiliser une intervention dédiée à la lutte contre le piétin verse.

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).

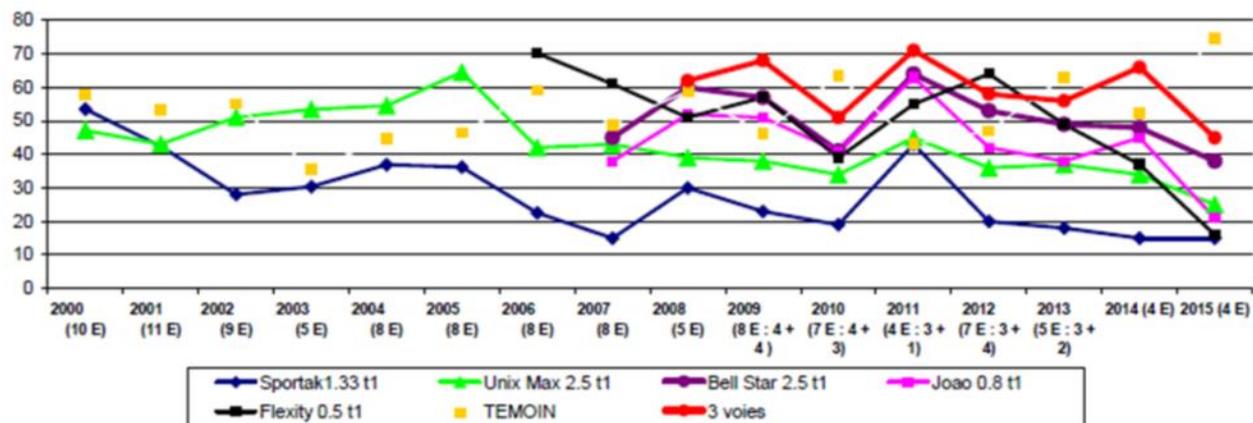
Le prochloraze, longtemps utilisé en T1, ne présente plus d'activité sur un piétin verse qui lui est devenu résistant.

Figure 2 : L'efficacité des différentes solutions sur piétin verse a encore fortement régressé en 2015 - 4 essais AFPP 2015 (21, 51, 39, 86) - Section Nécrosée Témoin 74.3%



Les efficacités des solutions anti-piétin ont perdu en efficacité ces dernières années, et atteignent aujourd'hui à peine les 50% d'efficacitées pour les meilleures solutions.

Figure 3 : Evolution pluriannuelle de l'efficacité sur piétin verse des différentes solutions - 111 essais depuis 2000 (Source AFPP)



REPERES POUR 2017

- 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.
- Une nouvelle grille agronomique nationale harmonisée vient d'être publiée et sera maintenant utilisée dans les différents outils. Elle permet d'éviter les phénomènes de frontière entre région.

Piétin échaudage

De nouvelles références pour limiter le risque

UN CHAMPIGNON DU SOL PARTICULIEREMENT AGRESSIF

Le piétin échaudage (*Gaeumanomyces 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 échaudage généralisé des plantes par foyers.

La progression de l'épidémie est principalement liée à une phase de propagation qui a lieu lorsque les racines saines sont en contact avec des racines 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 est loin d'être 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. 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 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 hôte (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'exprime 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. Cet impact des pailles et menues pailles sur le développement du champignon mériterait d'être quantifié et analysé.

DIAGNOSTIC : OBSERVER LES RACINES

Pour déterminer la présence de piétin échaudage, l'observation minutieuse des racines est primordiale. L'objectif consiste à conserver un maximum de racines lors d'un prélèvement soigné à la bêche ou au plantoir. Les racines sont ensuite lavées pour observer la présence éventuelle de manchons noirs. Plusieurs lavages

sont souvent nécessaires pour réaliser une observation en l'absence totale de terre.

A l'échelle de la parcelle, les symptômes peuvent être des foyers de moins d'un mètre, à de grandes zones irrégulières se rejoignant. Les symptômes sont souvent

observés au niveau des andains de paille du précédent ou de l'antéprécédent.

Stade précoce : les premiers symptômes d'attaques peuvent apparaître très précocement dès l'automne. En effet, lorsque le mycélium du champignon pénètre dans les racines séminales, il provoque une rupture d'alimentation qui se traduit par le jaunissement de la pointe des vieilles feuilles. A ce stade, l'observation des racines ne permet pas toujours de constater la présence de manchons noirs caractéristiques.

Sortie hiver : les symptômes deviennent plus caractéristiques. Les racines présentent des nécroses noires (manchons) de plusieurs centimètres. Les plantes touchées ont une faible croissance et un tallage réduit. Les

vieilles feuilles jaunissent par la pointe, symptôme caractéristique des défauts d'alimentation azotée.

A l'épiaison : on observe un échaudage complet de toute la plante avec ses talles, qui montre une couleur dominante blanc (paille sèche). Les racines présentent des nécroses noires parfois étendues à toute la racine. Un manchon noir de 1 à 3 cm est le plus souvent observé sur le bas de la tige ; il monte parfois au-dessus du plateau de tallage.

Pour visualiser les symptômes, regardez la [vidéo piétin échaudage](#)

ou consultez la [fiche diagnostic des accidents](#)



Les symptômes sont souvent observés au niveau des andains de paille du précédent



Les 1ères attaques se traduisent par un jaunissement de la pointe des vieilles feuilles.



Début montaison, la présence de nécroses noires sur les racines est beaucoup plus visible.



Les plantes touchées (en haut) présentent une faible croissance.



En fin de cycle, les plantes touchées sont entièrement desséchées et échaudées.

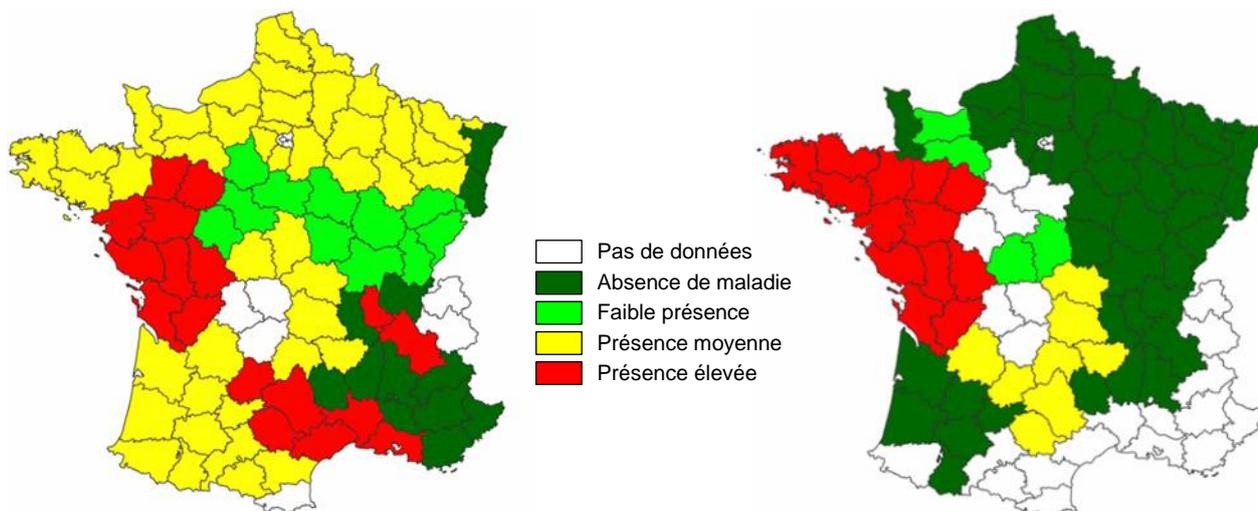


En fin de cycle, le piétin échaudage peut atteindre le bas de tige. Un manchon noir peut remonter au-dessus du plateau de tallage. Les racines sont noires et entièrement nécrosées.

UNE MALADIE PRESENTE SUR TOUT LE TERRITOIRE EN 2016.

Figure 1 : Estimation des dégâts de piétin échaudage sur blé tendre en 2016.

Figure 2 : Estimation des dégâts de piétin échaudage sur orge d'hiver en 2016.



Sur blé tendre, les régions Ouest et Languedoc semblent présenter les plus gros dégâts, mais la maladie s'exprime également sur une partie importante du territoire (figure 1).

Sur orge d'hiver, seule la région Ouest présente de gros dégâts (figure 2).

ANALYSE DES FACTEURS FAVORABLES AU PIETIN ECHAUDAGE

Afin de quantifier et hiérarchiser l'incidence des facteurs influant sur le développement du piétin échaudage, 4 essais ont été mis en place dans l'Ouest au cours des 2 campagnes 2015 et 2016, (tableau 1).

Tableau 1 : caractéristiques des essais.

Lieu	Bignan (56)	Bignan (56)	La Jaillière (44)	Saint Hilaire La Palud (85)
Nom du sol	Limons sur schistes	Limons sur schistes	Limon argileux humide sur schistes	Groies moyennes
Date de semis	23/10/2014	22/10/2015	13/10/2015	12/10/2015
Date de semis pour la modalité semis retardé - T10 et T11	10/11/2014	26/11/2015	09/11/2015	02/11/2015
Travail du sol	Labour	Labour	Décompacteur + herse	Déchaumeur Lemken
Variété	Barok	Cellule	Cellule	Nemo
Précédent	Blé tendre	Blé tendre	Blé tendre	Blé tendre
Antéprécédent	Maïs grain	Maïs grain	Colza	Tournesol
pH _{eau} (mesure hiver)	6.1	6.8	7.7	8
Modalité avec moutarde brune en interculture - T3. Production de la moutarde brune (t MS/ha)	1.7	-	1.5	1.7

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 dans les essais conduits depuis son autorisation, 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 une valeur moyenne proche de 10 q/ha en blé sur blé. Ce traitement de semences sert de témoin de référence haute dans cette série de 4 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 : la bibliographie a souvent relaté un impact négatif du chaulage qui limiterait la flore antagoniste du piétin échaudage. Bien que supérieur aux préconisations habituelles, le chaulage pratiqué (2t/ha de chaux vive = 1800 kg CaO) 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 paille. Avant de quantifier l'impact spécifique des menues paille, 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 avec un passage roues dans roues du tracteur 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 limitant la période d'infestation du piétin échaudage, un décalage de 2 à 3 semaines de la date de semis devrait limiter l'incidence du champignon. Les différentes dates de semis réalisées sont indiquées tableau 1.

Ces traitements ont été mis en comparaison dans 3 ou 4 essais. L'analyse statistique (analyse regroupement modèle mixte) a pu être ainsi effectuée (tableau 4). Quelques traitements ne sont pas présents dans les 4 situations, mais leur rendement a pu être estimé par l'analyse.

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, semis retardé + Latitude). Leurs rendements respectifs sont indiqués tableau 3.

Analyse des résultats

La nuisibilité du piétin échaudage mesurée dans les essais est définie par l'écart entre la moyenne des témoins ou parcelles témoins conduites selon les essais avec ou sans repousses spontanées du blé précédent à l'interculture, et la modalité avec le traitement de semences Latitude (T6). Les écarts de rendement ainsi mesurés varient de 3 à près de 20 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, cette nuisibilité peut être sensiblement augmentée selon les pratiques de conduites de culture. Ainsi, la nuisibilité maximum mesurée dans les essais en fonction des pratiques culturales varie de 16.5 à 22.1 q/ha (tableau 2). La hiérarchie de l'impact de ces différents facteurs de pratiques culturales fait l'objet de l'étude présentée.

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

	Gain rdt Latitude - Ecart au(x) témoin(s) (q/ha)	Nuisibilité maxi dans l'essai (q/ha)
Bignan (56) - 2015	13	16.5
Bignan (56) - 2016	7.9	18.1
La Jaillière (44) - 2016	19.8	19.9
St Hilaire La Palud (85) - 2016	3	22.1

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

N°	Traitements étudiés	Bignan (56) 2015		Bignan (56) 2016		La Jaillière (44) 2016		Saint Hilaire La Palud (85) 2016	
		Rdt (q/ha)	Notations PE (%)	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)	Rdt (q/ha)	Notations PE (%)
1	Sol nu pendant l'interculture	77.9	67.7	61.3	78.8				
2	Repousses de blé.							53.0	44.3
3	Couvert de moutarde brune	74.9	71.1			64.7	42.0	71.6	29.2
4	Apport de chaux vive (2t/ha)	74.3	64.1	56.3	81.6	52.7	43.3		
5	Pailles restituées et enfouies (5t/ha)	80.4	67.7	61.5	80.6	53.1	64.9		
6	Blé traité TS Latitude.	90.9	28.9	69.2	58.7	72.6	15.7	70.0	33.0
7	Rappuyage au semis du blé.	77.8	58.4	62.9	79.8	57.7	52.7	59.4	24.8
8	Apport de P en plein au semis du blé							65.7	46.2
9	Déchaumage creux	76.7	64.5						
10	Semis retardé	81.0	29.4	68.8	56.2	72.1	26.0	68.5	35.1
11	Semis retardé + TS Latitude.			74.3	50.3			75.1	19.6
	Moyenne de l'essai (q/ha ou %)	79.2	56.5	64.9	69.4	62.2	40.7	66.2	33.2
	ETR (q/ha)	2.6		5.8		3.1		4.3	

L'analyse du regroupement d'essais a conduit au calcul des effets des traitements étudiés, c'est-à-dire les différences entre les moyennes ajustées des traitements et la moyenne générale du regroupement (tableau 4).

Tableau 4 : Moyennes ajustées rendement (q/ha) et notations piétin échaudage sur racines (% racines nécrosées)

Traitements	Rendement (q/ha)			Notations piétin échaudage sur racines (%)		
	Moyennes ajustées (q/ha)	Ecart à la moyenne générale (q/ha)		Moyennes ajustées (%)	Ecart à la moyenne générale (%)	
3 - Couvert de moutarde brune	68.9	0.5	NS	53.8	3.2	NS
4 - Apport massif de chaux vive (2T/ha)	60.6	-7.8	S*	58.6	8.0	NS
5 - Pailles restituées et enfouies (5T/ha)	64.5	-3.9	NS	66.6	16.0	NS
6 - Blé traité TS Latitude	75.7	7.3	S*	34.0	-16.5	S*
7 - Rappuyage au semis du blé	65.6	-2.8	NS	53.9	3.3	NS
10 - Semis retardé	72.6	4.2	NS	36.6	-13.9	NS

* différence significative à 5%

L'analyse des rendements (tableau 4) montre un effet négatif significatif sur le rendement de l'apport massif de chaux vive. Les pailles restituées et le rappuyage au semis, conduisent également à un effet négatif sur le rendement, mais non significatif.

La présence de culture de moutarde brune est sans effet. Le faible niveau de production de la moutarde mesuré dans les 3 essais (cf tableau 1) n'a probablement pas pu permettre à la moutarde d'avoir un impact.

Le décalage de la date de semis de 2 à 3 semaines selon les essais (cf tableau 1) conduit à un effet positif

(non significatif) de 4.2 q/ha. Enfin le traitement de semences Latitude procure un gain net significatif de 7.3 q/ha proche des résultats habituellement enregistrés.

Les notations de présence de piétin échaudage sur les racines sont assez corrélées au rendement observé. Ainsi, l'apport massif de chaux ainsi que la restitution des pailles présentent des attaques plus importantes (tableau 3 et 4). En revanche, le décalage de la date de semis, et surtout le traitement de semences Latitude ont des attaques beaucoup plus faibles. A noter que seul ce dernier est significatif (analyse modèle mixte).

La relation entre les écarts de rendement (à la moyenne générale) et les écarts de notations racinaires (à la moyenne générale) présente un coefficient de corrélation de 0.54.

2 essais (Bignan et Saint Hilaire La Palud) ont permis de mesurer l'intérêt du semis retardé associé au traitement de semences Latitude (figure 3).

L'ensemble des traitements étudiés permet de proposer une hiérarchie des facteurs de risque (figure 6). Cette proposition pourra être précisée et complétée avec les essais réalisés au cours des campagnes futures.

Figure 3 : Impact du décalage de la date de semis - ARVALIS 2016

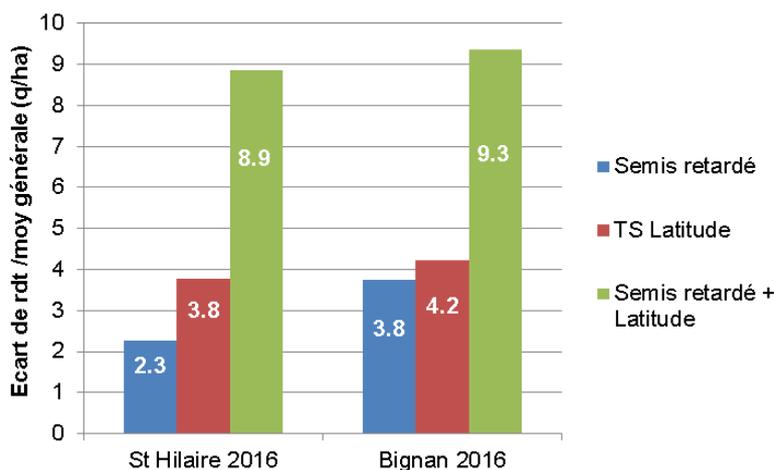


Figure 4 : Analyse des rendements - Ecart à la moyenne générale (q/ha) - ARVALIS - 4 essais ouest 2015 - 2016

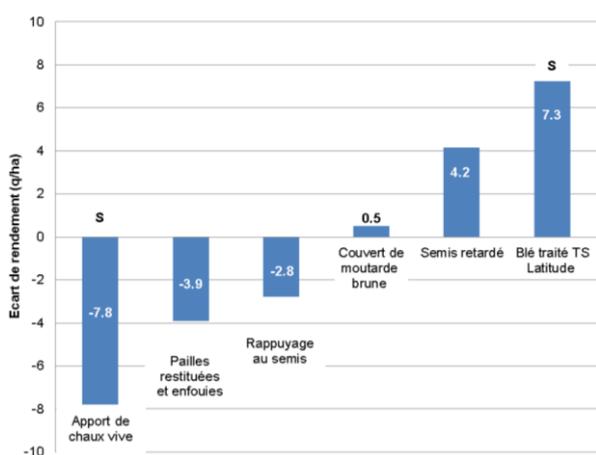
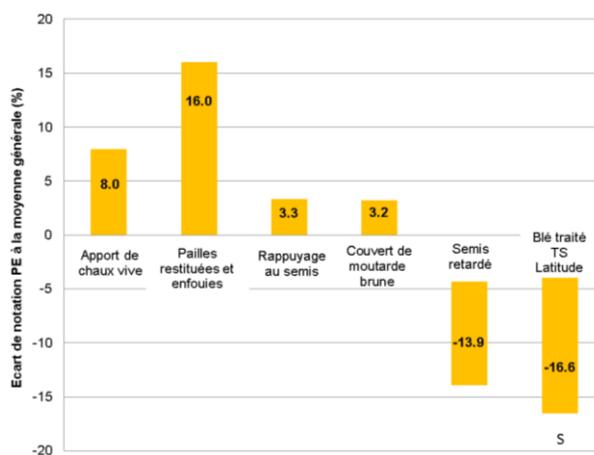
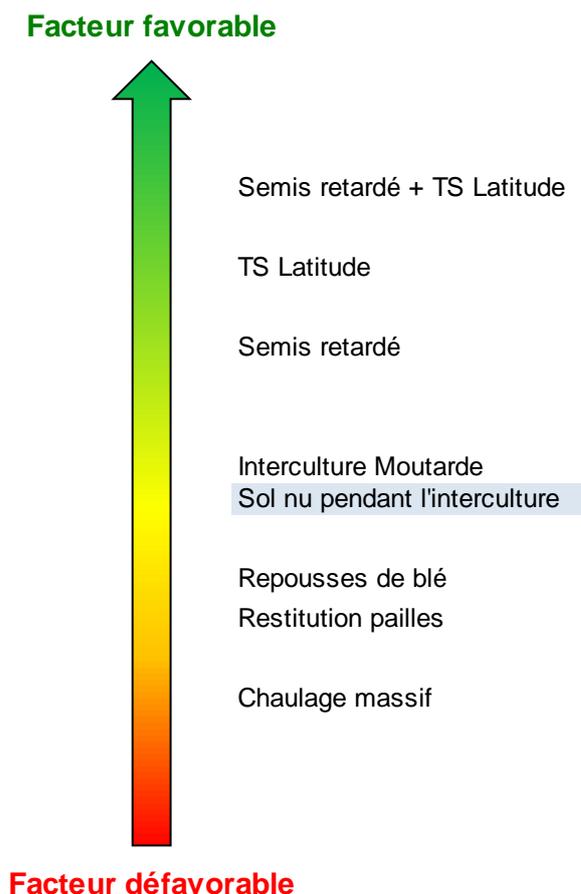


Figure 5 : Analyse des notations piétin échaudage - Ecart à la moyenne générale (%) - ARVALIS - 4 essais ouest 2015 - 2016





ETUDES COMPLEMENTAIRES EN COURS

Projet RACINE en Pays de la Loire

Le piétin-échaudage s'exprime particulièrement dans la région Pays de la Loire en raison 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 mis en place 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 :

- mieux caractériser et quantifier l'incidence du piétin échaudage sur le potentiel de production de céréales en Pays de la Loire
- valider des itinéraires techniques permettant de limiter le développement de ce bio-agresseur
- identifier les freins à leur mise en œuvre dans les exploitations agricoles ligériennes.

Dans le cadre de ce projet, 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 triticale) choisies de manière aléatoire 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. L'année 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.

Caractérisation de la résistance variétale des céréales à paille au piétin échaudage et prédiction 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.

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, est conduit en partenariat avec KWS Momont, RAGT et Secobra recherches.

REPERES POUR 2017

- 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.
- Le chaulage pratiqué avant implantation de la céréale, doit se limiter à l'utilisation de carbonates broyés ou de produits grossiers. Les produits fins à action rapide tels que les chaux ou les calcaires pulvérisés peuvent favoriser le piétin échaudage, dans la mesure où apportés juste avant l'implantation du blé, l'effet sur le pH sera maximum aux stades précoces du blé où le risque d'infection est important. Ils sont à éviter dans toutes les situations où un chaulage d'entretien est réalisé sans analyse préalable du pH_{eau} du sol. 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.
- Lorsque les pailles ne sont pas ramassées, il est conseillé de broyer finement et 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 se maintienne ou se multiplie.

Oïdium

APPARU TOT MAIS SANS CONSEQUENCES

Avec des semis précoces, un peuplement souvent dense, une minéralisation importante due à des températures automnales élevées, l'oïdium est présent dès la fin d'année sur la base des tiges avec des fréquences parfois importantes. Par la suite, les symptômes d'oïdium sont toujours observés, mais restent cantonnés aux parties basses des plantes. L'oïdium est observé dans de nombreuses régions : Sud-ouest, Bretagne, Normandie, Centre, Rhône-Alpes, et Picardie.

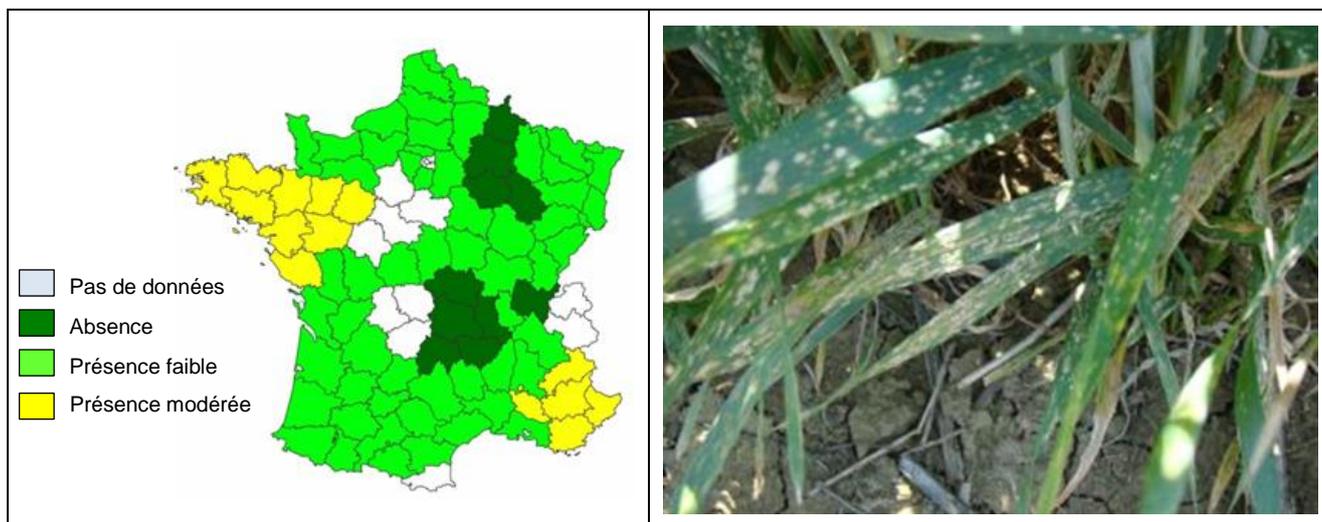
Certaines variétés sensibles ont pu faire l'objet de traitement aux stades 1 à 2 nœuds. Par la suite, les pluies

des mois de mai et juin limiteront fortement son développement.

Les variétés les plus citées dans les BSV et présentant des symptômes au moins sur F2 et F3 sont : Alixan, Ambition, Arkéos, Armada, Ascott, Calabro, Cellule, Fructidor, Nemo, Pakito, Rubisko, Solehio, Sponsor et SY Moisson.

Sur blés durs, c'est en Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon que l'oïdium s'est fait remarquer sur quelques variétés : Anvergur, Daurur, Miradoux, Nobilis et Qualidou.

Figure 1 : Carte représentant une estimation de l'importance de l'oïdium en 2016 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 (-→)**

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

Incidence des techniques culturales	Choix variétal		• Des variétés résistantes existent et constituent le moyen de lutte le plus efficace
	Fertilisation azotée		• Les apports azotés élevés augmentent la sévérité de la maladie • Le fractionnement peut en limiter les conséquences
	Densité de semis		• Les densités élevées favorisent le pathogène
	Mélanges variétaux		• Les associations variétales diminueraient la sévérité de l'oïdium
	Destruction des repousses		• Les repousses permettent à la maladie d'estiver et peuvent être source d'inoculum primaire
	Date de semis		• Les semis tardifs sont plus favorables à la maladie
	Travail du sol enfouissement/ broyage des résidus		• Sans incidence

Résistances variétales pour le blé tendre

L'oïdium n'est plus une maladie importante sur blé tendre mais des différences de tolérance variétales existent toujours.

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

Synthèse pluriannuelle nationale 2016

Références		Nouveautés et variétés récentes				
DIDEROT	AIGLE	COSTELLO	HYGUARDO	MOBILE	RGT TBKNO	
BOISSEAU	BIENFAIT	MATHEO				
	(CREBK)	HYWIN	SYLLON			
	ADVISOR	FRUCTIDOR	LAVOISIER	(LG ABSALON)	RGT CELESTO	
	HYCLICK	HYBIZA	RGT TEXACO			
TERROIR	APLOMB	(CENTURION)	(RGT CESARIO)	RGT LIBRAVO	SOTHYS CS	
SY MOISSON	AUCKLAND	DISTINXION	GOTIK	(PAPILLON)	(PIBRAC)	
TRAPEZ	(COMPLICE)	(LG ABRAHAM)	(SILVERIO)			
TOBAK	LEAR	DIAMENTO				
CELLULE	ARMADA	(OSMOSE CS)	LG ALTAMONT	(OVALIE CS)	(TRIOMPH)	
	AREZZO	HYKING	POPEYE	RGT MONDIO	STEREO	
	SOLBHIO	COLLECTOR	COMILFO	SALVADOR	SHERLOCK	
HYFI	ARKEOS	(HYBELLO)	RGT VELASKO			
	ASCOTT	(IZALCO CS)	(VYCKOR)			
		NEMO				
LYRIK	APACHE	APANAGE				
GRAPELI	BERGAMO	GRANAMAX				
PAKITO	OREGRAIN	DESCARTES	(HYDROCK)	RGT VENEZIO		
	HYSTAR	CALUMET	MILOR			

() : à confirmer

Source : essais pluriannuels inscription (CTPS/GEVES) et post-inscription (ARVALIS), jusqu'à 11 en 2016

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 (2002-2016)

		Les plus résistantes	
	<i>Références</i>		<i>Variétés récentes</i>
Variétés peu sensibles		9	
		8.5	
		8	
		7.5	
		7	PASTADOU RGT FABIONUR BYZANCE RGT FIERTIMUR TOSCADOU
		6.5	RELIEF RGT VOILUR
Variétés moyennement sensibles	ALEXIS ATOUDUR FABULIS GIBUS ISILDUR LIBERDUR MIRADOUX	6	CASTELDOUX RGT IZALMUR
	DAURUR DAKTER LUMINUR FLUSSUR QUALIDOU SURMESUR SY_CYSKO	5.5	RGT MUSCLUR
	ANVERGUR BABY LONE BIENSUR CLOVIS FLORIDOU KARUR PESCADOU SCULPTUR SY_BANCO TABLUR	5	
	CLAUDIO JOYAU PICTUR NEODUR	4.5	NOBILIS
Variétés sensibles		4	
		3.5	
		3	
		2.5	
		2	
	1.5		
	1		

Les plus sensibles

Source : essais pluriannuels ARVALIS (2002-2016)

ETAT DES RESISTANCES

La résistance de l'oïdium aux strobilurines et à la fenpropidine est présente 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. 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 quinoxifène) rencontrées en Champagne principalement semblent bien contrôlées par le cyflufenamid, le proquinazid, ainsi que par la métrafénone, même si les premières souches résistantes ont été identifiées. 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 de ces populations.

REPERES POUR 2017

PAS DE CHANGEMENT PAR RAPPORT A 2016

- 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 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 n'est présent uniquement qu'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 2016

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	époxyconazole 62.5 g/l + pyraclostroline 85 g/l	2	31	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	1.5	SC	Non classé CLP	
ADEXAR	Basf Agro	époxyconazole 62.5 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	2	54	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H317, H319, H351, H360Df, H400, H410
AMISTAR	Syngenta Agro	azoxystrobine 250 g/l	1	34	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 STAR	Arysta Life Science	chlorothalonil 250g/l + tétraconazole 62.5 g/l	2	16	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	68	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
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	époxyconazole 50 g/l + folpel 375 g/l	2	19	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H332, H351, H360Df, H400, H412
BUMPER P	Adama France	propiconazole 90 g/l + prochloraze 400 g/l	1.25	20	EC	SGH07, SGH09	H319, H411
CERIAX	Basf Agro	époxyconazole 42 g/l + fluxapyroxad 42 g/l + pyraclostroline 67 g/l	2.5	48	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H302, H318, H332, H351, H360Df, H400, H410
CERMIRA	Syngenta Agro	propiconazole 250g/l + tébuconazole 250g/l	0.5	50	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H410
CHEROKEE	Syngenta Agro	chlorothalonil 375 g/l + cyproconazole 50 g/l + propiconazole 62.5 g/l	2	23	SE	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H332, H335, H351, H361d, H410
COGITO	Syngenta Agro	propiconazole 250g/l + tébuconazole 250g/l	0.5	50	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H410
COMET 200	Basf Agro	pyraclostroline 200 g/l	1.1	55	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H304, H315, H317, H319, H332, H400, H410
CREDO	DuPont Solutions	chlorothalonil 500g/l + picoxystrobine 100g/l	2	27	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	42	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	28	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H304, H318, H336, H361d, H410
ELATUS PLUS	Syngenta Agro	benzovindiflupyr 100 g/l	0.75	vendu en pack	EC	SGH05, SGH07, SGH09	H302 + H332, H317, H318, H410
EPOPEE	Adama France	prochloraze 267 g/l + tébuconazole 133 g/l	1.2	23	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H318, H361d, H410
FANDANGO S	Bayer CropScience	fluoxastrobine 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	2	37	EC	SGH08, SGH09	H351, H361 d, H410
FIANAKY	Adama France	tébuconazole 200 g/l	1.25	16	EW	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H410
FLEXITY	Basf Agro	métrafénone 300 g/l	0.5	60	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	10	SC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H317, H318, H332, H335, H351, H410
HELIOUSOUFRE S	Action Pin	soufre 700 g/l	10	1.5	SC	SGH05	H318
ILLIADE	Arysta Life Science	tébuconazole 430 g/l	0.6	33	SC	SGH08, SGH09	H361 d, H411
IMTRES	Basf Agro	fluxapyroxad 62.5 g/l	2	40	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H332, H351, H411
JOAO	Bayer CropScience	prothioconazole 250 g/l	0.8	76	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H410
JUVENTUS	Basf Agro	metconazole 90 g/l	1	35	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H411
KESTREL	Bayer CropScience	prothioconazole 160 g/l + tébuconazole 80 g/l	1	54	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H315, H319, 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
LIBRAX	Basf Agro	metconazole 45 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	2	54	EC	SGH07, SGH08	H304, H319, H361d, H412
MARACAS	Adama France	époixiconazole 50 g/l + prochloraze 225 g/l	2		EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H351, H360Df, H410
MELTOP 500	Syngenta Agro	fenpropidine 500 g/l + propiconazole 125 g/l	1	31	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H318, H332, H335, H373, H410
METCOSTAR 60	Phyteurop / Syngenta Agro	metconazole 60 g/l	1.5	22	EC	SGH03, SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H226, H315, H317, H318, H335, H361 d, 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
OVERDEX	Syngenta Agro	tébuconazole 250 g/l + propiconazole 250 g/l	0.5	46	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H410
PIXEL	Arysta LifeScience	chlorothalonil 375 g/l + cyproconazole 40 g/l	2	20	SC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H317, H318, H332, H335, H351, H361d, H410
PRIORI XTRA	Syngenta Agro	azoxystrobine 200 g/l + cyproconazole 80 g/l	1	46	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H302 + H332, H361d, H410
PROSARO	Bayer CropScience	prothioconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	1	49	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H315, H319, H361d, H410
PYROS EW	Basf Agro	prochloraze 450 g/l	1	17	EW	SGH08, SGH09	H373, H400, H410
QUALY	Adama France	cyprodinil 300 g/l	2.5	19	EC	SGH07, SGH09	H319, H410
SAKURA	Philagro	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	1.2	28	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H304, H318, H336, H361d, H410
SKYWAY XPRO	Bayer CropScience	bixafen 75 g/l + prothioconazole 100 g/l + tébuconazole 100 g/l	1	68	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H317, H335, H361d, H410
SYREX	Basf Agro	fluxapyroxad 62.5 g/l	2	36	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H332, H351, H411
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	17	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	50	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	40	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	30	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H304, H317, H319, H336, H361d, H411
ZEPRIA	Dow AgroSciences	metconazole 90 g/l	1	33	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H411

Tableau 2 : Les Projets en expérimentation en 2016

Code société	Firmes	Matières actives Concentration g/l	Dose/ha	Formulation
ARY-0701	Arysta LifeScience	tébuconazole 125 g/l + chlorothalonil 375 g/l	2	SC
BAS 703 F	Basf Agro	fluxapyroxad 75 g/l + pyraclostrobine 150 g/l	1.5	EC
F153 BCS	Bayer CropScience	prothioconazole 130 g/l + bixafen 65 g/l + fluopyram 65 g/l	1.5l blé 1.2l orges	EC
MCW-1233	Adama France	tébuconazole 100 g/l + prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l	2l fusarioses 1.6l septoriose 1.3l orges	EC
MCW-432 EW	Adama France	tébuconazole 133 g/l + prochloraze 267 g/l	1.2 à 1.5	EW
ST02	Syngenta Agro	benzovindiflupyr 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	1	EC

Tableau 3 : Les SDHI en expérimentation en 2016

Nom de la matière active	Nom code de la matière active	Spécialités ou projets concernés
bixafen	Xpro	AVIATOR XPRO, VARIANO XPRO, SKYWAY XPRO
boscalid	-	BELL STAR, VIVERDA
fluxapyroxad	Xemium	IMTRES, CERIA, LIBRAX, BAS 703F
fluopyram + bixafen	-	F153 BCS
penthiopyrad	Lem 17	VERTISAN
benzovindiflupyr	Solatenol	ELATUS PLUS, ST02

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
ACANTO	picoxystrobine 250 g/l	ACAPELA 250 SC, A-CAPELLA, APROACH, PICOLLO PLUS
ADEXAR	époixiconazole 62.5 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	TENAX XM
AMISTAR	azoxystrobine 250 g/l	AZOXYSTAR, TAZER 250EC, ZOIXIS
APROACH	picoxystrobine 250 g/l	ACANTO
AVIATOR XPRO	bixafen 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	OCEOR XPRO
BALMORA	tébuconazole 250 g/l	BALTAZAR, HORIZON EW, LUDIK, MYSTIC EW
BELL STAR	époixiconazole 50 g/l + boscalid 140 g/l	AROLLE STAR
BRAVO	chlorothalonil 500 g/l	BANKO 500, DORIMAT, FONGIL FL, FUNGISTOP FL, VISCLOR 500L
BUMPER P	propiconazole 90 g/l + prochloraze 400 g/l	TANHAO
CARAMBA STAR	metconazole 90g/l	CINCH PRO, JUVENTUS, SUNORG PRO, ZEPRIA
CERCOBIN	thiophanate-méthyl 500 g/l	LE 209, TOSPIN 500SC
CERIX	époixiconazole 42 g/l + fluxapyroxad 42 g/l + pyraclostrobine 67 g/l	VOXAN
CERMIRA	tébuconazole 250g/l + propiconazole 250g/l	COGITO, OVERDEX
CHEROKEE	chlorothalonil 375 g/l + propiconazole 62.5 g/l + cyproconazole 50 g/l	MENARA ULTRA
COGITO	tébuconazole 250g/l + propiconazole 250g/l	CERMIRA, OVERDEX
COMET 200	pyraclostrobine 200 g/l	SOLARAM 200
CREDO	picoxystrobine 100g/l + chlorothalonil 500g/l	PLINKER
DJEMBE	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	SAKURA, SOLEIL
EPOPEE	tébuconazole 133 g/l + prochloraze 267 g/l	DIAMS, GALACTICA, NEBRASKA
FAVIA	époixiconazole 62.5 g/l + pyraclostrobine 85 g/l	ABACUS SP
FIANAKY	tébuconazole 200 g/l	ABNAKIS, BALMORA, BALTAZAR, HORIZON EW, LUDIK, MYSTIC EW, TESON
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
INPUT	prothioconazole 160 g/l + spiroxamine 300 g/l	THESORUS
JUVENTUS	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, SUNORG PRO, ZEPRIA
KESTREL	prothioconazole 160 g/l + tébuconazole 80 g/l	ONNEL
LUDIK	tébuconazole 250 g/l	ABNAKIS, BALMORA, BALTAZAR, HORIZON EW, FIANAKY, MYSTIC EW, TESON
MARACAS	époixiconazole 50 g/l + prochloraze 225 g/l	BODEGA
MELTOP 500	propiconazole 125 g/l + fenpropidine 500 g/l	ZENIT
MIRAGE 450	prochloraze 450 g/l	APLOMB 450, BARCLAY EYETAK, PALMARES, PRIMA, PROCHLOBAN, PROCHLORUS, PROCHLOPLAN, PROCHLOSUN, PROCHLOTENA, PROCHLO-CHOC, PROPLEX 450, PYROS, SANITAK, SPORTAK HF
OSIRIS WIN	époixiconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	KOREMA
OVERDEX	tébuconazole 250g/l + propiconazole 250g/l	CERMIRA, COGITO
PIXEL	cyproconazole 40 g/l + chlorothalonil 375 g/l	BRAVO ELITE, CITADELLE, MARATHON
PRIORI XTRA	cyproconazole 80 g/l + azoxystrobine 200 g/l	AMISTAR XTRA
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
SWING GLOD	époixiconazole 50 g/l + dimoxystrobine 133 g/l	VIGIA
TALENDO	proquinazid 200 g/l	KESYS, TALUIS
UNIX MAX	cyprodinil 300 g/l	KAYAK, QUALY
VIVERDA	époixiconazole 50 g/l + boscalid 140 g/l + pyraclostrobine 60 g/l	RUBIS
YETI	cyproconazole 80 g/l + prochloraze 300 g/l	EPICURE
ZEPRIA	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, SUNORG PRO

Symptômes physiologiques causés par les facteurs abiotiques

Les symptômes physiologiques, communément appelés « taches physiologiques », causés par les facteurs abiotiques climatiques sont des phénomènes observés régulièrement. En 2016, ces symptômes d'origine abiotique ont été observés dans plusieurs régions françaises et sur plusieurs céréales notamment sur blé tendre et sur blé dur. Ces symptômes peuvent être confondus avec des symptômes causés par des maladies cryptogamiques comme la septoriose ou l'helminthosporiose ou par une phytotoxicité.

Le phénomène responsable de ces symptômes physiologiques est connu sous le terme général de « stress oxydatif ». Ce type de stress peut se produire sous influence d'un grand nombre de stress, qu'ils soient biotiques (maladies, parasites) ou abiotiques, autrement dit quand les conditions de température, d'éclairement ou d'alimentation hydrique s'écartent fortement des conditions normales de bon fonctionnement de la plante, ce qui a été le cas avec les conditions climatiques dans certaines régions.

Dès fin mars et durant tout le mois d'avril, de nombreux cas de taches physiologiques ont été observés dans le Sud sur blé dur (Miradoux, Qualidou, Daurur, Anvergur, Fabulis) et blé tendre (Bologna, Solehio). Ces « brûlures climatiques » apparaissent quelques jours après de fortes amplitudes thermiques. Elles sont localisées sur la face supérieure de la feuille et ne touchent qu'un étage foliaire. Ces taches n'ont eu aucune incidence sur le rendement.

Comprendre l'origine du phénomène

Pour comprendre l'origine de ce stress oxydatif dans le cas des taches physiologiques, un rapide rappel sur la photosynthèse s'impose. Ce mécanisme, à la base de la production végétale, comporte 2 étapes principales et successives : la première, l'étape photochimique, permet la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique ; la seconde utilise cette énergie pour fixer le carbone atmosphérique (CO₂) dans la plante pour former des sucres. En situation de bon fonctionnement, ces 2 étapes s'équilibrent. Si une des étapes est perturbée, c'est l'ensemble de la machine qui se dérègle, et ces

composés, qui ne sont plus détruits suffisamment rapidement dans les étapes suivantes de la photosynthèse, vont alors être à l'origine du stress oxydatif. Lorsque l'énergie captée lors de l'étape photochimique n'arrive pas à être suffisamment canalisée par les canaux « normaux », se forment en effet des « ROS » (Reactive Oxygen Species). Ces molécules sont toxiques pour la plante. Elles sont par exemple à l'origine d'une désorganisation des chloroplastes mais aussi de la destruction des pigments, ce qui peut engendrer une décoloration des feuilles (chlorose). Les plantes possèdent un système enzymatique « anti-oxydatif » qui peut permettre de maintenir le niveau de ROS à un niveau non dangereux, permettant ainsi de conserver un fonctionnement photosynthétique optimal. Mais si la quantité de ROS formée reste trop importante par rapport à la quantité détruite par le système antioxydant, les dégâts cellulaires sont alors inévitables, et peuvent conduire à l'apparition de taches nécrotiques.

La capacité de la plante à limiter l'augmentation des ROS est variable selon les variétés, d'où des différences observées au champ dans leur comportement.

Comment différencier des taches physiologiques et des maladies ?

Les confusions sont faciles avec plusieurs maladies notamment l'helminthosporiose (photo 2) mais dans le cas des taches physiologiques (photo 1) un traitement fongicide est inutile et peut même aggraver les symptômes. Le tableau 1 résume les éléments qui doivent guider vers l'une ou l'autre des hypothèses. Par exemple, l'helminthosporiose du blé est une maladie rarement rencontrée en dehors de la Champagne. Les blés sur blé sans labour sont les situations agronomiques les plus (voire les seules) concernées. Une quantité importante de résidus pailleux en surface et l'implantation d'une variété sensible sont des facteurs de risque additionnels. Les printemps doux et humides sont favorables au développement de la maladie. Les maladies progressent généralement du bas vers le haut alors que l'intensité des symptômes physiologiques varie généralement du haut vers le bas.

Tableau 1 : Helminthosporiose du blé / Taches physiologiques : Attention aux confusions !

	Taches physiologiques	Helminthosporiose du blé (<i>Drechslera tritici-repentis</i>)
Symptômes	Décolorations claires à nécrotiques sans fructification de champignon. La chlorose entourant la tache peut être plus ou moins prononcée selon la variété.	Petits points foncés, plutôt ovoïdes, entourés d'un halo chlorotique. En s'étendant, ce dernier prend des formes irrégulières, parfois losangiques et devient nécrotique. Le centre de la tache peut présenter un point noir, correspondant au point d'infection.
Vue à la loupe	Pas de fructification de champignon présente dans les taches, sauf si avec l'âge, les nécroses sont colonisées par des champignons saprophytes.	Fructifications visibles sur la face supérieure de la tache : conidiophores + conidiospores (= poils noirs).
Cause	Stress d'origine abiotique (sécheresse, fort rayonnement, amplitude thermique journalière...) parfois accentué par de la rosée (effet loupe), une application de fongicide ou de régulateur de croissance. L'importance des réactions de la plante au stress présente un caractère variétal.	Présence du champignon <i>Helminthosporium tritici-repentis</i> sur les résidus de culture ou par apport de fumier contenant des pailles contaminées. Monoculture de blé sans labour.
Distribution des symptômes sur la plante	Préférentiellement sur certains étages (feuilles présentes au moment du stress) et plutôt supérieures (feuilles les plus exposées et les plus tendres).	Progression de la maladie du bas vers le haut de la plante
Facteurs agronomiques	Pas de facteurs agronomiques prédisposant.	Précédent blé et absence de labour.
Stade de sensibilité	Plus fréquemment à la sortie des deux dernières feuilles, à la période où les amplitudes thermiques peuvent être fortes.	Au cours de la montaison.

Conforter son diagnostic par le test de la chambre humide

Afin de faciliter le diagnostic, un test rapide, simple et efficace existe : la chambre humide. Il suffit de placer les feuilles symptomatiques dans une bouteille plastique qui contient encore quelques gouttes d'eau et de laisser les feuilles entre 12 et 48h (Figure 2). En cas de taches

physiologiques, les symptômes n'évolueront pas (Photo 1) et aucune sporulation fongique ne sera observée (photo 3). En cas de maladie et grâce à la forte hygrométrie présente dans la bouteille, des fructifications de champignons (conidies, pycnides...) apparaîtront et seront visibles avec une loupe de poche sur la tache (Photo 4).

Figure 2 : Test de la bouteille

La chambre humide : un outil stratégique pour identifier les maladies

L'humidité facilite l'expression des structures caractéristiques des pathogènes (spores, mycélium...), qui sont un élément clef du diagnostic.

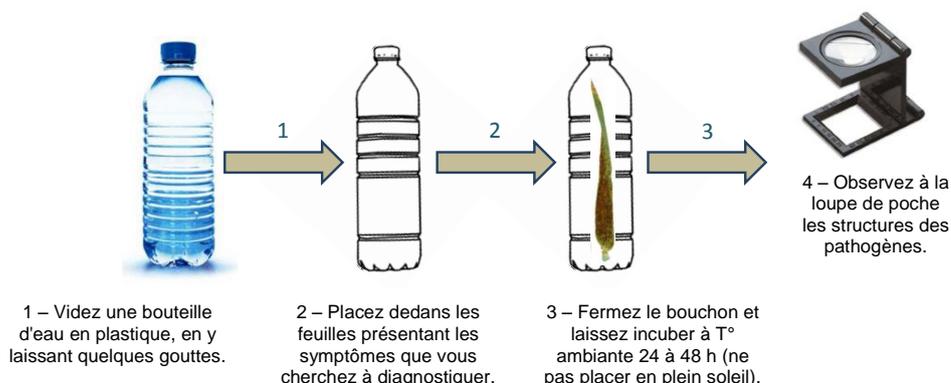


Photo 1 : Taches physiologiques rencontrées



Photo 2 : Symptômes d'Helminthosporiose du blé



Photo 3 : Aucune structure fongique sur les taches physiologiques après 48h en chambre humide

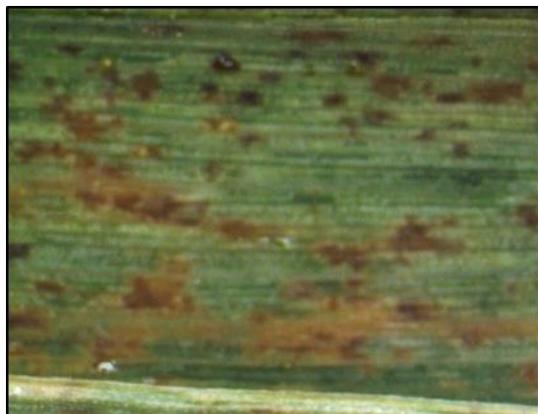
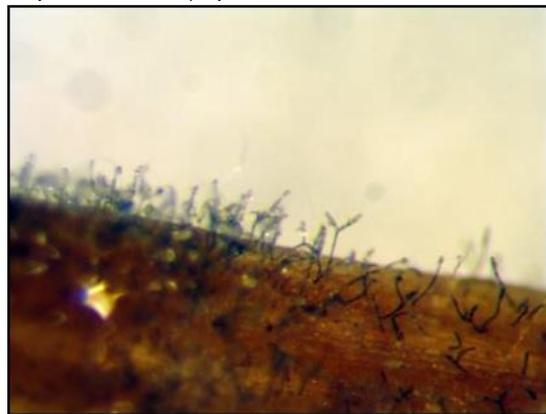


Photo 4 : Sporulation de Drechslera tritici-repentis (Helminthosporiose du blé) après 24 à 48h en chambre humide



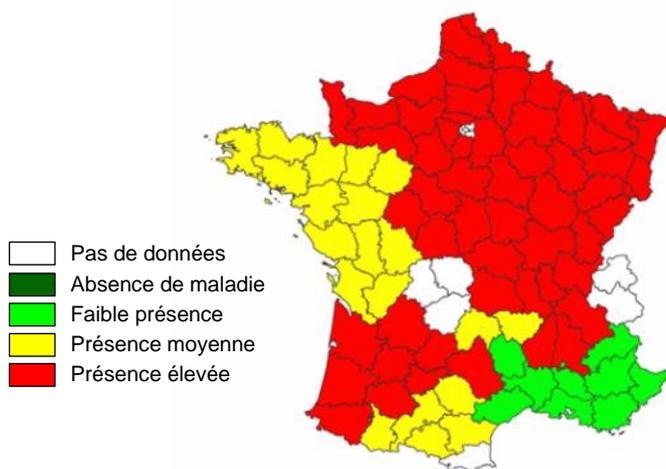
Septoriose

UNE PRESSION FORTE DE SEPTORIOSE

Bilan de campagne Nord

Les conditions climatiques de l'automne-hiver n'ont pas été limitantes pour l'installation de l'inoculum primaire. Début avril, la septoriose était effectivement bien présente sur feuilles basses. Les températures maximales de cette période sont peu élevées et allongent le temps d'incubation. Les pluies régulières assurent une contamination des étages foliaires au fur et à mesure de leur émission. Les premières interventions sont parfois intervenues très tôt (trop tôt), dès le stade 1 nœud sur des variétés sensibles, de type Trapez. Mais les seuils d'intervention donnés par Septo-LIS® ne sont atteints qu'au stade 3 nœuds pour les variétés sensibles et même dernière feuille pointante (DFP) pour les variétés peu sensibles dans la majorité des situations. Compte tenu des conditions fraîches durant la montaison, la sortie de la dernière feuille s'est fait attendre, provoquant souvent des interventions relais, avant la sortie complète de la dernière feuille le plus souvent à base de triazole +/- chlorothalonil de manière à réserver le traitement à base de SDHI à une application dernière feuille étalée (DFE) correspondant à son meilleur positionnement. La septoriose a poursuivi son développement ininterrompu durant les mois de mai et juin, affectant fortement les variétés sensibles (Trapez, Terroir...), dans les parcelles non protégées ou mal protégées en raison d'un délai de réintervention trop important, d'un choix de produits inadaptés et/ou à de doses d'utilisation trop faibles. La nuisibilité est estimée comme extrêmement forte cette année.

■ **Figure 1 : Estimation de l'intensité de présence de la septoriose (observations réalisées par le réseau régional d'Arvalis).**



Bilan de campagne Sud

Début février, une présence modérée d'inoculum sur feuilles basses est constatée sur la moitié des sites observés. Pour le blé tendre et blé dur, les variétés sensibles, sont les plus concernées. Les pluies régulières du printemps ont provoqué des contaminations régulières à chaque sortie de feuille. Les variétés les plus sensibles en blé tendre ont été les plus impactées quelles que soient leurs dates de semis. Sur les blés très précoces, des variétés moins sensibles ont également subi de fortes pressions. En blé dur, ce sont les dates de semis les plus précoces qui sont les plus touchées. Dès le stade 2 nœuds, 1/3 des situations agronomiques sont au seuil de nuisibilité. Au stade DFP, toutes les situations agronomiques ont atteint ou dépassé ce seuil.

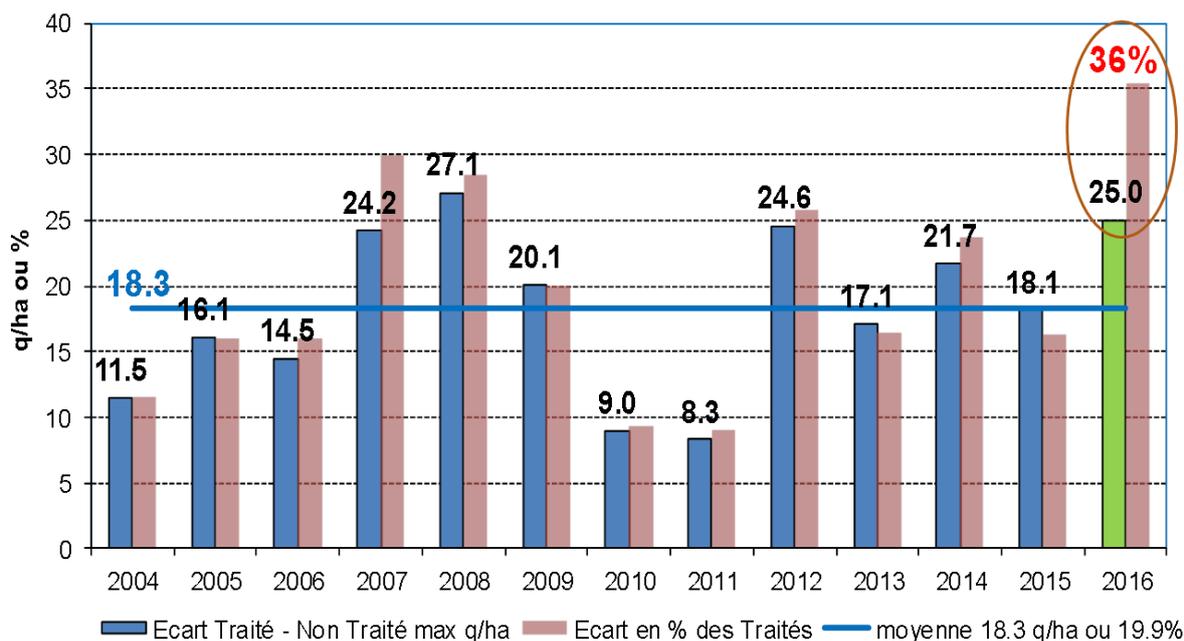
Le modèle Septo-LIS® a enregistré des contaminations à chaque nouvelle sortie de feuille. Le risque était donc important dès le stade 2 nœuds dans l'Ouest Gersois et les départements de la façade atlantique (cf. figure 1). Il était plus modéré dans l'Est de la région, en raison d'un temps plus sec pendant la fin de la montaison.

La pression de septoriose est finalement plus importante qu'en 2015. La maladie était présente sur feuilles intermédiaires dès le début avril et sur feuilles hautes à la mi-avril. Les pertes de rendement sont conséquentes, en l'absence de protection fongicide.



Des symptômes très précoces sur F1 liés aux fortes contaminations de mai

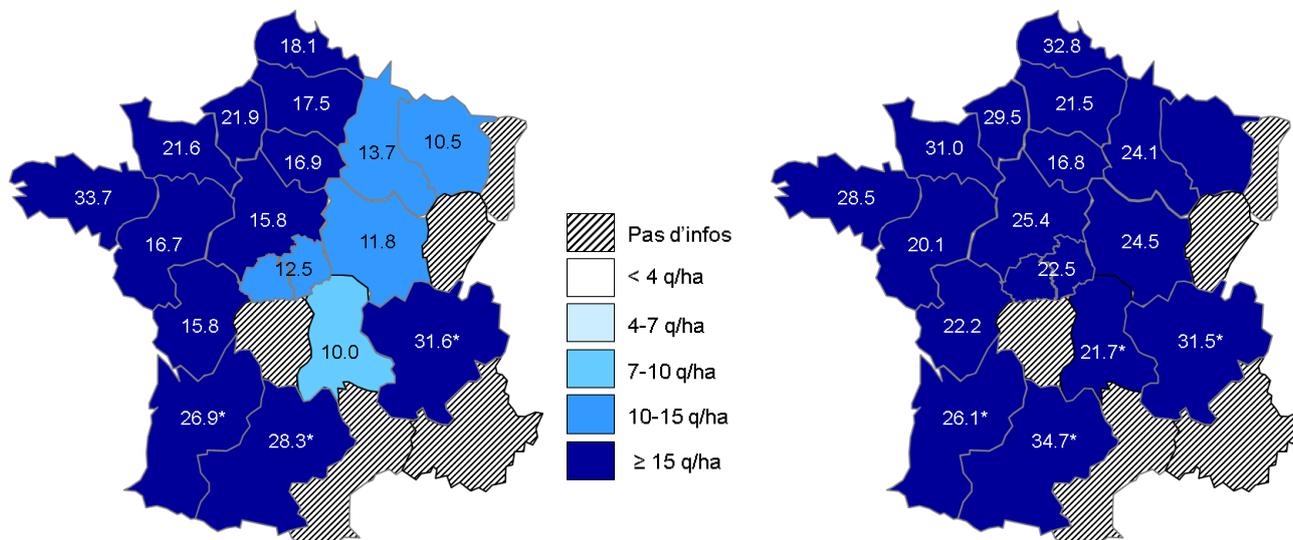
Figure 2 : Estimation de la nuisibilité des maladies dans les essais à dominante septoriose et rouille brune (réponse fongicide entre parcelles traitées et non traitées en q/ha). Données Arvalis et partenaires du Réseau Performance 2016.



En 2016, la pression parasitaire est extrêmement forte. Avec 25 q/ha de réponse à l'utilisation de fongicide, pour un rendement maximum observé dans les essais de 70 q/ha, la nuisibilité potentielle des maladies foliaires est estimée à 36 % du rendement, soit la valeur la plus

importante de ces treize dernières années. Elle est supérieure à celle observée en 2008 (27 q/ha soit 28 %) ainsi qu'à la moyenne pluriannuelle de ces dernières années (18 q/ha soit 20 %).

Figure 3 : 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) – 70 essais du Réseau Performance et essais Arvalis 2016



* Présence de rouille brune
71 essais
2015 : 18.1 q/ha (17%)
Rendement moyen en essais : 107 q/ha

* Présence de rouille brune
70 essais
2016 : 25.0 q/ha (36%)
Rendement moyen des essais : 70 q/ha

L'impact des maladies foliaires (principalement septoriose) en 2016 est nettement plus fort qu'en 2015.

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

La septoriose reste la maladie la plus fréquemment rencontrée sur blé tendre. Elle est aussi l'une des plus dommageables, ce qui en fait la maladie du blé tendre la plus importante. La résistance variétale à la septoriose permet d'abaisser le niveau de risque. Son efficacité reste partielle et ne se cumule pas toujours avec un bon niveau de résistance aux autres maladies.

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

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. Cet indicateur se compose de 3 valeurs reflétant la distribution de la variabilité totale (notamment, variabilité interannuelle+ intra régionale+ variabilité entre 2 variétés d'un même profil+ résiduelle) de la nuisibilité en q/ha des maladies foliaires du blé tendre. Ces valeurs sont une estimation de la moyenne des écarts traités-non traités observés dans les essais, du décile 2, et du dé-

cile 8, en fonction de la région et du profil de sensibilité à la rouille brune, à la rouille jaune et à la septoriose de la variété retenue. Elles résultent d'un modèle statistique établi à partir des écarts de rendement traité/non traité de 2900 essais entre 2000 et 2016.

La résistance des variétés à la rouille brune, la rouille jaune et la septoriose est décrite par une note allant de 1 (les plus sensibles) à 9 (les plus résistantes) pour chacune des maladies. Une variété est qualifiée de « sensible », « moyennement sensible » ou « résistante » à une maladie donnée en fonction de la valeur de sa note de résistance à la maladie considérée. 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

Afin de caractériser le profil de sensibilité d'une variété aux trois maladies simultanément, une variable synthétique nommée « profil global » a été créée. Elle est constituée par l'assemblage des classes de sensibilité de la variété à chaque maladie. Exemple de profil de

sensibilité : (septoriose TS, rouille brune MS, rouille jaune MS). Ainsi, un profil global correspond à une combinaison de classes de sensibilité pour chacune des 3 maladies: « classe de sensibilité à la septoriose », « classe de sensibilité à la rouille jaune » et « classe de

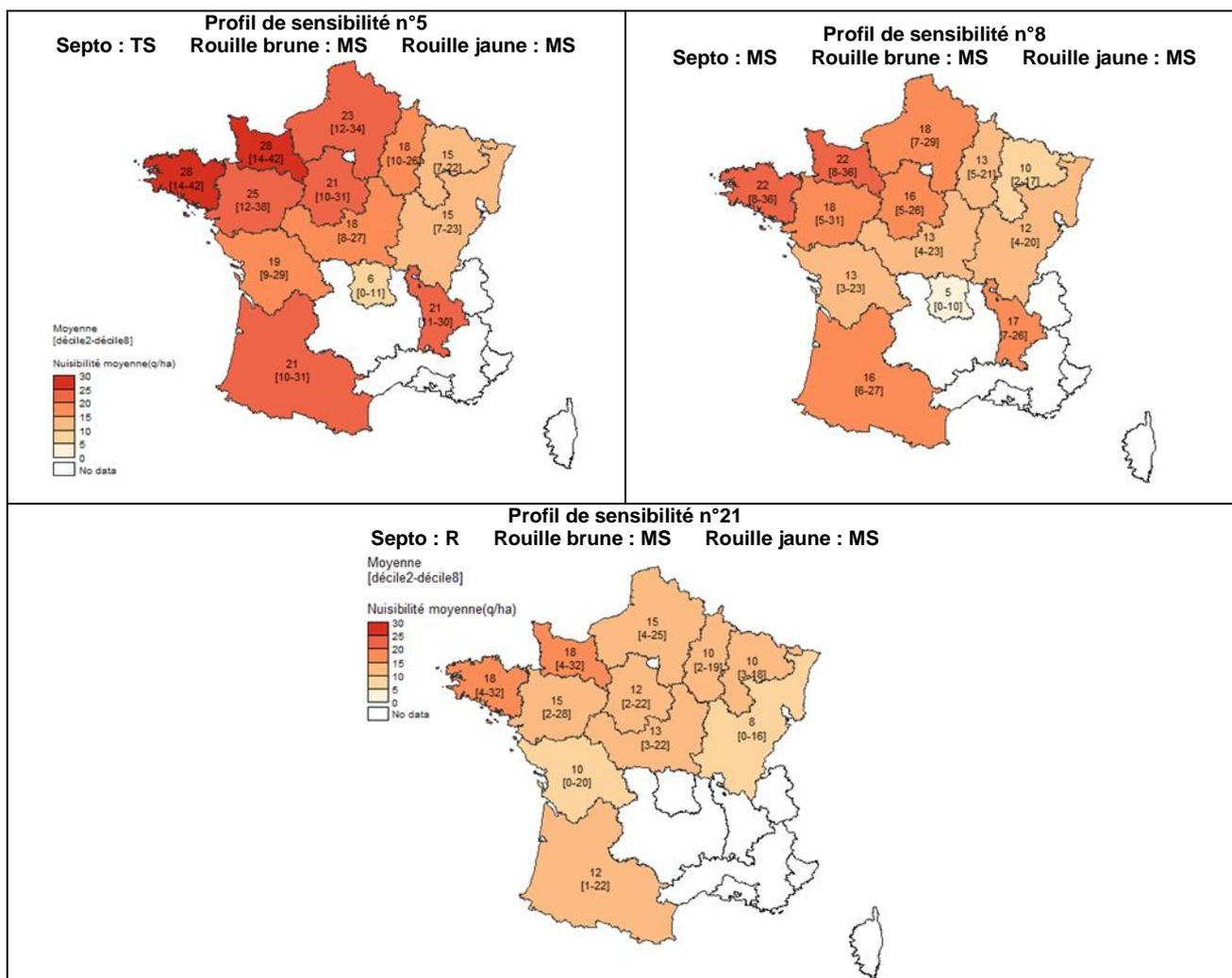
sensibilité à la rouille brune ». Le « profil global » peut prendre ainsi 33=27 valeurs différentes.

Pour chaque profil et pour chaque région sont proposés grâce à la modélisation, un niveau de nuisibilité moyen et une estimation de sa variation avec les déciles 2 et 8.

Ces valeurs de sortie (moyenne, décile 2 et décile 8) sont présentées sous forme de 3 cartes représentant 3

exemples de profil de résistance variétale pour la septoriose : un profil très sensible (profil n°5), un profil moyennement sensible (profil n°8) et un profil résistant (profil n°21) (cf. la figure 4). Le profil de sensibilité aux rouilles est conservé volontairement constant. Ces cartes permettent de visualiser la variabilité spatiale de l'indicateur.

Figure 4 : Cartes de nuisibilité (q/ha) entre trois profils globaux différents : très sensible (TS) à la septoriose, moyennement sensible (MS) et résistant (R), et moyennement sensible (MS) pour la rouille brune et la rouille jaune.



Les zones blanches sont celles où il y a moins de 18 données, où moins de 3 variétés par couple zone-profil

On constate de fortes disparités de nuisibilité potentielle entre les régions. Ainsi, la région Champagne est une zone où la nuisibilité est modérée quel que soit le profil variétal retenu : elle atteint en moyenne 18 q/ha pour un profil très sensible, 13 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 28 q/ha pour un profil très sensible, 22 q/ha pour un

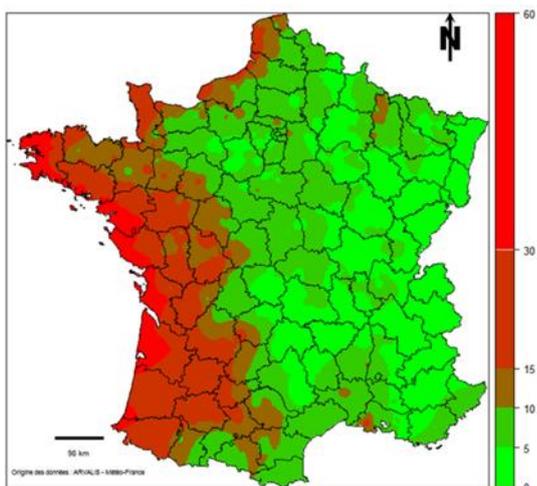
profil moyennement sensible et 18 q/ha pour un profil résistant. Sur cette base, des recommandations peuvent être adaptées et harmonisées en intégrant à la fois l'effet variété et l'effet région. Les enjeux pouvant être différents d'une variété et d'une région à l'autre, le conseil peut ainsi être nuancé sur une base objective, et même faire l'objet d'une analyse du risque. A noter, les écarts entre les déciles 2 et 8 illustrent une forte variabilité interannuelle mais aussi intra régionale.

Pilotage des traitements septoriose avec Septo-LIS®

En sortie d'hiver, le modèle septoriose Septo-LIS® indiquait des niveaux d'inoculum de septoriose proches de

la médiane pluriannuelle dans le Centre et les zones continentales, et élevés dans les zones de bordure maritime et dans le Sud-Ouest (figure 5).

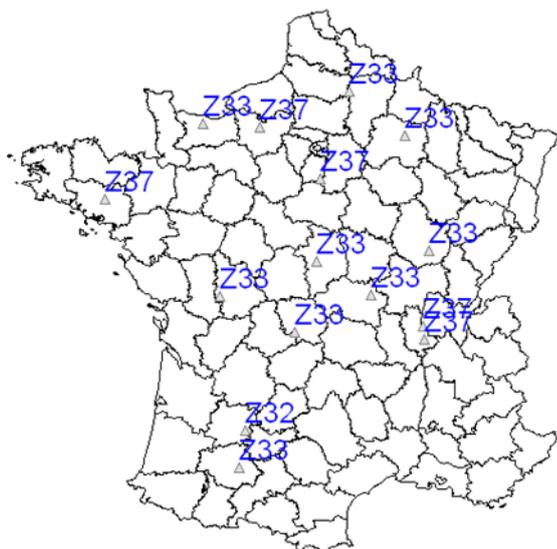
■ **Figure 5 : Niveau relatif de l'inoculum au 18/03/2016 pour une variété de type Apache semée à une date type départementale reflétant les semis de la campagne 2016. La couleur rouge représente les niveaux les plus élevés, vert clair les plus faibles.**



En mars et avril, la maladie a peu évolué pendant la montaison en raison des conditions généralement sèches de mars et des deux premières décades d'avril. Les pluies abondantes de début mai, en particulier entre le 09 et le 13 mai puis les précipitations continues du 18 mai au 02 juin, ont relancé partout la progression de la septoriose. Celle-ci s'est exprimée précocement et presque simultanément sur les deux dernières feuilles à la fin mai pour le Centre et le Nord de la France.

Dans le détail, le retour des pluies à partir du 22/04, dans la zone Nord et dans l'Est de la France, a conduit Septo-LIS® à déclencher une intervention septoriose sur variété sensible en moyenne autour du 25 avril, au stade 3 nœuds (Z33) à dernière feuille pointante (Z37), et autour du 10 avril pour le Sud-Ouest (figure 6).

■ **Figure 6 : Stade correspondant à la date conseillée pour l'intervention septoriose par le modèle Septo-LIS® sur variété sensible sur- 15 sites d'essais en 2016**



Pour la zone Nord Septo-LIS® déclenche en moyenne le 29/04 autour du stade 3 nœuds (Z33) dernière feuille pointante (Z37) (selon la sensibilité variétale et la date de semis), en raison du retour des pluies au cours de la dernière décade d'avril.

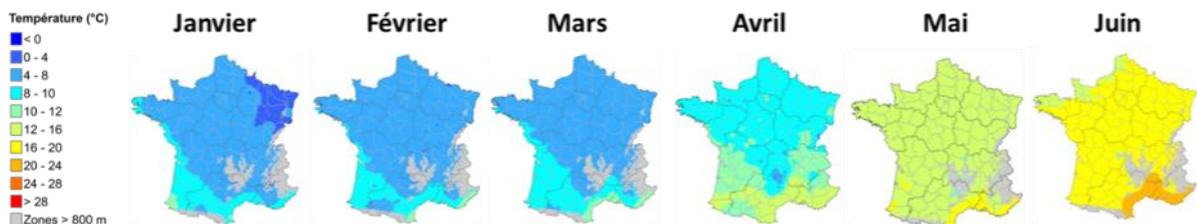
Pour la zone Centre Ouest et Est déclenchement autour du 15/04 au stade Z33 à Z37 sur les variétés sensibles à la septoriose.

Pour le Sud-Ouest, Septo-LIS® propose en une première intervention autour du 10/04 au stade Z33.

Septo-LIS® a permis de positionner le premier traitement de manière optimale en 2016, en conseillant de retarder la première intervention d'une dizaine de jours par rapport au stade Z32 (2 nœuds) permettant ensuite un relais T2 efficace pour la protection des dernières feuilles.

Figure 7 : Eléments de contexte climatique de janvier à juin 2016 : Températures moyennes mensuelles (cartes en haut) et cumuls de précipitations mensuelles (cartes en bas)

Température (°C)



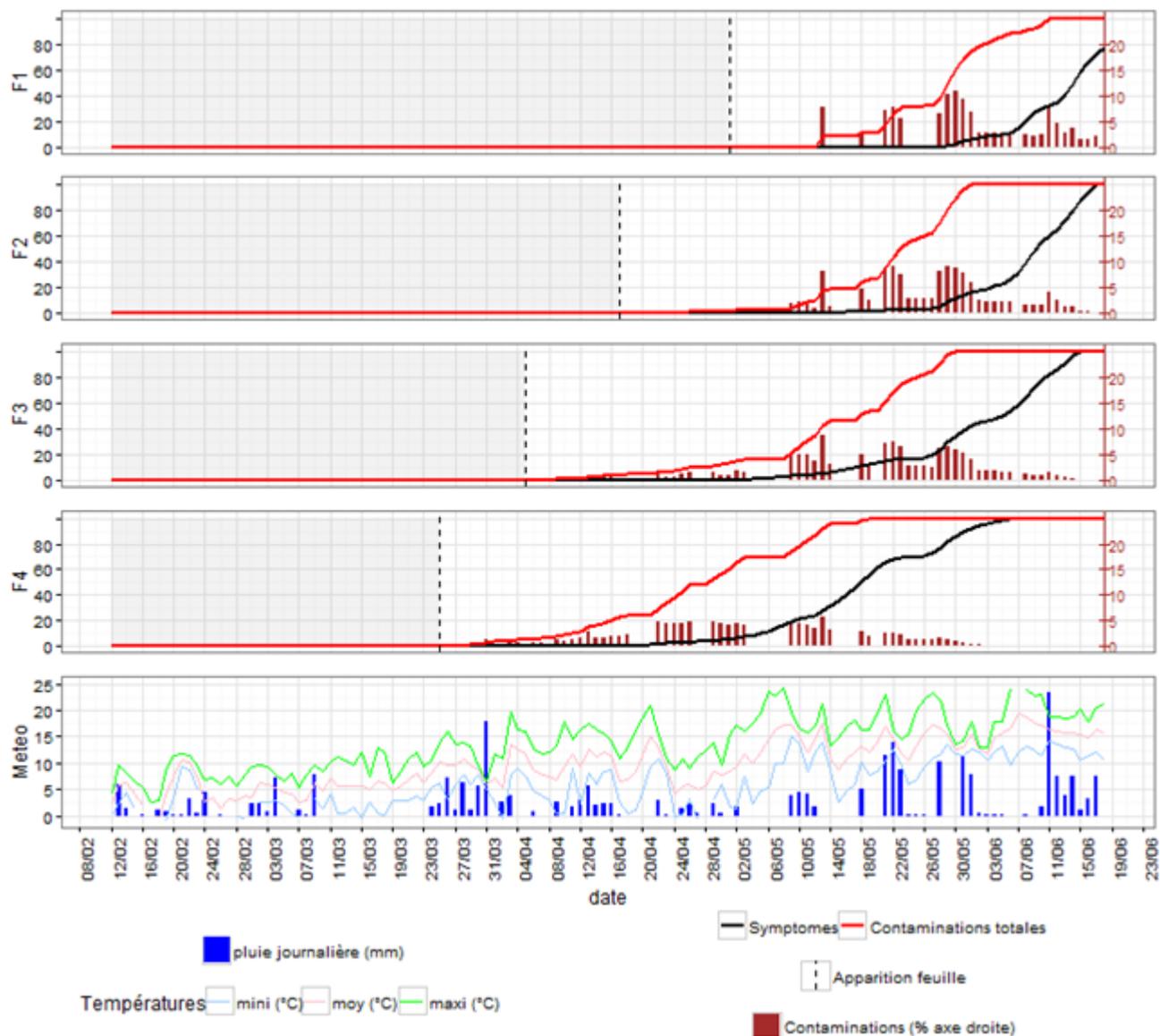
Pluie (mm)



Sur le plan des températures moyennes, l'année 2016 se caractérise par une grande douceur automnale et hivernale, suivie de températures fraîches en Mars et Avril. La pluviométrie excédentaire sur la majorité du territoire en Mai et Juin atteint localement des records absolus.

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

Figure 8 : Boigneville (91) – Pakito semis 20/10/2015



Exemple de date de traitement conseillée par Septo-LIS® : 29 avril au stade Z37 (Pakito semé le 20/10 à Boigneville)

«RESEAU PERFORMANCE» : LA RESISTANCE PROGRESSE ENCORE !

Le Réseau Performance a collecté cette année 336 échantillons, prélevés en fin de saison sur les parcelles traitées et non traitées. Ces échantillons ont permis d'étudier 259 populations provenant de toutes les régions céréalières françaises. Près de 77% des échantil-

lons seulement ont été exploités. Les échantillons prélevés tardivement, bien que très infestés par la septoriose ont conduit à de nombreux échecs, étant souvent surinfestés par d'autres espèces fongiques ou bactériennes.

■ **Tableau 1 : Les 40 Partenaires du "Réseau Performance" en 2016**

ACOLYANCE	CA 02	CA 60	EMC2	SETAB de Bapaume
ADAMA	CA 03	CA 77	Ets HAUTOBOIS	STAPHYT
AGORA	CA 10	CA 80	EURALIS	SYNGENTA
AMC	CA 36	CETA CB	INTERFACE Céréales	TERENOVEO
AXEREAL	CA 51	CETA HAM	NORD NEGOCE	TERRENA
BASF	CA 52	CETA du Saint-Quentinois	NORIAP	UCATA
BAYER	CA 53	CRA-W	PHYTEUROP	UNEAL
BONNEVAL BEAUCE ET PERCHE	CA 59-62	DUPONT Solutions	SANATERRA	VIVESCIA

LE POINT SUR LES RESISTANCES

Rappel : Extrait de la note commune février 2016 INRA, ANSES, ARVALIS-Institut du végétal

Résistance aux IDM

Les souches de *Z. tritici* moyennement résistantes aux triazoles (principale classe d'IDM¹) restent majoritaires dans toutes les régions françaises mais leur fréquence régresse. Pour mémoire, ces souches sont faiblement à moyennement résistantes aux IDM, et pour une part, entièrement sensibles au prochloraze, en particulier dans les régions de la façade atlantique.

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

- un sous-groupe dit « TriMR évoluées » (ou non MDR) 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 sont caractérisés chaque année,
- un sous-groupe dit « MDR » (pour MultiDrug Resistant) qui progresse en nombre de parcelles portant de fortes proportions (> 30 %) de ce type d'isolats. Ceux-ci sont très résistants à la plupart des IDM et faiblement résistants 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.

Etant donné les fréquences parfois élevées localement de ces deux groupes de souches, l'efficacité des IDM pourrait se trouver affectée. Les IDM étant le plus souvent utilisés en mélange avec un autre mode d'action (chlorothalonil ou SDHI), l'impact pratique de ces souches est mal apprécié.

La fréquence des souches appartenant à ces deux sous-groupes, stable entre 2012 et 2013, a fortement progressé en 2014 et 2015. Ces souches représentent désormais 22 % de la population sur l'ensemble des échantillons analysés (31 % dans les échantillons concernés), soit 13% pour les TriMR évoluées (7 % en 2013) et 9 % pour les souches MDR (2 % en 2013). L'un et/ou l'autre de ces phénotypes est présent dans 72 % des populations, contre 47 % en 2013.

Sur la base de quelques échantillons prélevés en Irlande et en Angleterre, ces souches moyennement à hautement résistantes pourraient constituer 66 % des populations analysées. Dans ces deux pays, des pertes partielles d'efficacité des IDM ont été corrélées avec de fortes fréquences de ces souches. En France, des pertes d'efficacité ont été observées ponctuellement.

Résistance aux SDHI

En 2012, une souche de *Z. tritici* résistante aux SDHI a été collectée sur blé dans une parcelle d'essai du nord de la France et portant le changement T79N sur la sous-unité C de la succinate déshydrogénase. Ce phénotype est associé à des facteurs de résistance modérés aux SDHI. En 2013 comme en 2014, aucune souche résistante (CarR) n'a été détectée en France ; tous les isolats testés se sont avérés sensibles aux SDHI. En 2015, en France, au moins deux populations suspectes (avec faibles fréquences d'individus résistants) ont été détectées. La caractérisation des souches concernées est en cours. Dans les autres pays européens, exerçant notamment des pressions de sélection supérieures avec les SDHI, la détection d'isolats résistant spécifiquement aux SDHI reste exceptionnelle. Dans ce contexte, il n'y a pas lieu de craindre pour l'efficacité des SDHI en pratique en 2016. Voir le chapitre suivant pour l'année 2016.

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.

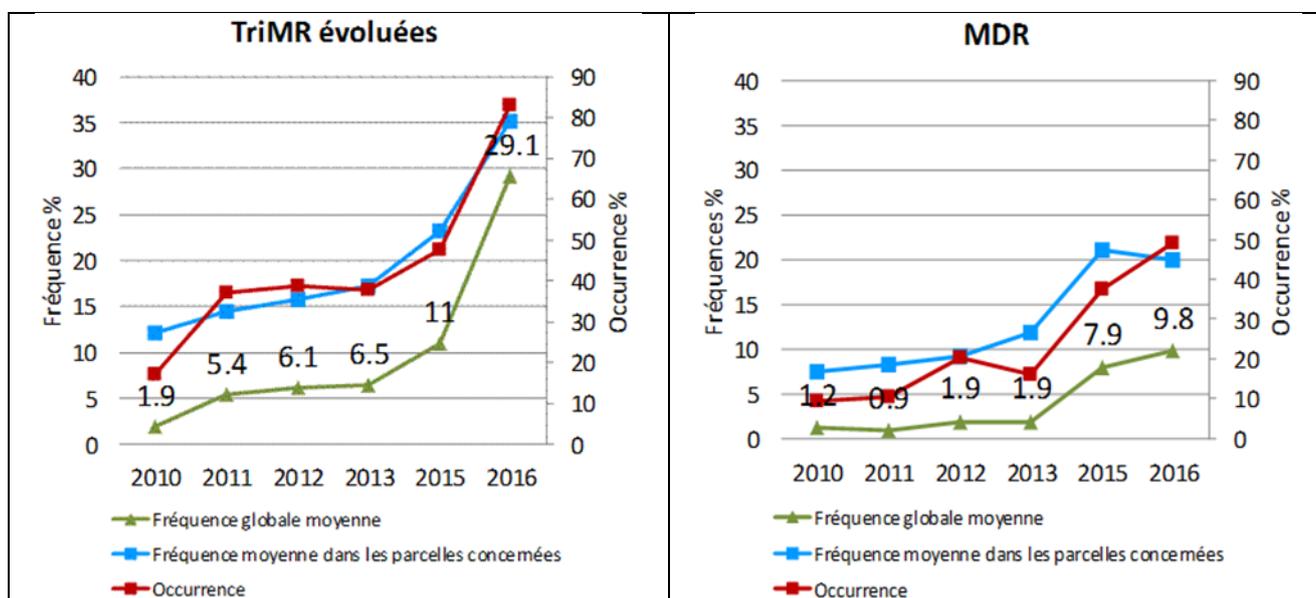
En 2016 : Les phénotypes les plus résistants aux IDM en forte progression

Les souches MDR³ (ou encore TriHR eu égard à leur fort niveau de résistance aux IDM) représentent désormais près de 10% de la population contre 8% l'année dernière. Les souches dites « TriMR évoluées » progressent très fortement. Elles représentent actuellement 29 % de la population, contre 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 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 à tous les IDM testés, et dans une moindre mesure, aux autres modes d'action comme les Qol 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 18.9% (11+7.9) à 38.9% (29.1+9.8) entre 2015 et 2016. La fréquence de ces catégories de souches est multipliée respectivement par 4.5 et par 5 entre 2013 et 2016. 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 2015, une population provenant du Nord de la France contenait à nouveau une faible fréquence de spores présentant des filaments longs, en présence d'une dose discriminante de boscalid (SDHI utilisé par l'INRA pour révéler la présence de souches résistantes à cette famille de fongi-

cides). En 2016, sur le réseau, 13 populations (soit 5% des populations analysées) présentent des filaments longs en présence de cette même dose discriminante de boscalid. Des analyses complémentaires sont en cours pour isoler ces souches, confirmer et caractériser une éventuelle résistance spécifique⁵.

⁵ D'après Anne Sophie Walker, «Analyse des populations de *Zymoseptoria tritici* campagne 2016 », avec l'aimable autorisation de l'auteur.

Figure 10 : Distribution des phénotypes résistants aux SDHI (CarR) de *Z. tritici* sur le Réseau Performance 2016



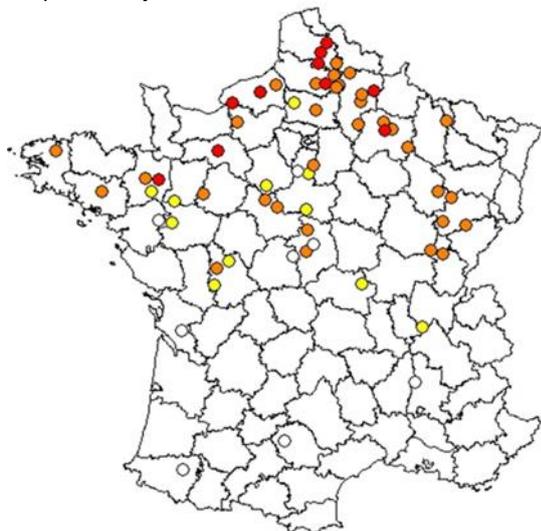
10 sites sont concernés sur 56 (18%)
 13 échantillons sur 259 sont concernés (occurrence = 5%)
 Fréquence moyenne dans les échantillons concernés = 9.7 %
 Fréquence moyenne sur tous les échantillons = 0.5 %

Pour la deuxième année sur le réseau, il y a détection de phénotypes résistants aux SDHI: 13 populations CarR sont présentes dans 5% des populations analysées sur 10 sites.

Figure 11 : Distribution des phénotypes TriMR évolués + MDR de *Z. tritici* sur le Réseau Performance en 2015 et 2016

2015
 174 échantillons sur 263 (66%) présentent des souches TriMR évolués et/ou MDR
 Fréquence moyenne à l'échelle nationale = 18.9%.
 Fréquence moy. dans les échantillons concernés = 28.6%

2016
 243 échantillons sur 259 (94%) présentent des souches TriMR évolués et/ou MDR
 Fréquence moyenne à l'échelle nationale = 39%.
 Fréquence moy. dans les échantillons concernés = 41.5%



% Phénotypes
 TriMR évol.+MDR

- Sans résultats
- 0
- 1 à 10
- 10 à 30
- > 30

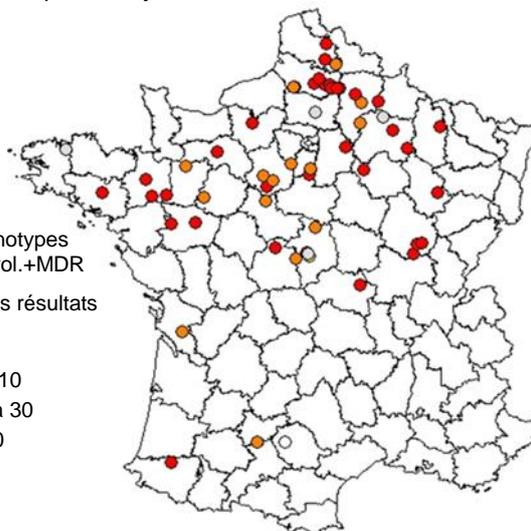
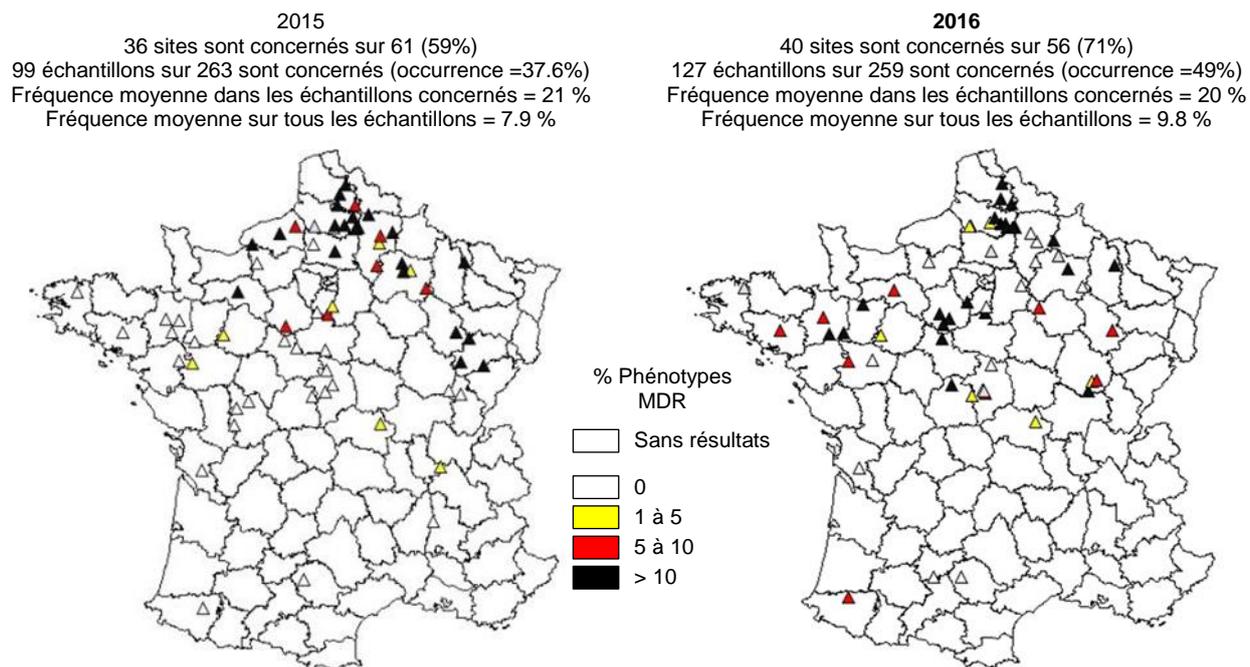


Figure 12 : Distribution des souches MDR (MultiDrug résistantes) de *Zymoseptoria tritici* sur le Réseau Performance en 2015 et 2016



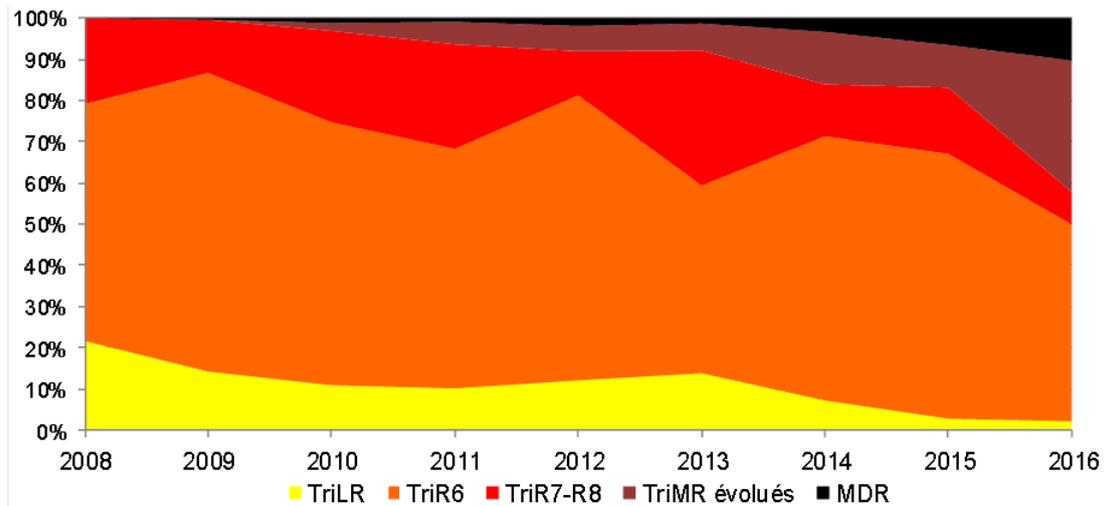
Les souches MDR sont présentes dans un plus grand nombre d'échantillons en 2016 par rapport à 2015

Tableau 4 : Structure moyenne de la population de *Zymoseptoria tritici* sur le "Réseau Performance" en 2015 et 2016 (tous échantillons)

				2015 (%)	2016 (%)
TriS (Sensible)	Phénotypes déjà présents avant 2008	Tri R1/R3	Les souches sensibles ont disparu	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
TriMR (Moyennement Résistant)	Phénotypes déjà présents avant 2008	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
	Phénotypes TriMR évolués	Tri R5+ Tri R8+ Tri R9 Tri R10 Tri R11 Tri R12 Tri Rz New ...	Même mutation que Tri R5 et Tri R8 avec facteurs de résistance plus élevé Nouvelles combinaisons de mutations déjà connues. Facteurs de résistance moyens voire élevés pour quelques IDM	11	29.1
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

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

Figure 13 : Evolution des populations de *Z. tritici* entre 2008 et 2016 sur les témoins non traités en fin de saison

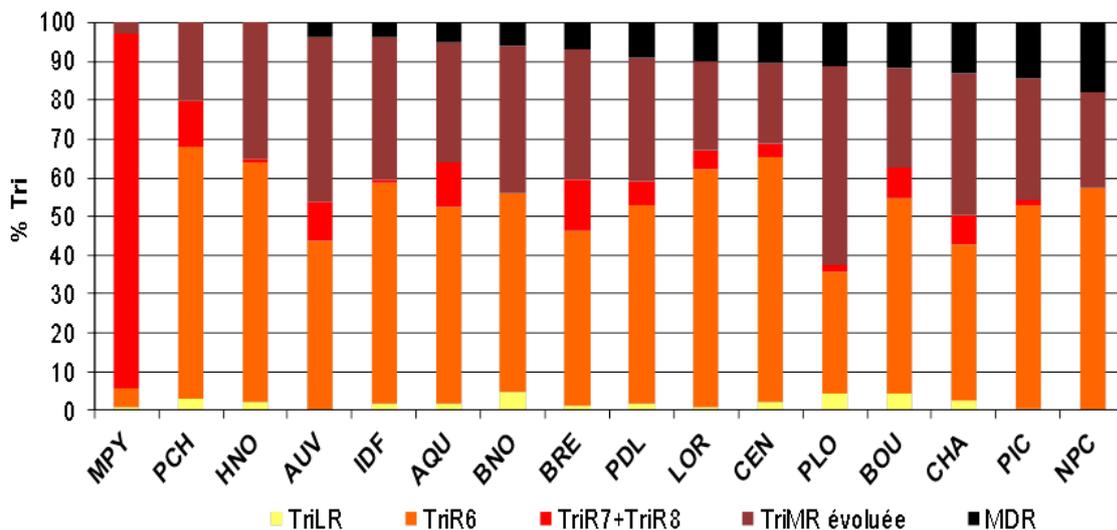


Parmi les phénotypes TriMR évolués + MDR apparus en 2008, la progression des souches TriMR évoluées est forte en 2016. Elles représentent 32 % des souches prélevées dans les témoins non traités en fin de saison.

Au plan de la structure générale de la population (Tableau 4 et figure 14), les souches les plus sensibles (TriLR) déjà marginales en 2015 ne représentent plus que 1.9 % en 2016. Les souches TriMR régressent au profit des TriMR évoluées mais restent dominantes (59.2 %). Les souches les plus résistantes encore minoritaires

en 2015 progressent de façon inquiétante en particulier les phénotypes TriMR évolués. Cette progression concerne presque toutes les régions. La présence des souches MDR reste plus marquée dans les régions Nord (figure 14).

Figure 14 : Répartition des populations de *Z. tritici* en fonction des régions - 259 populations 2016



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

RESULTATS AU CHAMP DU RESEAU PERFORMANCE 2016

Un total de 58 essais a été mis en place en 2016 par les 40 partenaires du réseau, répartis sur 16 zones céréalières. Les essais sont systématiquement accompagnés par des analyses de résistance.

Tableau 5 : Principales modalités mises en place dans le "Réseau Performance" en 2016 – double application : 2 Nœuds puis DFE-Gonflement

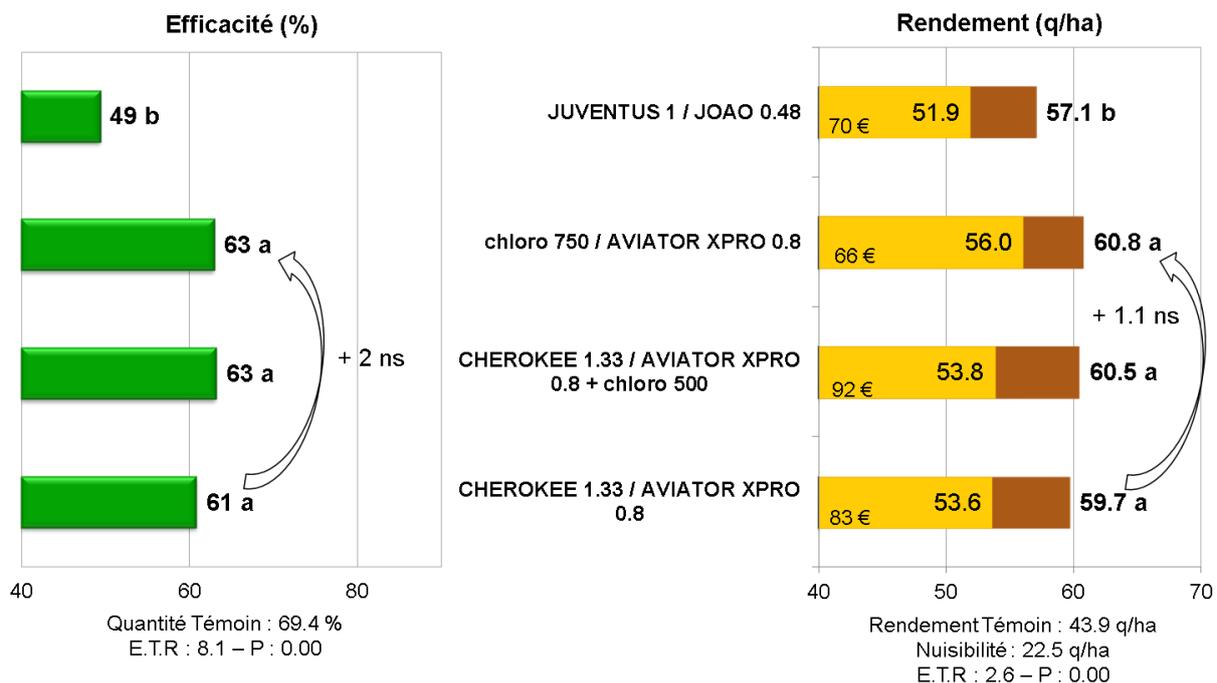
	T1 de Z32 à Z33	T2 de Z39 à Z45	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	Cherokee 1.33 l/ha	Aviator Xpro 0.8 l/ha	83 €	1.3
3	Cherokee 1.33 l/ha	Aviator Xpro 0.8 l/ha + chloro 500 g/ha	92 €	2.0
4	chloro 750 g/	Aviator Xpro 0.8 l/ha	66 €	1.6
5	Juventus 1 l/ha	Joao 0.48 l/ha	70 €	1.6
6	Broadway 1.6 l/ha	Aviator Xpro 0.8 l/ha	82 €	1.4
7	Cher. 0.7 l/ha Z32 / Osiris 0.7 l/ha Z37	Aviator Xpro 0.4 l/ha + Chloro 500 Z39 / Epopée 1 l/ha Z55	92 €	2.4

Le "Réseau Performance" offre une certaine liberté dans le choix des modalités à tester. Les résultats présentés ici correspondent au tronc commun, choix recommandé et à 2 des modalités optionnelles insérées par les partenaires dans le réseau. 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 2016, la forte pression de *Microdochium spp.* sur feuilles n'a pas ou très peu perturbé la majorité des notations. Elle a pu interférer cependant avec certaines notations tardives Certains sites d'essais fortement touchés par la grêle ou par des rendements catastrophiques (inférieurs à 40 q/ha pour les meilleures modali-

tés) liés aux phénomènes météorologiques atypiques de fin de campagne (fortes pluies, déficit de rayonnement) ont été exclus de la synthèse. Un total de 43 essais avec l'ensemble des informations (efficacités, rendements, analyses) a été finalement sélectionné pour la synthèse 2016.

Figure 15 : Efficacité sur septoriose et rendement des modalités du Réseau Performance
 Prix du blé 14 €/q - 43 essais 2016 - délai moyen T1/T2 : 25 j. - date moyenne T2 : 12/05 - Phénotypes TriMR évolués + MDR : 39.3% (TriMR évolués : 31.2% - MDR : 8.1%)



La modalité sans triazole au T1 (chlorothalonil 750 g/ha puis Aviator Xpro 0.8 l/ha) est l'une des plus performantes.

Les triazoles sont-ils encore utiles au T1 ?

On remarque la faible contribution des triazoles du T1 (cyproconazole et propiconazole). La comparaison Cherokee 1.33 l/ha qui apporte 500 g/ha de chlorothalonil plus triazoles par rapport au chlorothalonil 750 g/ha est en effet plutôt favorable à la dose forte du multisite en terme d'efficacité (+2 points NS) et en rendement (+ 1.1 q/ha NS). Le chlorothalonil solo, moins cher, peut donc s'envisager en T1 sur variété résistante à la rouille jaune. En revanche, le Cherokee conserve son avantage sur les variétés sensibles aux rouilles et présente en plus un effet régulateur lié au cyproconazole. Compte tenu de la présence de souches de plus en plus résistantes aux IDM (ici 31.2% de TriMR évoluées + 8.1% MDR), le programme à base exclusivement de triazoles est mis en difficulté. L'efficacité moyenne est inférieure à 50 % pour la double application de triazoles de référence (Juventus / Joao). Cela représente une efficacité et un rendement significativement inférieur aux autres programmes et en particulier au programme multisite au T1 suivi du SDHI+triazole au T2.

Un ou deux chlorothalonil, quel bénéfice ?

Sur 43 essais, l'introduction de 500 g de chlorothalonil supplémentaire⁶ sur une base Aviator Xpro 0.8 l/ha au T2 apporte un léger avantage technique et économique par rapport à un programme avec Aviator 0.8 l/ha solo au T2 (figure 14). Avec 2 points d'efficacité supplémentaires (NS) et 0.8 q/ha de mieux en rendement (NS), il

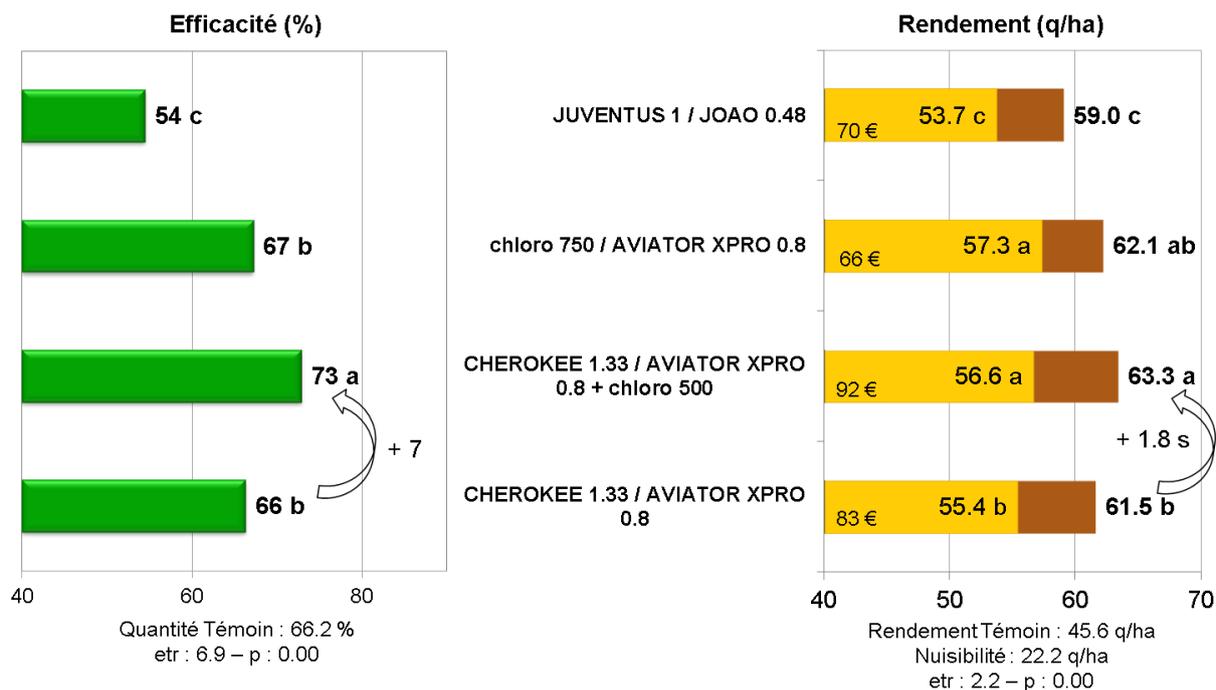
n'y a donc a priori pas d'avantage, ni d'erreur à appliquer du chlorothalonil une deuxième fois au T2.

Dans le cas où cette option est retenue, nous attirons l'attention sur la nécessité d'intervenir au T2 dans des conditions préventives⁷. En effet, si on sélectionne parmi les 43 essais, les 28 situations pour lesquelles la date du T2 est antérieure au 14/05 (date moyenne du T2 au 11/05, figure 15), à posteriori dans des conditions préventives l'intérêt du « double chlorothalonil » et plus net et statistiquement significatif : +7 points d'efficacité (S) et plus 1.8 q/ha (S). En revanche, si on sélectionne les 15 essais où la date du T2 est postérieure au 14/05 (date moyenne 16/05, correspondant à un délai T1-T2 supérieure à 25 jours), a priori dans des conditions plus curatives au T2, alors le bénéfice de la deuxième application de chlorothalonil « disparaît » et devient même négatif : - 6 points d'efficacité (NS) et - 1.4 q/ha NS (figure 16). Cela confirme les tendances observées les années antérieures.

⁶ 500 g de chlorothalonil ont déjà été appliqués au T1 avec Cherokee 1.33 l/ha

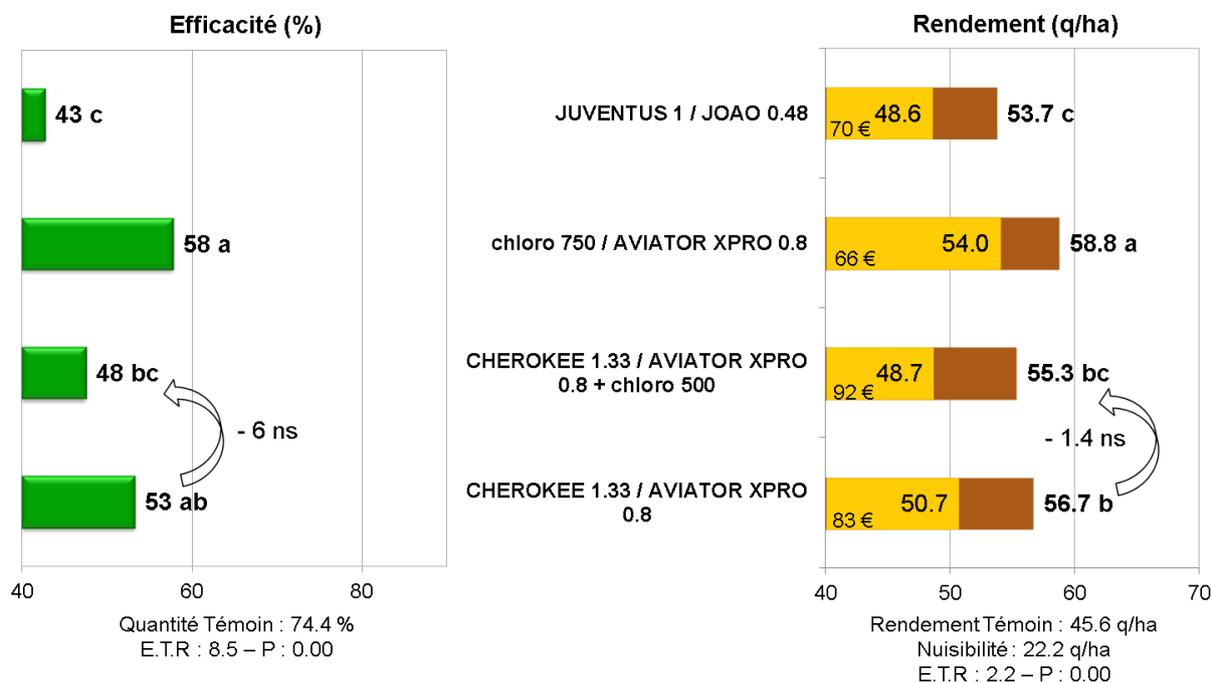
⁷ En 2016, cela signifie un T2 avant le 14/05, susceptible de contrôler les épisodes contaminant des 12 et 13/05, un délai T1-T2 supérieure à 25 jours), a priori dans des conditions plus curatives au T2, alors le bénéfice de la deuxième application de chlorothalonil « disparaît » et devient même négatif : - 6 points d'efficacité (NS) et - 1.4 q/ha NS (figure 16). Cela confirme les tendances observées les années antérieures.

Figure 16 : Efficacité sur septoriose et rendement des modalités du Réseau Performance - 28 essais « préventifs » avec date moyenne T2 : 11/05 - Prix du blé 14 €/q



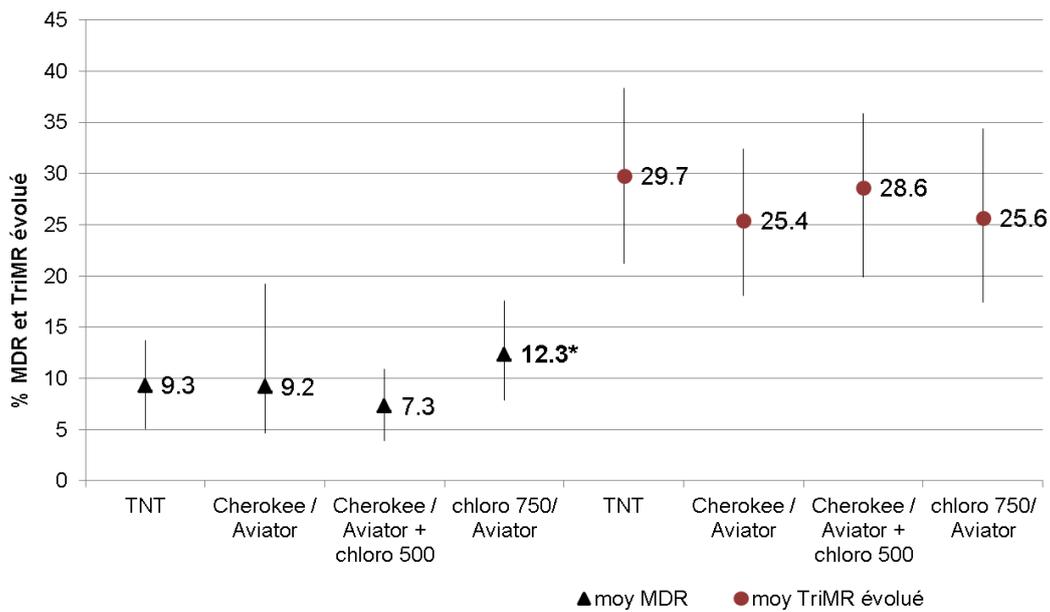
Le bénéfice d'un « double chlorothalonil » est significatif lorsque le traitement T2 est positionné en préventif (avant les contaminations des 12 et 13 mai)

Figure 17 : Efficacité sur septoriose et rendement des modalités du Réseau Performance - 15 essais « curatifs » avec date moyenne T2 : 16/05 - Prix du blé 14 €/q



Un deuxième chlorothalonil au T2 n'apporte aucun bénéfice, et peut même être négatif, par rapport à un seul chlorothalonil au T1 lorsque le traitement T2 est réalisé en curatif (T2 après 13/05).

Figure 18 : Effet des différentes modalités de traitement du tronc commun du Réseau Performance sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 29 essais 2016



Avec 2 chlorothalonil, pas de différence sur les populations comme en 2015. En revanche une forte dose de chlorothalonil solo en T1 favoriserait les MDR par rapport au témoin et aux programmes avec Cherokee (soit 500 g de chlorothalonil)*

* Proportion d'écarts négatifs par rapport au témoin et aux programmes avec Cherokee au T1 respectivement 85%, 87% et 97%

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'écarts (positifs ou négatifs) proches de 50%. A l'inverse des populations présentant des distributions différentes (disjointes) vont présenter des fréquences d'écarts (positifs ou négatifs) élevés. Nous estimons qu'en deçà de 20% ou au-delà de 80%, d'écarts négatifs ou positifs, les distributions peuvent être considérées comme différentes.

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. Les sensibilités aux IDM des populations résiduelles sont en effet comparables entre elles et comparables à celles du témoin. Seul le programme avec un chlorothalonil solo en T1 à 750 g/ha suivi d'Aviator Xpro 0.8 témoigne d'une pression sélective plus forte pour les populations MDR par rapport au témoin non traité et aux programmes avec Cherokee (soit 500 g de chlorothalonil) en T1*.

Cette information nouvelle reste difficile à interpréter en l'état. Elle invite plutôt à la prudence et à approfondir en conditions contrôlées nos connaissances des effets respectifs des différents modes d'action, dont les multi-sites sur les souches MDR.

Un ou deux SDHI ?

Nous n'avons pas réintroduit cette problématique dans les essais du réseau Performance en 2016, 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 : Bell Star puis Bell Star (B350+X125) et Adexar puis Adexar (AX125+X125). La figure 18 illustre la structure des populations après traitement avec notamment celles correspondantes à ces deux modalités. Elle permet la comparaison avec celle de la population non traitée ou de population traitée avec autre chose que des SDHI.

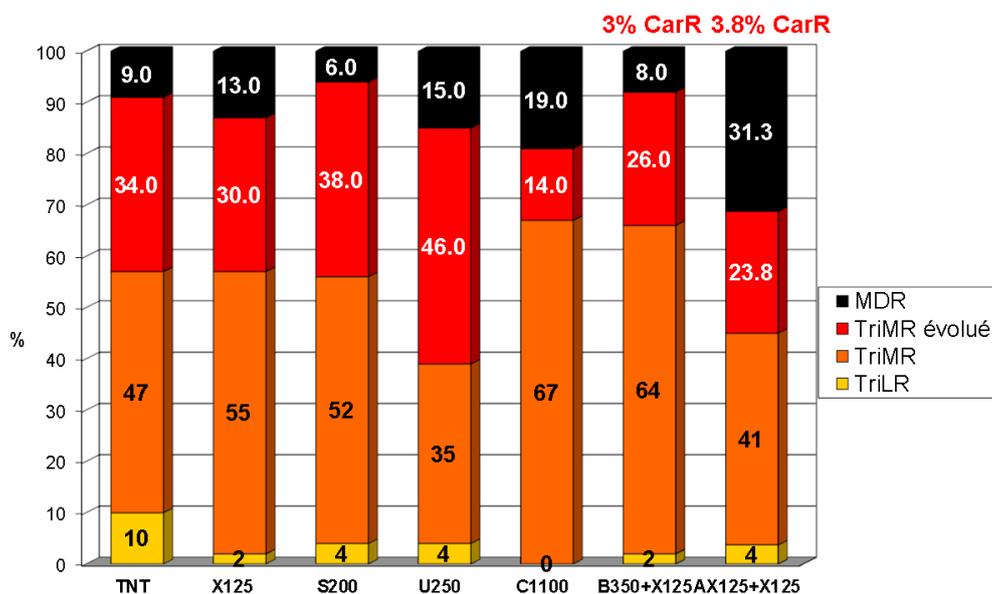
On observe⁸, des souches résistantes au boscalid (CarR) à de faibles fréquences (3% et 3.8%) uniquement dans les échantillons issus des parcelles ayant reçu deux modalités SDHI.

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

Figure 19 : Effet des différentes modalités du Réseau AFPP sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM et au boscalid. 5 essais 2016



Les doubles applications de SDHI semblent sélectionner les souches résistantes au boscalid (CarR). Les pourcentages représentent la fréquence de souches appartenant à chacune des classes : TriMR évolué, TriMR et TriLR. La fréquence moyenne de souches résistantes au boscalid est donnée en étiquette.

(X125 : 2*Opus new 1.5l/ha ; S200 : 2*Joao 0.8l/ha;U250 : 2*Balmora 1l/ha;C1100 : 2*Bravo 2.2l/ha; B350+X125 : 2*Bell star 1.5l/ha; AX125+X125 : 2*Adexar 2l/ha)

Les triazoles seuls pourraient-ils encore suffire ? Jusqu'à où la résistance peut affaiblir leur efficacité ?

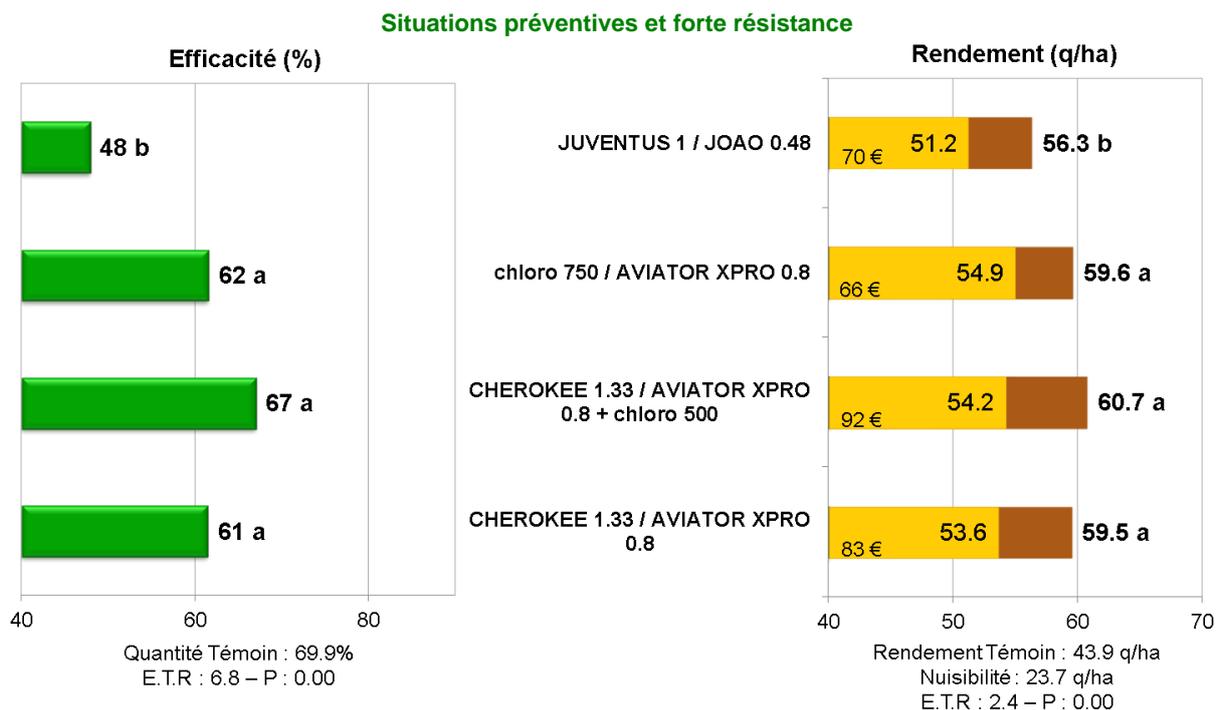
Le bénéfice apporté par l'introduction d'un chlorothalonil en T1 (utilisation de Cherokee au lieu de Juventus) et d'un SDHI +chlorothalonil en T2 (utilisation d'Aviator Xpro plutôt que Joao) a été étudié par comparaison à un programme "tout triazole" : Juventus puis Joao. Les comparaisons sont réalisées en majorité en condition de traitement « préventif » en comparant les essais où les souches TriMR évoluées sont les plus fréquentes aux autres essais.

Dans 13 essais présentant les fréquences les plus élevées de souches TriMR évoluées : > 30 %, le programme Cherokee puis SDHI + chlorothalonil présente près de 20 points d'efficacité et 4.4 q/ha supplémentaires par rapport au programme « tout triazole ». Notons que l'efficacité des meilleurs triazoles reste inférieure à 50 % (figure 19).Ce constat est extrême si l'on considère les situations curatives en présence de fortes

fréquences de souches résistantes (3 essais). L'efficacité du programme « tout triazole » n'est que de 17%. Dans ce cas, le gain permis par le programme Cherokee puis Aviator Xpro + chlorothalonil par rapport au programme « tout triazole » (Juventus puis Joao) est de 14 points d'efficacité et de 4.5 q/ha. Notons que l'écart est encore plus marqué si l'on compare le programme « tout triazole » avec le programme Cherokee puis Librax (+32 points d'efficacité et près de 9 q/ha) (figure 21).

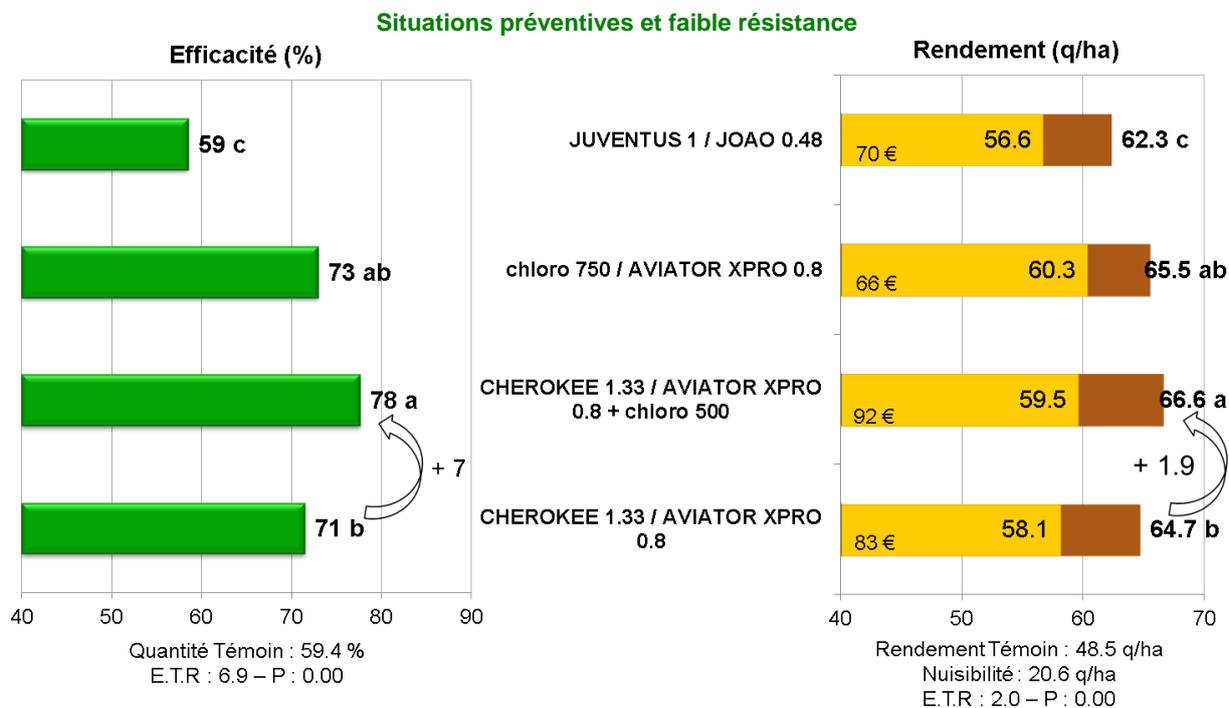
Dans les 15 autres essais (préventifs) présentant une fréquence de souches TriMR évoluées + MDR plus faible (< 30%), la comparaison reste à l'avantage du programme Cherokee puis Aviator Xpro: +19 % d'efficacité et un peu plus de 4.3 q/ha de rendement supplémentaire (figure 20) par rapport au programme «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 20 : Efficacités sur septoriose et rendements comparés des modalités du Réseau Performance
 Prix du blé 14 €/q – 13 essais Préventifs avec souches TriMR évoluées + MDR > 30% dans les témoins : 61%(TriMR évolués : 47.1% - MDR : 14.3%)



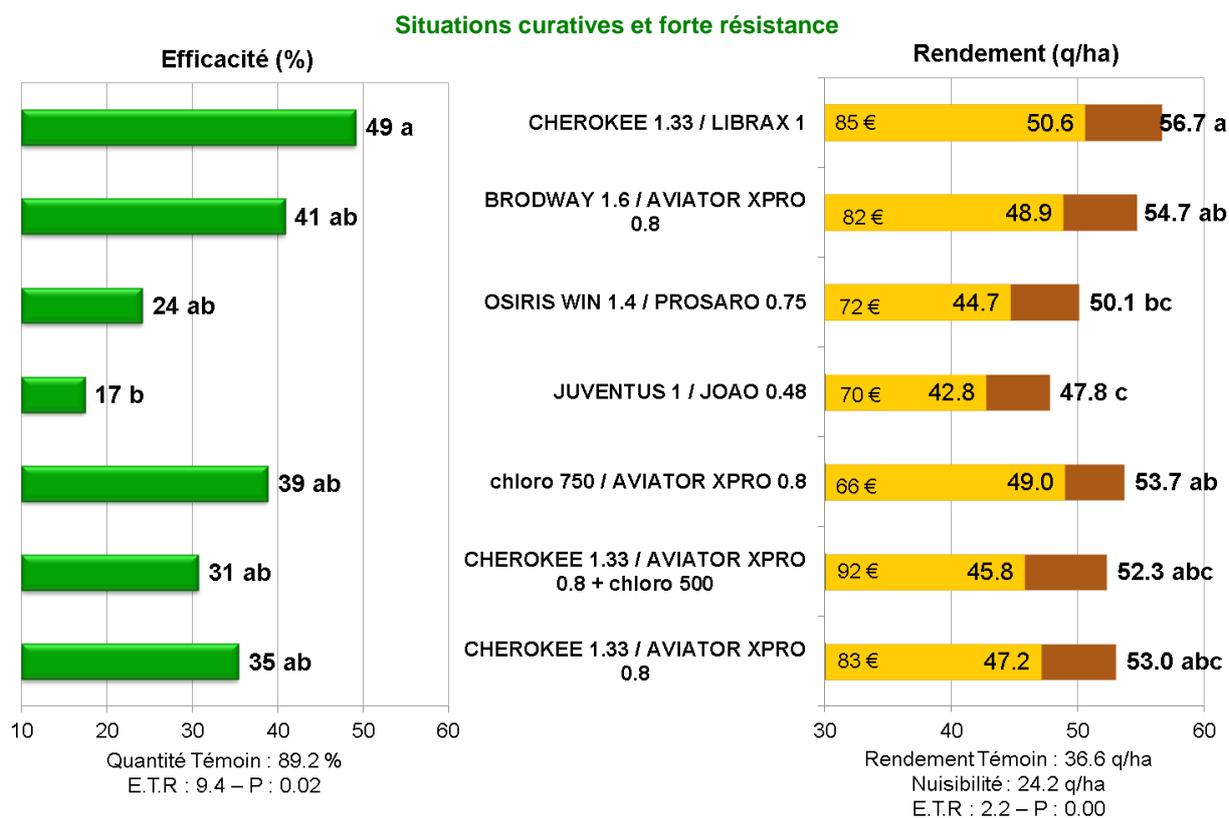
Même en situation préventive, l'efficacité des meilleurs triazoles est inférieure à 50% lorsque la fréquence de souches TriMR évoluées + MDR est élevé

Figure 21 : Efficacités sur septoriose et rendements comparés des modalités du Réseau Performance
 Prix du blé 14 €/q – 15 essais Préventifs avec souches TriMR évoluées + MDR < 30% dans les témoins : 23% (TriMR évolués : 16.5% - MDR : 6.5%)



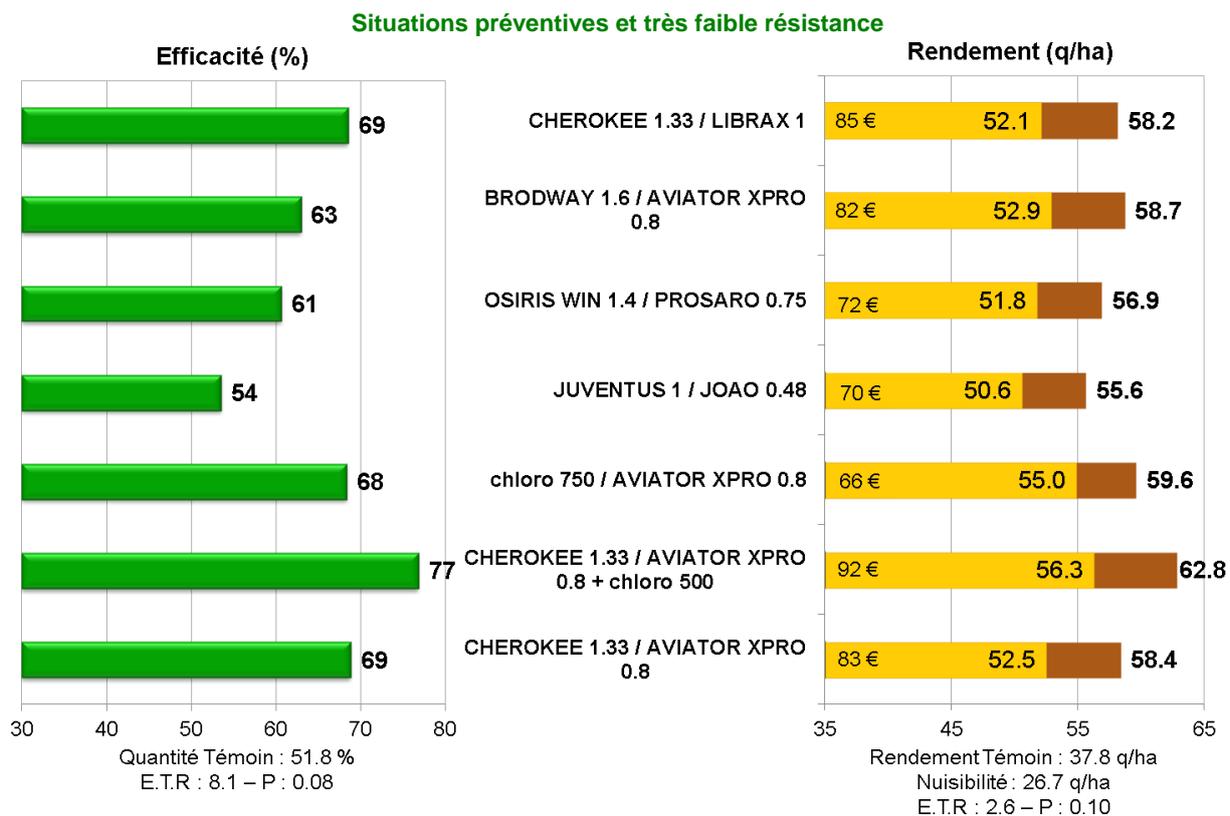
L'ensemble des solutions présentent de plus grandes efficacités lorsque la fréquence de souches TriMR évoluées et MDR est faible < 30%

Figure 22 : Efficacités sur septoriose et rendements comparés des modalités du Réseau Performance
 Prix du blé 14 €/q – 3 essais (51, 52, 62) Curatifs (date moyenne T2 : 16/05) avec souches TriMR évoluées +
 MDR > 30% dans les témoins : 67.5% (TriMR évolués : 65% - MDR : 2.5%)



En situation curative et lorsque la fréquence de souches TriMR évoluées + MDR est élevé, les programmes avec deux triazoles solo (Juventus / Joao) mais également avec deux fois deux triazoles (Osiris Win / Prosaro) sont très fortement impactés par rapport au programme Cherokee puis Librax.

Figure 23 : Efficacités sur septoriose et rendements comparés des modalités du Réseau Performance
 Prix du blé 14 €/q - 3 essais (18, 41, 44) Préventifs avec souches TriMR évoluées + MDR < 15% dans les témoins : 13.3% (TriMR évolués : 13.3% - MDR : 0%)



En situations de faible résistance et en conditions préventives l'ensemble des solutions fonctionnent correctement

Un regroupement de 3 essais avec une très faible fréquence de souches TriMR évoluées + MDR (<15%) montre que premièrement l'apport du SDHI est moins marqué dans ces situations, deuxièmement le niveau

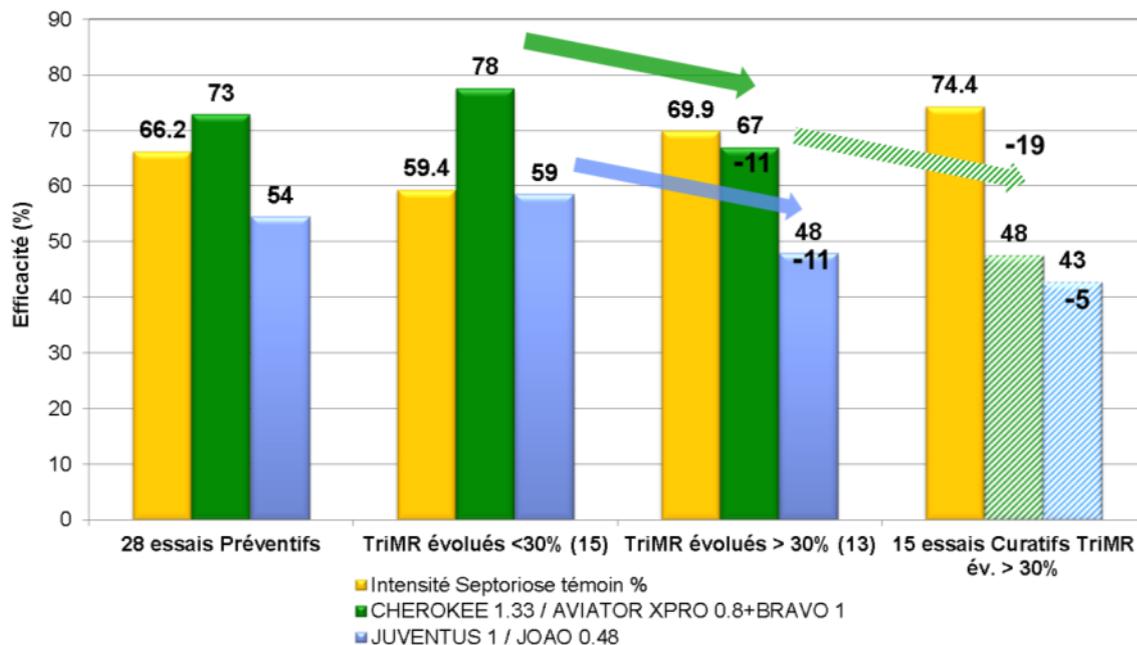
globale d'efficacité est bien plus élevé : 54% d'efficacité pour le programme triazole solo Juventus puis Joao et 61% pour le programme double triazole Osiris Win puis Prosaro (figure 22).

A forte proportion de souches TriMR évoluées, toutes les solutions sont significativement affectées

Si l'on rapproche par un modèle mixte statistique les efficacités mesurées dans les situations à faible fréquence de populations TriMR évoluées + MDR comparativement aux essais présentant les fréquences les plus fortes, on constate que l'efficacité est significativement affectée en fonction de la fréquence de souches TriMR

évoluées + MDR dans les témoins non traités. Pour 13 essais parmi les 28 essais réalisés en conditions préventives avec plus de 30 % de TriMR évolués + MDR dans les témoins, l'efficacité du programme triazole solo perd significativement 11 points d'efficacité et toutes les autres solutions sont également significativement impactées. L'impact de la résistance est bien plus accentué en situations curatives (15 essais) avec une perte totale de 16 points pour la référence double triazoles (figure 23).

Figure 24 : Efficacités Septoriose pour différentes combinaisons de phénotypes TriMR évolués + MDR dans les témoins. 28 essais Préventifs 2016 et 15 essais Curatifs 2016



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

Fractionnement diversifié : un gain significatif d'efficacité et de rendement en 2016

Le fractionnement consiste à appliquer une dose donnée en plusieurs passages pour tenter de gagner en efficacité. Cette pratique est considérée négative sur la résistance et pourrait accélérer l'émergence de populations résistantes.

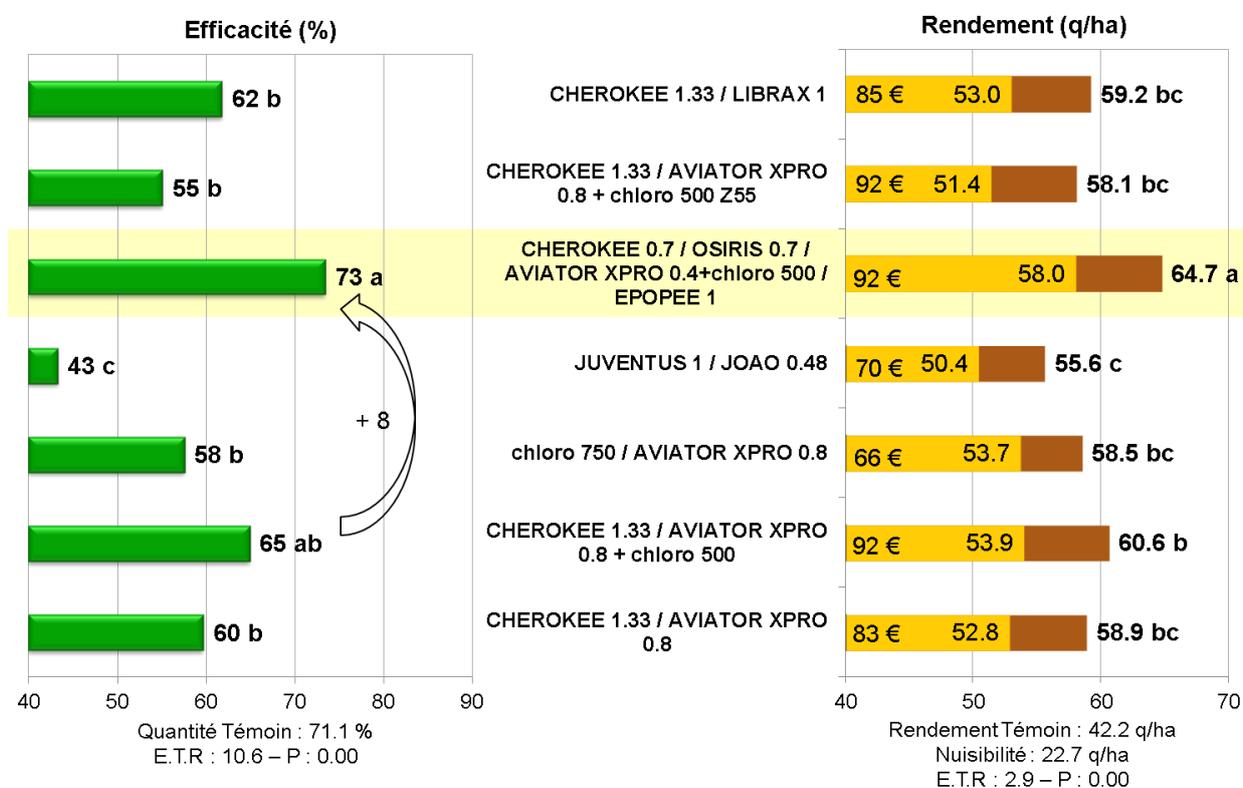
Qu'en est-il exactement ?

Ainsi nous avons testé depuis 2014 l'effet de cette pratique sur les résistances en fractionnant deux applications en quatre passages, pour un investissement proche, tout en veillant à diversifier les substances ac-

tives utilisées à chaque passage, de manière à ne pas répéter la même molécule deux fois dans la saison (sauf chlorothalonil).

Sur la base de 10 essais représentatifs du réseau en 2016, en forte présence de septoriose le fractionnement d'un programme de référence en 2 passages de type Cherokee 1.33 l/ha puis Aviator Xpro 0.8 l/ha + Chloro en 4 passages, procure à la différence des deux dernières campagnes un bénéfice en termes d'efficacité (+8 points NS) comme de rendement (+4.1 q/ha S) (figure 24). Ce résultat était attendu dans les conditions de 2016 avec une prolongation des contaminations septoriose tout au long du mois de mai et juin.

Figure 25 : Efficacité sur septoriose et rendement comparé du Réseau Performance
Prix du blé 14 €/q - 10 essais (8-18-35-44-51-52-53-64-80-80) 2016 - Phénotypes TriMR évolués et MDR : 42.5% (non MDR : 32.5% - MDR : 10%)



En 2016, dans un contexte de forte présence de septoriose, fractionner le nombre de passages en diversifiant s'accompagne d'un gain d'efficacité (+8% NS) et de rendement significatif (+4.1 q/ha S).

Des analyses de résistance ont été pratiquées pour évaluer l'effet potentiel du fractionnement (noté 4T Diversifié) sur la structure de populations. La synthèse de 24 essais de 2014 à 2016 permet d'enrichir les premières conclusions de 2015 dans un contexte où le fractionnement s'accompagne pour la première fois d'un gain d'efficacité et rendement significatif et potentiellement d'une plus grande pression de sélection. Le fractionnement (avec diversification) ne semblait pas jusqu'ici, avoir eu d'impact sur les populations de septoriose au vu des résultats de 2014 et 2015.

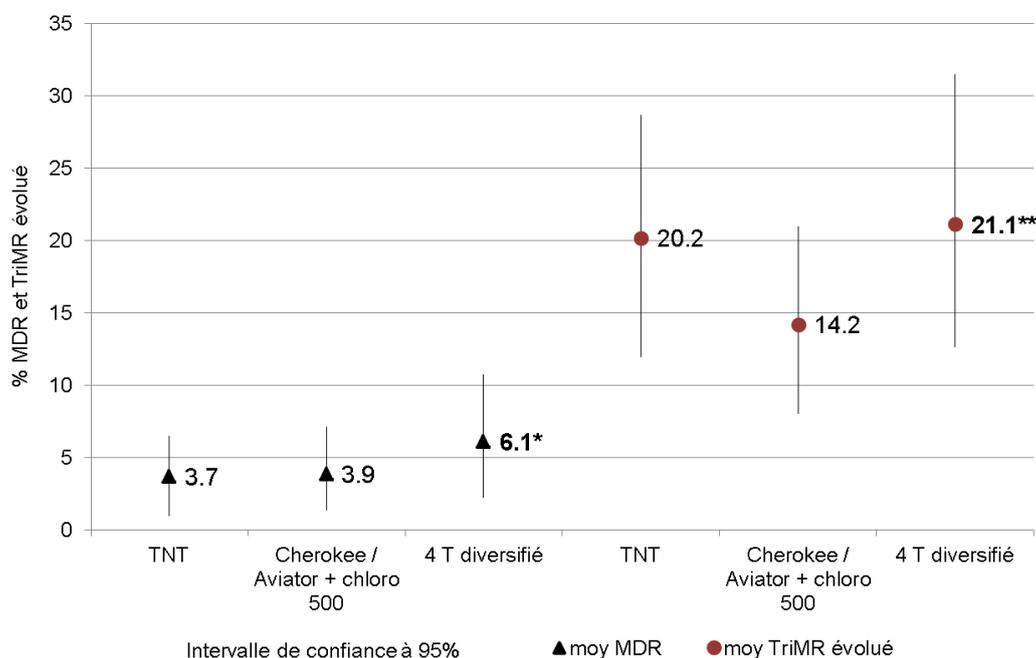
Cette année, à l'issue d'une analyse fine réalisée avec un modèle statistique adapté à ce genre de données

(modèle mixte généralisé bayésien avec inflation de 0), les essais montre clairement l'impact du nombre d'applications sur les souches TriMR évoluées et MDR (figure 26).

Fractionner en 4 passages augmente l'efficacité, mais aussi exerce une pression de sélection plus forte qu'en deux passages, et sélectionnent les souches les plus résistantes (TriMR évoluées et MDR) en plus forte fréquence.

Il apparaît donc sage, là où 4 applications ne sont pas absolument nécessaires de s'en tenir aux pratiques actuelles, et de ne pas multiplier délibérément le nombre de traitement.

Figure 26 : Pression de sélection en fonction du nombre d'applications. 24 essais 2014 à 2016 toutes situations confondues. Résistance implantée dans les témoins (TriMR évolués : 20.2% ; MDR : 3.7%)



Fractionner en diversifiant en 4 passages exerce une pression sélective plus forte par rapport à 2 passages et au témoin sur les populations MDR. L'effet du fractionnement accroît les populations TriMR évoluées par rapport à 2 passages***

** proportion d'écarts négatifs respectivement de 88% et 90%** , proportion d'écarts négatifs entre 2T et de 4T diversifié égale à 88%*

RESULTATS DES ESSAIS D'EVALUATION «PRODUITS» 2016 ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL

Trois essais ont été mis en place (18, 27, 91) d'une part : ils visent à comparer des solutions au premier passage d'un programme (T1) au stade « 2 Nœuds ». Les différences d'efficacité sont statistiquement significatives, ainsi que les résultats de rendement.

Cinq essais ont été mis en place (02, 24, 27, 41, 56) d'autre part : ils visent à comparer des solutions au deuxième passage (T2) au stade « dernière feuille étalée ». Les différences d'efficacité sont statistiquement significatives, ainsi que les résultats de rendement. Ces cinq essais font l'objet de deux regroupements différents selon que les traitements ont été positionnés en préventif ou en curatif.

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 sur un critère de rapport qualité prix, dans un contexte discriminant. Les écarts observés entre les solutions testées sont donc amplifiés par les conditions de l'étude.

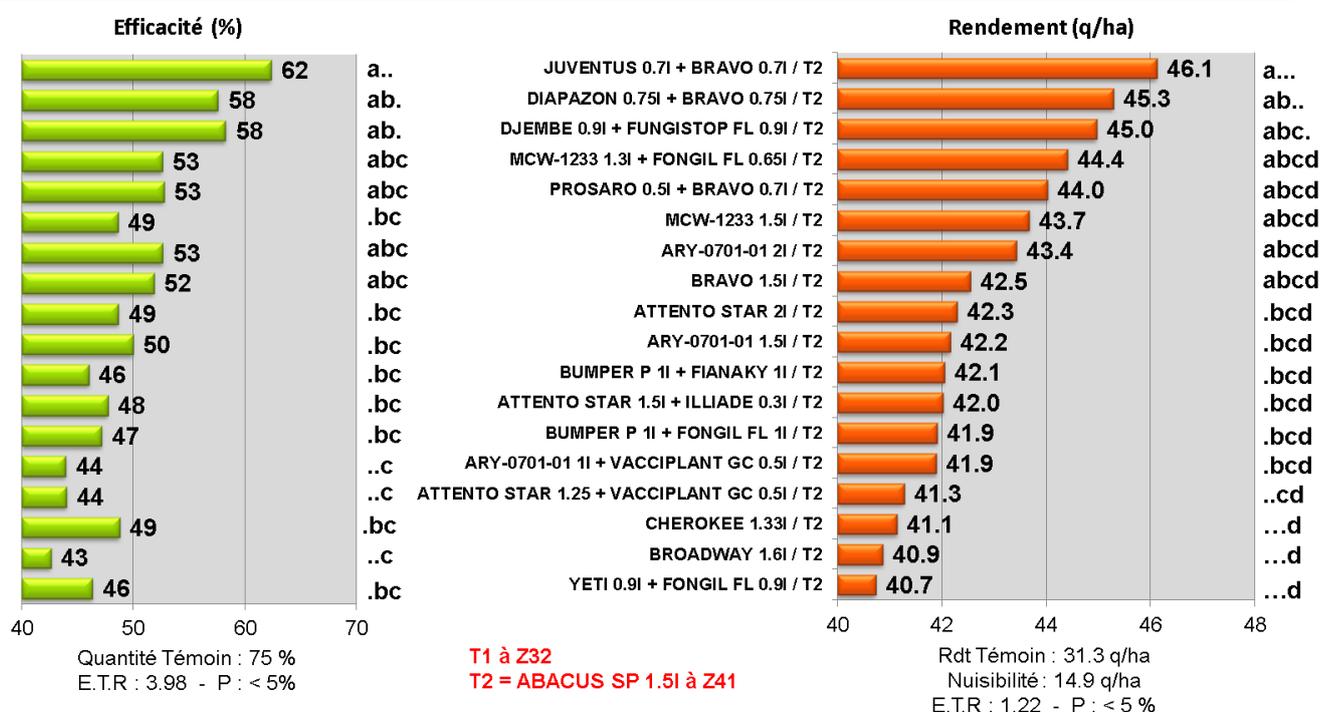
Comparaison au T1 : plusieurs solutions possibles avec des « contact + triazoles »

Les produits ont été comparés sur la base d'une seule application réalisée autour du stade 2 nœuds (première ou deuxième quinzaine de mars). Une protection de couverture a été ensuite réalisée avec 1L/ha d'Abacus avec pour objectif principal de limiter le développement des rouilles. Le T2 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 75% de surface malade tous étages confondus). La meilleure réponse « rendement » observée est de 14.8 q/ha, reflétant une nuisibilité élevée de la maladie dans ces essais.

Figure 27 : Efficacité et rendement de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T1 au stade 2 nœuds - 3 essais : 18, 27, 91



La référence Cherokee en difficulté en 2016

La référence du marché Cherokee 1.33 l présente une efficacité de 49 % et procure un rendement de 41.1 q/ha (+10 q/ha par rapport au témoin non traité absolu). Broadway présente une efficacité proche de celle de Cherokee avec 43 % et un rendement équivalent à 0.2 q/ha près. En revanche après consolidation des résultats sur 4 ans (2013 à 2016) et 15 essais, Broadway à une dose comprise entre 1.6 L à 2 L /ha est significativement moins efficace et inférieur de 8 points à la dose de Cherokee (1.33 L/ha à 1.5 L/ha), sans que les rendements soient différentes entre eux. Rappelons que le folpel et le chlorothalonil font partie des rares substances actives multisites utilisables pour lutter contre la septoriose du blé qui constituent une base difficilement incontournable en T1.

Ce regroupement d'essais montre également qu'un grand nombre de modalités sont du niveau de la référence et certaines biens supérieures en termes d'efficacité ou de rendement. Ainsi, l'association Juventus 0.75 + Bravo 0.75 procure une efficacité de 62 % et un rendement de 46.1 q/ha. Elle se classe comme la meilleure modalité étudiée en T1.

Les associations Djembe 0.9l + Fungistop FL 0.9l et Diapazon 0.75l + Bravo 0.75 l sont également en tête de cette comparaison.

Notez que les quantités du chlorothalonil varient en fonction des mélanges. Ainsi, entre Attento Star + Illiade, Prosaro + Bravo, Credo + Balmora, Bumper P + Fongil, Djembe + Fungistop ou Juventus + Bravo, les quantités varient de 350 à 500 g/ha et peuvent influencer sur le résultat. Les résultats d'efficacité ne sont pas seulement liés à la dose de chlorothalonil, on constate en effet que le produit (pour la substance active) associé joue égale-

ment un rôle important. Ainsi, il est préférable d'associer du metconazole avec seulement 350 g/ha de chlorothalonil plutôt que du propiconazole + prochloraze avec 500 g/ha de chlorothalonil.

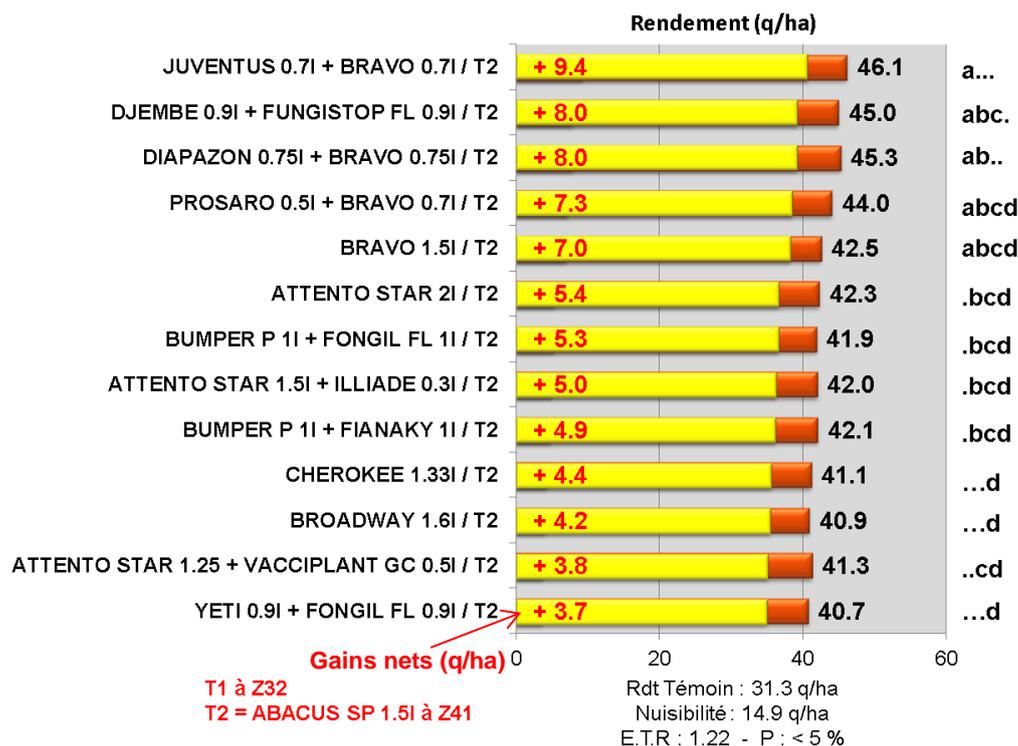
L'association prête à l'emploi tébuconazole + chlorothalonil (ARY 701-01) est étudiée à deux doses 1.5 et 2 L/ha. Les résultats respectent entre eux la logique de la dose sans être très différents. Ils sont cependant en retrait par rapport à ce que l'on pourrait attendre avec une telle association. Remarquez toutefois que la plupart des T1 qui lui sont supérieures sont des associations avec chlorothalonil en mélange extemporané.

Le projet MCW-1233 à 1.5l associant du tébuconazole, du prochloraze et de la fenpropidine donne des résultats du niveau de Cherokee pour l'efficacité, mais procure 2.5 q/ha de rendement en plus. Lui ajouter Fungistop 0.65L/ha (325 g de chlorothalonil) tout en réduisant la dose à 1.3L/ha, permet de gagner en efficacité comme en rendement. Au final, les résultats sont bons, mais l'association questionne sur l'intérêt d'une morpholine dans les situations où l'oïdium n'est pas présent.

Vacciplant GC 0.5l a été étudié en mélange avec Attento Star 1.25 L/ha et avec le projet ARY 701-01 à 1L/ha, selon les recommandations de la firme. Ces deux modalités font jeu égal entre elles et avec la référence Cherokee 1.33l.

La modalité Bravo à 1.5 L/ha apporte 750 g/ha chlorothalonil, la plus forte concentration parmi toutes les modalités de cette série. Les résultats d'efficacité et rendement sont en milieu de tableau. L'utilisation du chlorothalonil seul est donc une solution possible, sous certaines conditions.

Figure 28 : Rendement nets et bruts de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T1 au stade 2 nœuds - 3 essais : 18, 27, 91



La figure 28 est un extrait du regroupement des rendements bruts et nets des trois essais. Seuls les produits commerciaux sont présentés pour le calcul des rendements nets. Les calculs sont basés sur du blé à 14 €/q et les prix des fongicides sont issus de la campagne 2015/2016.

Les coûts des modalités du T1 varient entre 14 € (Bravo 1L) et 40 € (Diapazon 0.75 L + Bravo 0.75 L). Le rende-

ment en l'absence de traitement fongicide est de 31.3 q/ha. Rappelons que toutes les modalités sauf le témoin reçoivent en T2 une application d'Abacus 1L/ha. Les gains de rendement nets varient de 3.7 à 9.4 q/ha selon les modalités. L'écart de rendement brut entre les extrêmes (Juventus + Bravo et Yéti + Fongil FL) est proche de 6 q/ha. Les différentes modalités de T1 coûtant toutes une trentaine d'euros, les écarts de rendement brut sont conservés en rendement nets.

Comparaison au T2 : en préventif ou curatif

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 de Bravo.

Le jour de l'application, des feuilles des derniers étages foliaires sont prélevées afin d'évaluer par voie moléculaire la quantité d'ADN de *Septoria tritici* présente sur ou dans, chacun d'entre eux. Les résultats d'analyse permettent de qualifier comme préventif ou curatif, le positionnement des produits par rapport à la maladie.

Pour 2016, sur les cinq essais réalisés, 2 sont classés comme préventifs (41 et 56) et 3 comme curatifs (02, 24 et 27). Cette distinction permet de mieux cerner le comportement des différents des produits en évaluation selon les deux types de situations. La plupart des observations portent sur les 3 étages foliaires F1, F2 et F3.

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

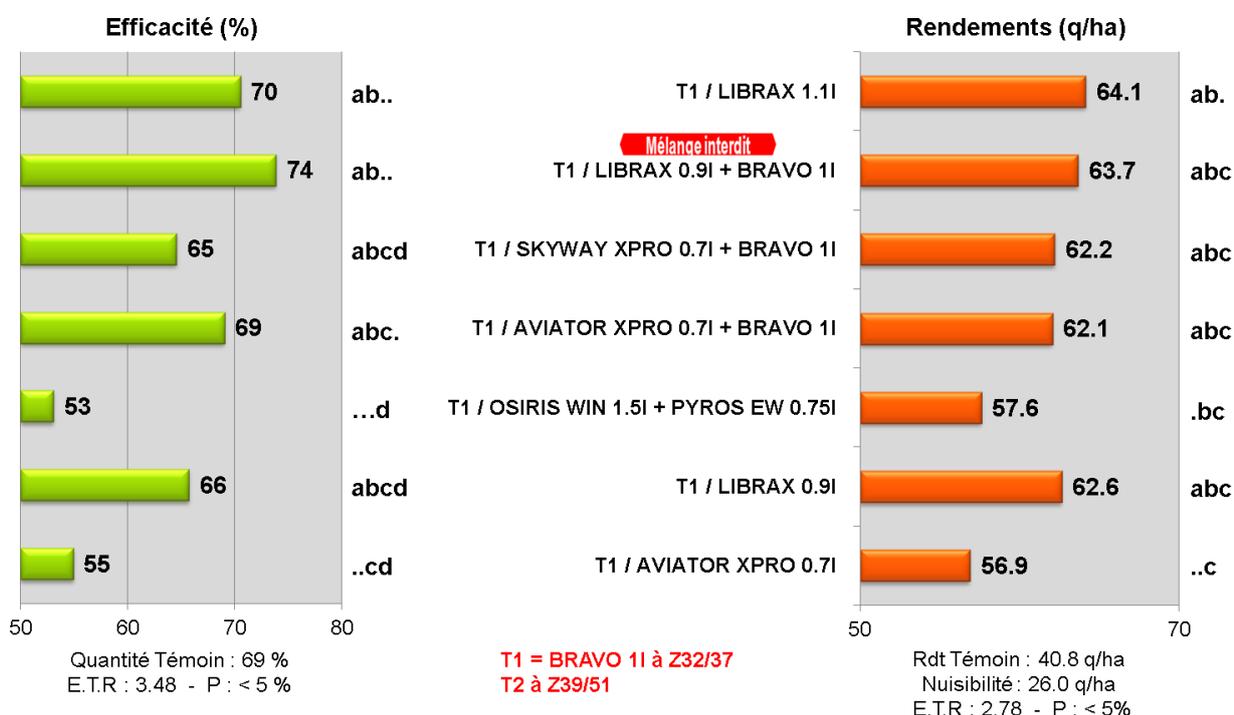
Certains mélanges étudiés sont actuellement interdits, mais ont toutefois été testés, dans la perspective d'une autorisation de mise en marché pour la campagne de 2017, ou par défaut 2018.

Dernière minute, au moment où nous bouclons le document, nous apprenons l'homologation du F153 BCS. Ce produit sera proposé avec cinq noms commerciaux : Kardix, Keynote, Macfare, Veldig et Yoneero.

Il est pour nous trop tard, pour changer le nom de code dans le texte, en nom commercial.

1ere série : 2 essais en situation préventive

Figure 29 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 2 essais en préventif : Dépts 41, 56



En situation préventive, du chlorothalonil avec les SDHI, c'est mieux !

L'Aviator Xpro 0.7L/ha obtient 55 % d'efficacité avec un rendement de 56.9 q/ha quand le témoin non traité absolu donne un rendement de 40.8 seulement q/ha (les maladies ne sont pas la seule cause d'une productivité aussi basse).

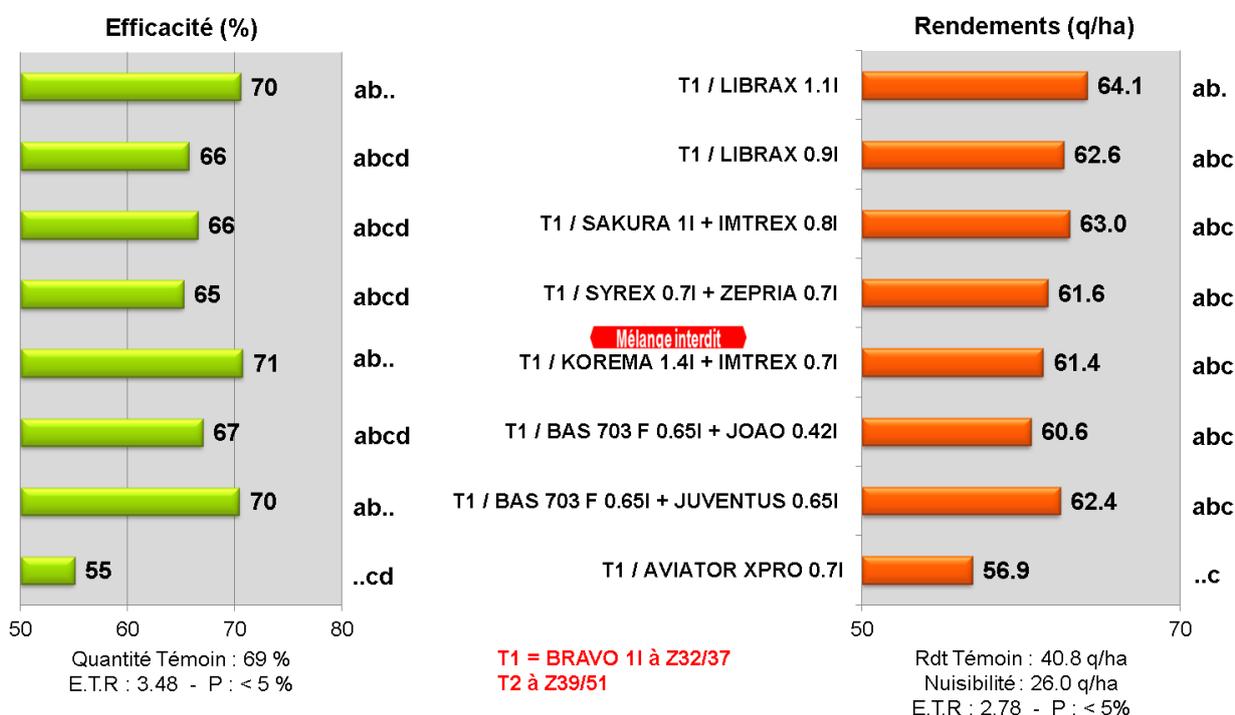
Ajouter 500 g/ha de chlorothalonil à l'Aviator Xpro 0.7L/ha, permet d'accroître l'efficacité de 14 points et d'augmenter le rendement de plus de 5 quintaux. L'association Skyway Xpro + Bravo conduit au même résultat.

Librax étudié à 0.9 L/ha, procure une meilleure efficacité et un meilleur rendement que l'Aviator Xpro 0.7 L/ha pour un coût équivalent de l'ordre de 50 € chacun.

Le mélange Librax + bravo est interdit du fait de la réglementation actuelle sur les mélanges. Il a tout de même été étudié dans notre expérimentation, dans la perspective d'une prochaine autorisation. Les résultats montrent un avantage à rajouter du chlorothalonil et placent les associations au meilleur niveau équivalent au niveau de Librax 1l.

La seule association sans SDHI est Osiris Win + Pyros EW. Elle rivalise avec Aviator Xpro 0.7L/ha.

Figure 30 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - essais en préventif : Dépts 41, 56

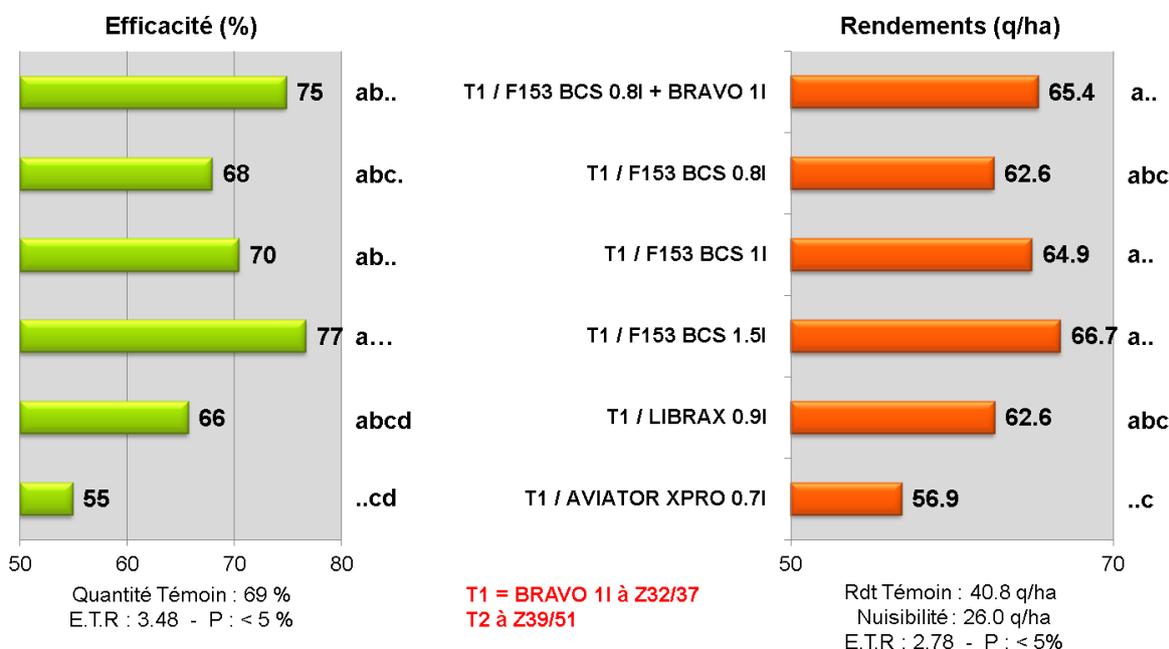


Le fluxapyroxad toujours au rendez-vous

Toute une série d'associations à base de fluxapyroxad sont mises en comparaison. Les associations, mélanges testés sont différents et comprennent plus ou

moins de SDHI ou de triazoles. A la lecture des résultats, on n'observe pas vraiment de nuance entre les différentes solutions testées. Ce qui souligne l'activité du fluxapyroxad, prépondérante par rapport à celle de ses différents partenaires.

Figure 31 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 2 essais en préventif : Dépts 41, 56



Le F153 BCS est une association de prothioconazole 130 g/l + bixafen 65 g/l + fluopyram 65 g/l. Il est pour l'instant le premier « double SDHI » à aborder le marché. La dose d'homologation demandée est de 1.5 L/ha sur blé. Il est étudié à 1.5, 1 et 0.8 L/ha dans ces essais. On observe un effet dose assez prononcé. Cette association est à l'image des « doubles triazoles » qui avaient montré pour la plupart une activité plus élevée que les « simples triazoles ». Concernant le F153 BCS, la dose de 0.8 L/ha est supérieure en efficacité et en

rendement à 0.7L/ha d'Aviator Xpro pour une même quantité de prothioconazole. Un résultat qui confirme la supériorité de deux SDHI vs un seul SDHI. L'activité de FB153 BCS est du même niveau que Librax à 0.9L/ha, dans ces situations, où les traitements sont positionnés en préventifs sur septoriose.

Ajouter 1L de Bravo à 0.8l de F153 BCS améliore l'efficacité et le rendement comme on l'avait constaté précédemment avec l'Aviator Xpro.

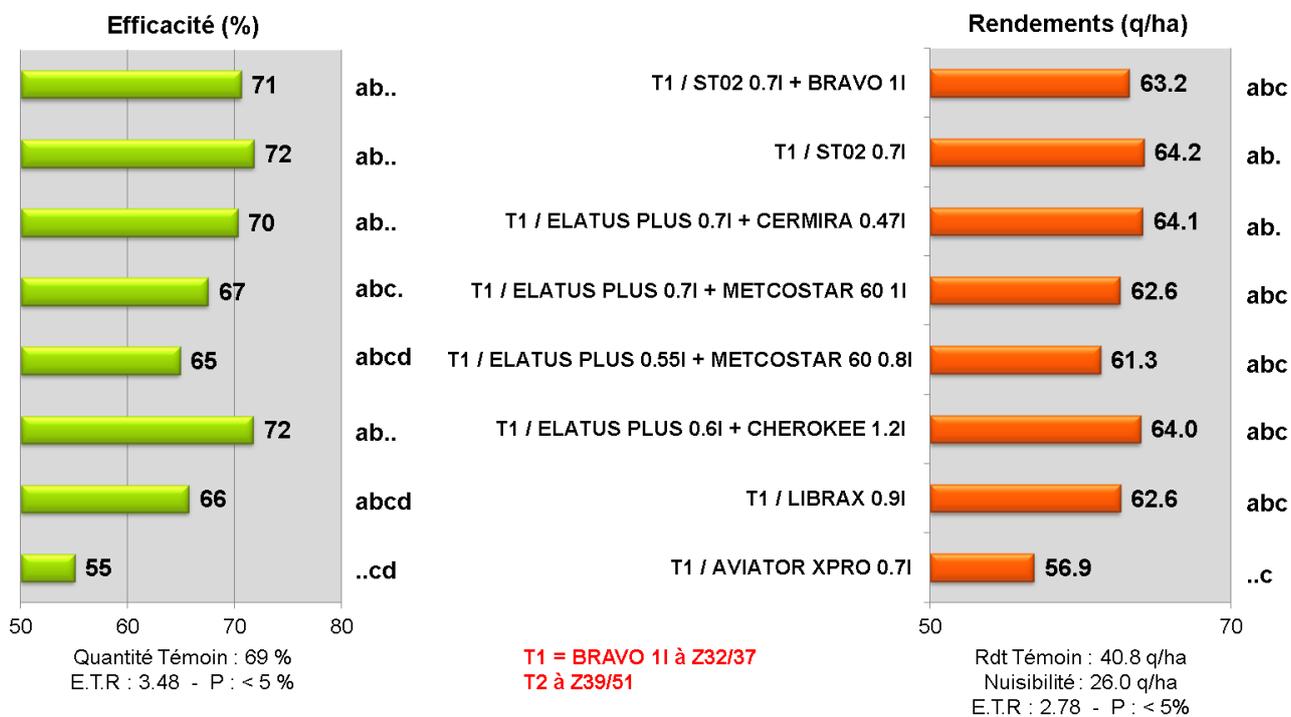
Figure 32 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 2 essais en préventif : Dépts 41, 56



Un rôle à jouer pour le penthiopyrade

Le Vertisan 0.8L/ha est associé au projet ARY 0701-01 (tébuconazole + chlorothalonil), les résultats observés en situation préventive sont du niveau de Librax 0.9 L/ha et donc supérieurs à 0.7 L/ha d'Aviator Xpro.

Figure 33 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 2 essais en préventif : Dépts 41, 56



Un nouveau SDHI en association

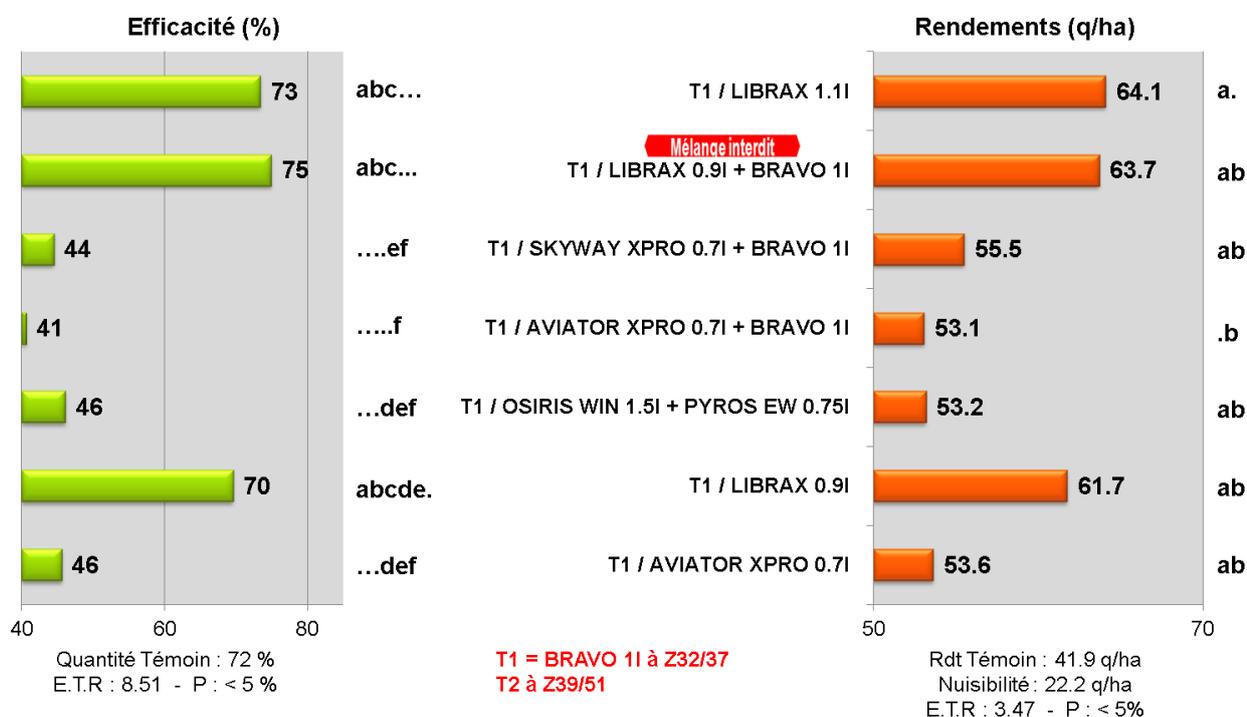
L'Elatus Plus vient d'être autorisé récemment. Il s'agit d'un nouveau SDHI, le benzovindiflupyr, codé ST01 par la société. Un litre de produit apporte 100 g de benzovindiflupyr et la dose d'homologation est de 0.75 L/ha correspondant à 75 g/ha. Il est associé en pack à différents partenaires : Cermira (Cogito ou Overdex), Metcostar 60 et Cherokee. Tous sont supérieurs à Aviator Xpro 0.7L/ha et proches de Librax : 0.9 L à 1.1 L/ha. Un léger avantage est observé avec les partenaires Cermira ou Cherokee. A noter l'effet dose entre les deux associations Elatus Plus + Metcostar 60 (figure 33).

Le projet ST02 est une association prête à l'emploi de prothioconazole 150 g/l + benzovindiflupyr 75 g/l. Le benzovindiflupyr peut être directement comparé au bixafen en comparant ST02 à 0.7L/ha et Aviator Xpro 0.7l. La comparaison est basée en effet sur une même quantité de prothioconazole, et conduit à comparer indirectement à comparer le bixafen et le benzovindiflupyr. Les résultats sont sans ambiguïté en faveur de la nouveauté. L'ajout du chlorothalonil au ST02 est sans effet dans ces deux essais.

2eme série : 3 essais en situation curative

Les mêmes modalités sont présentées dans un regroupement de trois essais, dont les applications sur les dernières feuilles sont considérés comme curatives.

Figure 34 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 3 essais en curatif : Dépts 02, 24, 27



En situation curative, le chlorothalonil avec les SDHI peut être pénalisant !

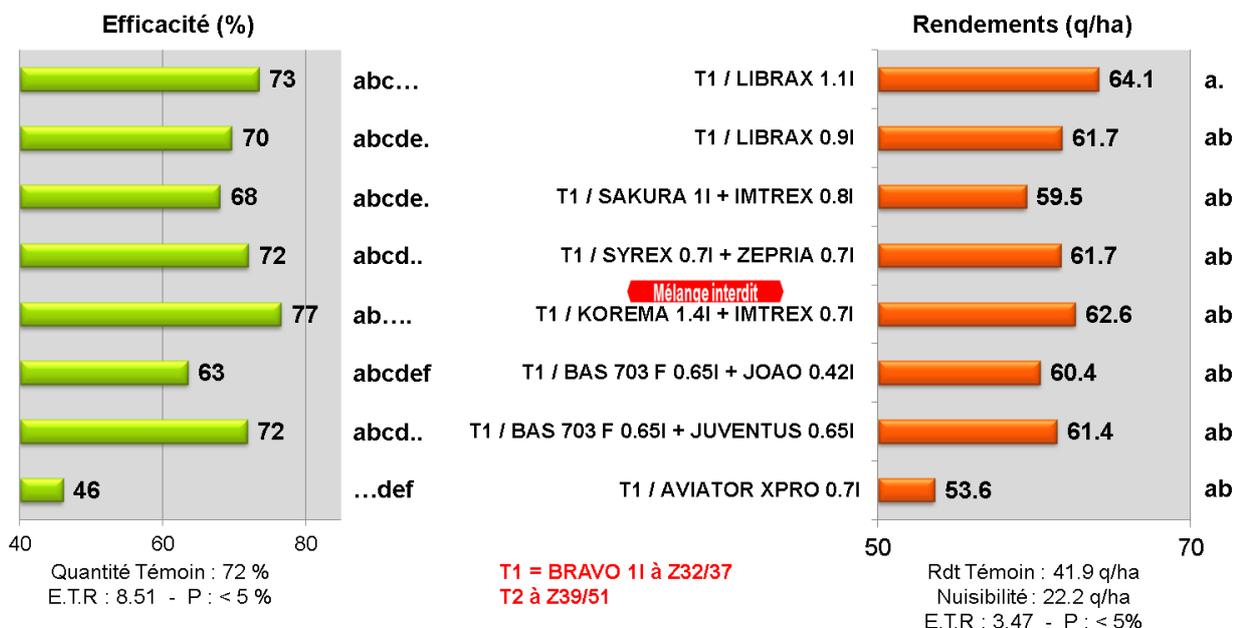
Dans ce regroupement de trois essais, réalisés en curatif sur F2, le comportement de certains produits ou associations peut différer de la première série.

En effet l'Aviator Xpro associé à un chlorothalonil témoigne d'une activité inférieure à celle d'Aviator Xpro

seul. On perd quelques points d'efficacité et en tendance quelques dizaines de kg de rendement.

Avec Librax 0.9 L/ha, l'effet de chlorothalonil est neutre et même positif, ce qui semble démontrer la robustesse du mélange metconazole + fluxapyroxad y compris en situation curative.

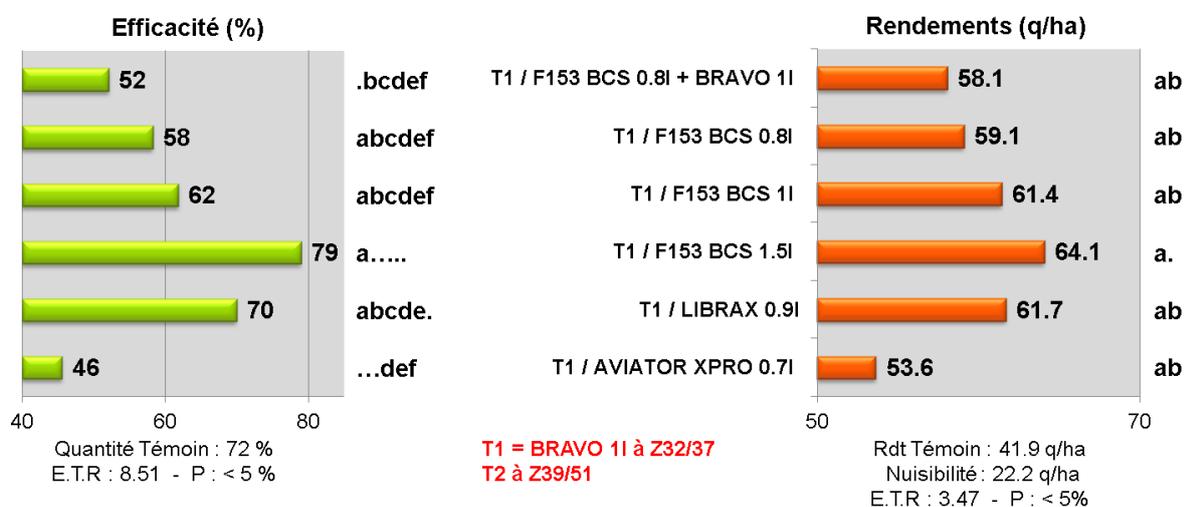
Figure 35 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 3 essais en curatif : Dépts 02, 24, 27



Le fluxapyroxad le plus curatif

Librax, Imtrex, Syrex ou BAS 703F, tous contiennent un triazole et du fluxapyroxad à des concentrations différentes, et tous sont largement devant l'Aviator Xpro 0.7L, même si les différences ne pas statistiquement significatives. La dose la plus élevée (1.1L/ha) de Librax obtient les meilleurs résultats. Notez que le triazole partenaire continue de jouer un rôle important (en T2 également). Toutes les associations apportent en effet du metconazole sauf le Sakura (il contient du bromuconazole et du tébuconazole). On observe pour ce dernier un très léger retrait par rapport aux autres modalités.

Figure 36 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 3 essais en curatif : Dépts 02, 24, 27



Le fluopyram renforce bien le bixafen

Le F153 BCS montre un effet dose très marqué, avec de très bons résultats en efficacité comme en rendement. En terme d'équivalence, si en préventif F153 BCS à 0.8L était du niveau de Librax 0.9L, en curatif, il faut appliquer 1L pour rivaliser avec 0.9 L/ha de Librax.

Dans cette série qualifiée de « curative », l'ajout du chlorothalonil avec F153 BCS produit les mêmes effets dépressifs que ceux observés avec Aviator Xpro + Bravo.

Figure 37 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 3 essais en curatif : Dépts 02, 24, 27

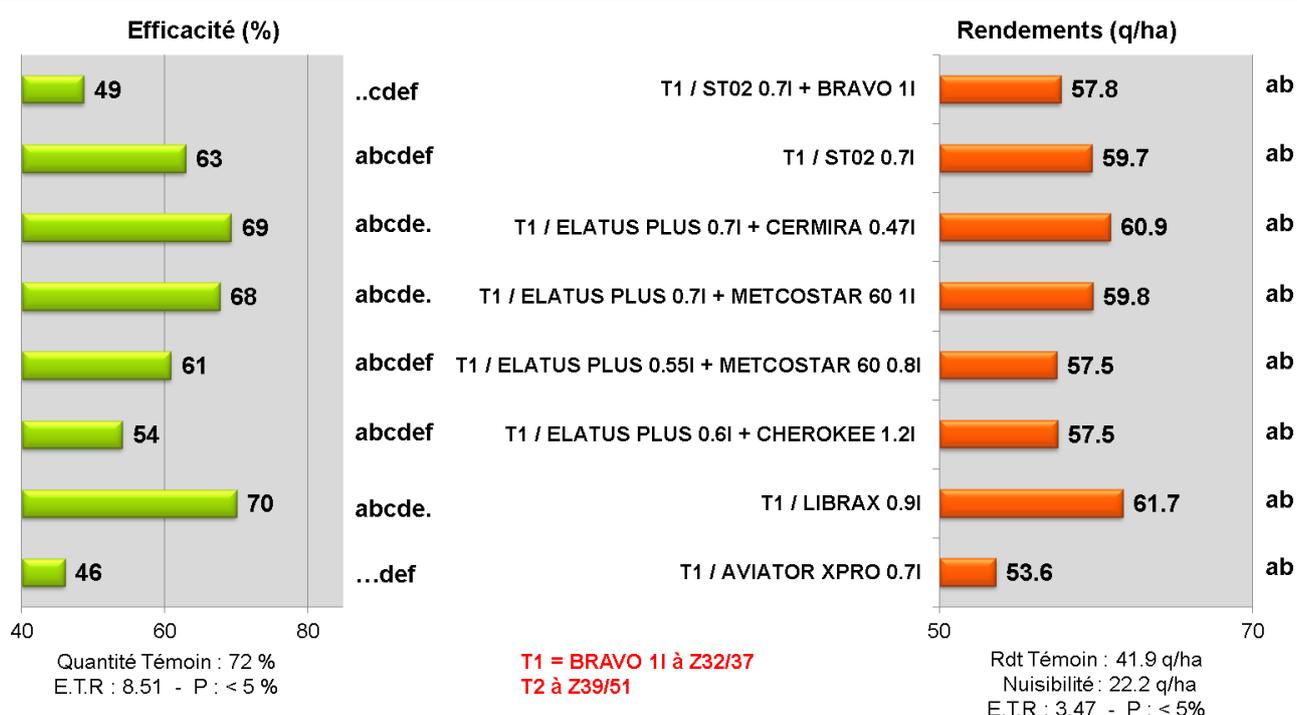


Le penthiopyrade plus préventif que curatif

Les résultats obtenus avec le Vertisan (penthiopyrade) en association avec le Metcostar ou le projet ARY 0701-

01 (tébuconazole + chlorothalonil) sont intermédiaires entre l'Aviator Xpro 0.7L et le Librax 0.9L. Cela l'oriente de préférence sur des applications en préventif pour optimiser au mieux le potentiel de cette molécule.

Figure 38 : Efficacités et rendements de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 3 essais en curatif : Dépts 02, 24, 27



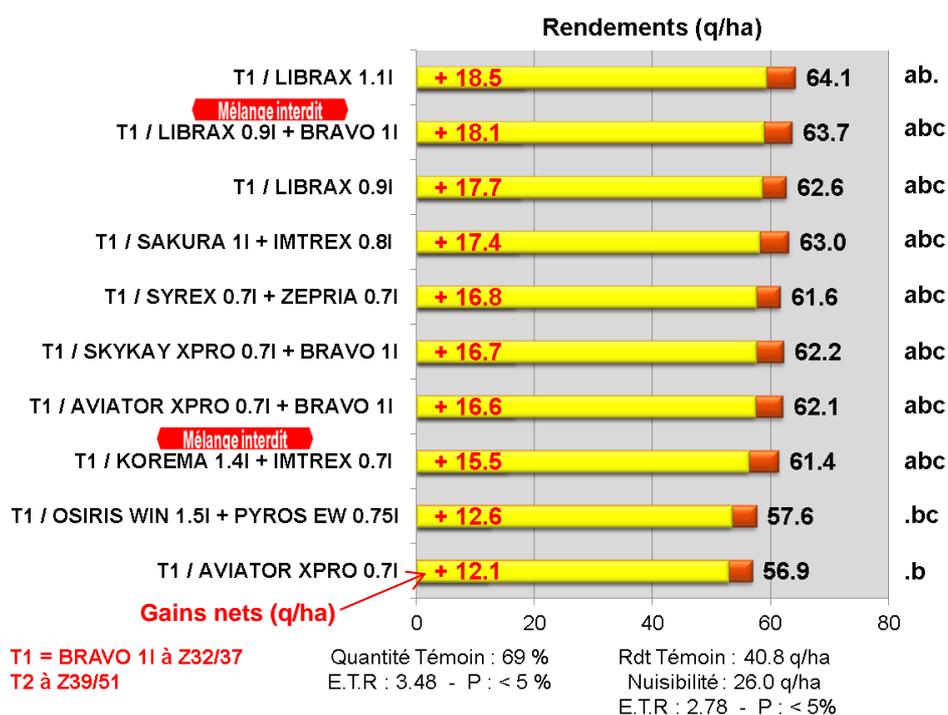
Le Benzovindiflupyr également plus préventif que curatif

Le Librax à 0.9 L/ha apporte une dose de metconazole de 41 g et de 56 g de SDHI. La comparaison peut se faire avec Elatus plus 0.55 L/ha + Metcostar 0.8 L/ha qui apporte respectivement 48 g et 55 g de substance active. Les chiffres sont en faveur du Librax à la dose la plus élevée de l'association (0.7 L + 1 L) se rapproche

du Librax 0.9 L. L'autre association Elatus plus 0.7 L + Cermira 0.47 L donne des résultats équivalents au Librax 0.9 L.

Le ST02 à 0.7 L (70% de sa dose d'AMM envisagée) se situe au niveau du Librax 0.9 L. L'apport du chlorothalonil présente comme avec la plupart des SDHI un effet négatif dans ces situations curatives.

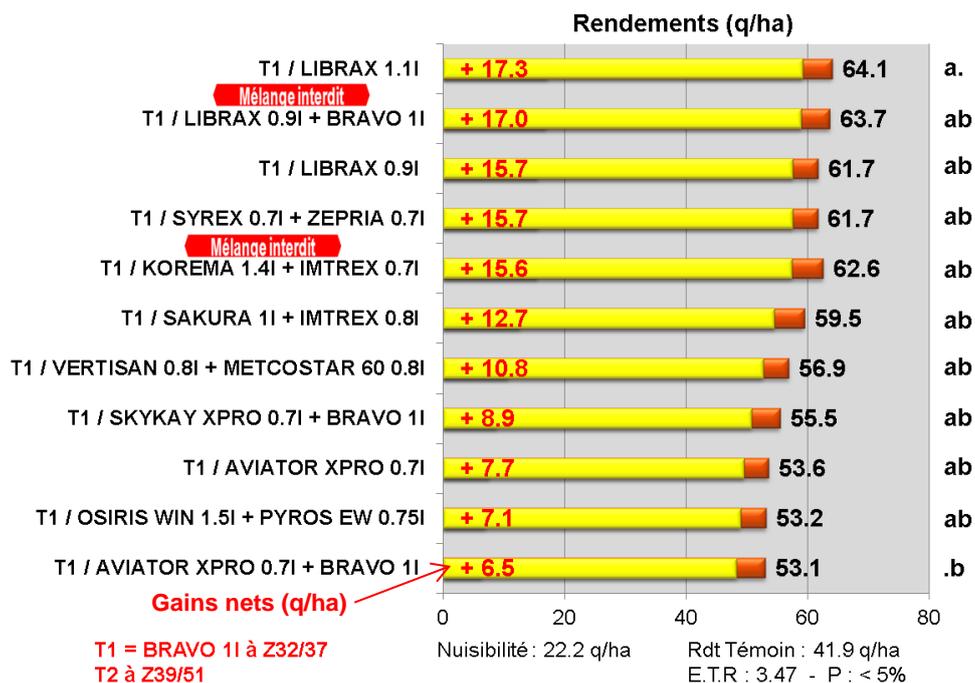
Figure 39 : Rendement nets et bruts de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de différents T2 (2 essais : Dépts 41, 56) En situations préventives



La figure 39 est un extrait du regroupement des rendements des 2 essais "septoriose matières actives" en préventif. Seuls les produits commercialisés comparés en T2 sont présentés. Les calculs sont basés sur du blé à 14 €/q et les prix des fongicides sont issus de la campagne 2015/2016.

En situation « préventive », les meilleurs rendements nets sont obtenus avec Librax à la dose la plus élevée (1.1L/ha). A l'inverse le rendement le plus faible est procuré par l'Aviator Xpro. Dans ces situations préventives l'apport de chlorothalonil ajouté à Aviator Xpro permet de gagner 5.2 q/ha.

Figure 40 : Rendement nets et bruts de différentes associations sur septoriose du blé – Comparaison de diffé-rents T2 (3 essais : Dépts 02, 24, 27) En situations curatives



La figure 40 est un extrait du regroupement des rendements des 3 essais "septoriose matières actives" en curatif.

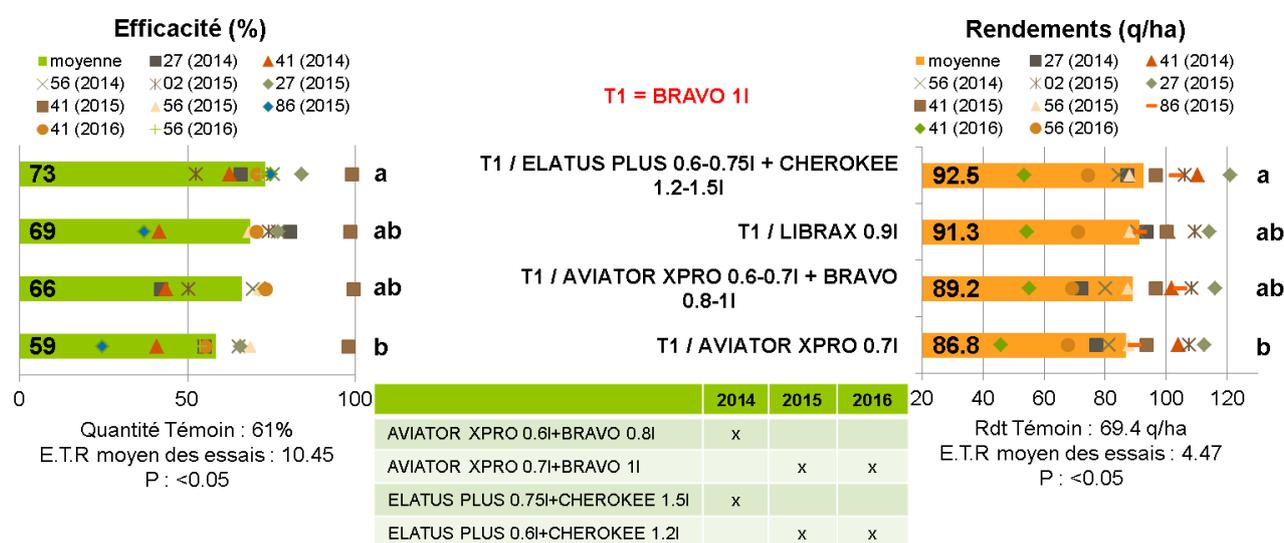
Les calculs sont basés sur du blé à 14 €/q. Le rendement en l'absence de traitement fongicide est de 41.9 q/ha. Rappelons qu'une application de 500 g de chlorothalonil a été réalisée au T1 sur toutes les modali-

tés (sauf le témoin). Librax 1.1 L/ha obtient les meilleurs rendements brut et net. A l'inverse, Aviator Xpro 0.7 L + Bravo 1 L présente le rendement net le plus faible. Dans ces situations curatives, l'apport de chlorothalonil « fait perdre » 1.2 q/ha net. Il est donc préférable de réserver l'ajout de chlorothalonil de matière active à des traitements préventifs.

Regroupement pluriannuel

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

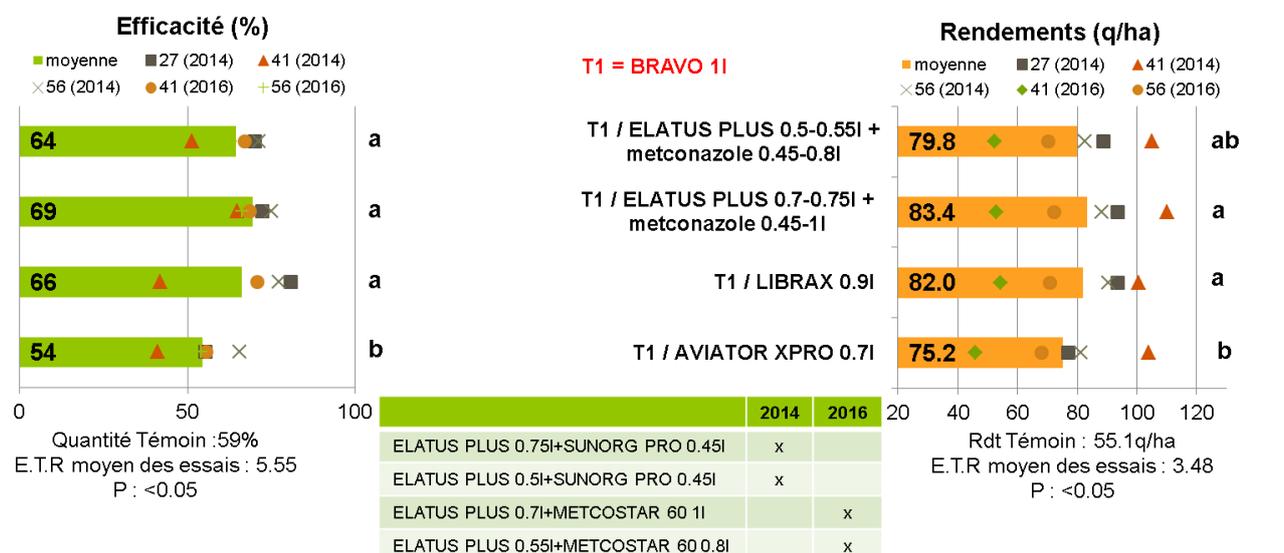
Figure 41 : Regroupement efficacité et rendement pluriannuel de 10 essais septoriose matières actives du blé (2014 – 3 essais : 27, 41, 56 ; 2015 – 5 essais : 2, 27, 41, 56, 86 ; 2016 – 2 essais : 41, 56) Situations préventives



La figure 41 regroupe de 2014 à 2016, 10 essais visant la septoriose en situation préventive. Les produits Aviator Xpro et Librax sont comparés à des doses respectives de 0.7L/ha et 0.9 L/ha. Dans cette comparaison, vient s'ajouter le mélange Elatus Plus+ Cherokee à des doses variant de 0.6 à 0.75 L/ha + 1.2 à 1.5 L/ha. Les

meilleures efficacités et rendements sont obtenus avec cette association. Les résultats sont significativement différents de ceux obtenus par Aviator Xpro 0.7L/ha, mais pas de ceux obtenus par Librax (bien que supérieurs en valeur absolue).

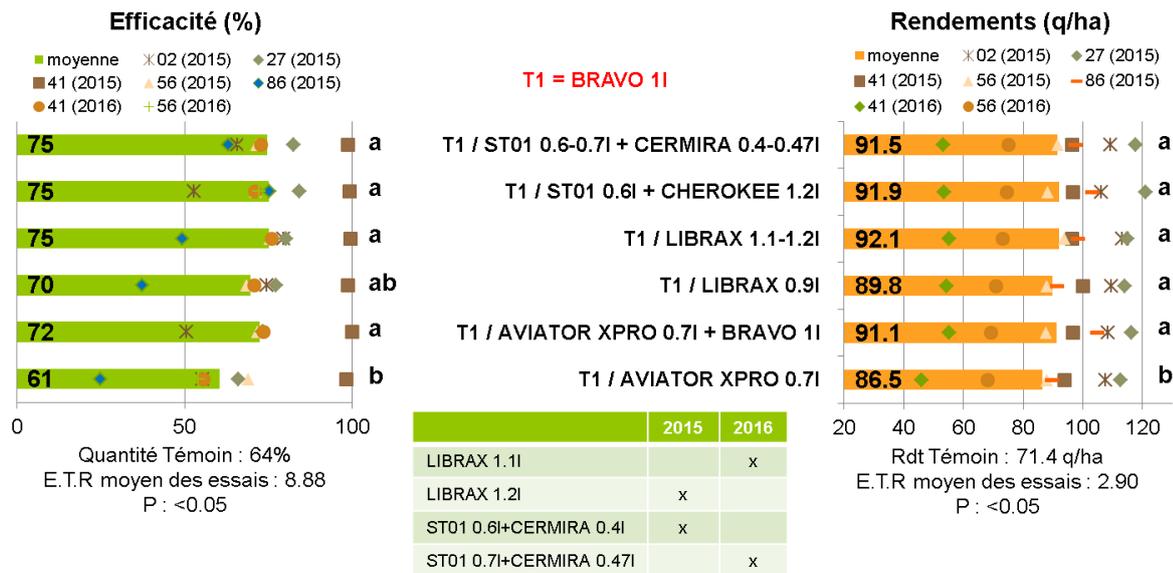
Figure 42 : Regroupement efficacité et rendement pluriannuel de 5 essais septoriose matières actives du blé (2014 – 3 essais : 27, 41, 56 ; 2016 – 2 essais : 41, 56) situations préventives



Ce regroupement de 5 essais permet de comparer aux références l'association Elatus Plus + metconazole. La source de metconazole diffère selon les années : Juventus en 2014, et Metcostar 60 en 2016. Différentes doses de metconazole ont été étudiées, et la moyenne des résultats toutes doses confondues est utilisée pour la

comparaison avec Aviator Xpro 0.7L/ha et Librax 0.9L/ha. Les résultats montrent que les deux doses d'Elatus + metconazole sont supérieures à l'Aviator Xpro et que Librax 0.9 L vient s'intercaler entre les deux doses.

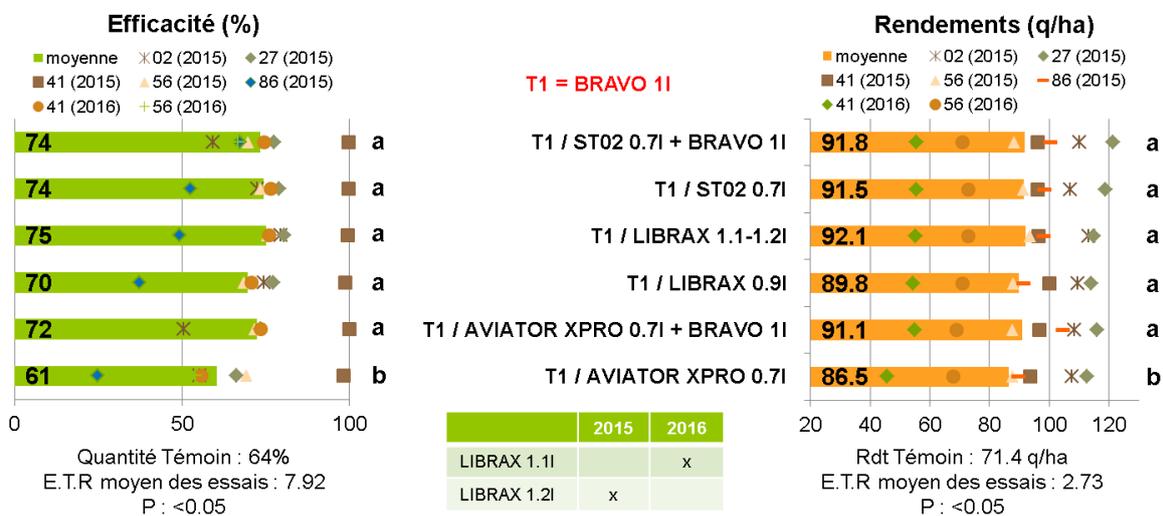
Figure 43 : Regroupement efficacité et rendement pluriannuel de 7 essais septoriose matières actives du blé (2015 - 5 essais : 2, 27, 41, 56, 86 ; 2016 - 2 essais : 41, 56) situations préventives



La figure 43 présente un regroupement de 7 essais visant la septoriose effectués sur deux ans, de 2015 et 2016, dans des conditions de traitements préventifs. Aviator Xpro et Librax sont comparés à des doses respectives de 0.7L et 0.9 L. A cette comparaison, vient

s'ajouter la nouveauté Elatus Plus associée à Cermira ou à Cherokee. Les résultats pour Elatus sont significativement supérieurs à ceux d'Aviator Xpro et comparables à ceux du mélange Aviator Xpro 0.7L+ Bravo 1L et Librax 0.9 L.

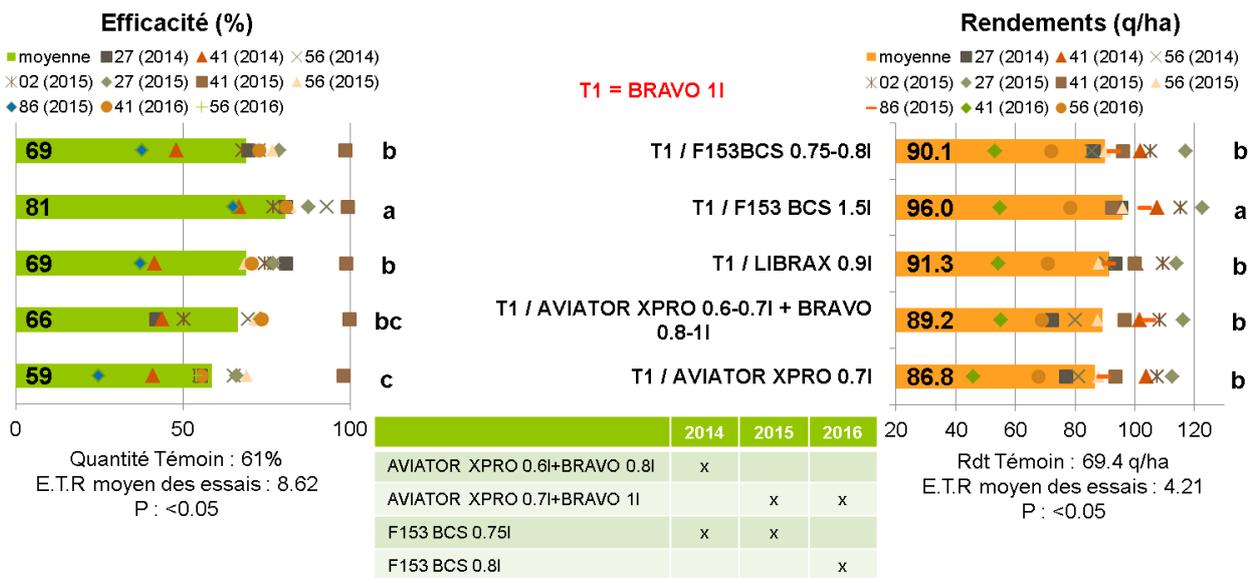
Figure 44 : Regroupement efficacité et rendement pluriannuel de 7 essais septoriose matières actives du blé (2015 - 5 essais : 2, 27, 41, 56, 86 ; 2016 - 2 essais : 41, 56)



La figure 44 présente un regroupement de 7 essais visant la septoriose effectués sur deux ans, de 2015 et 2016, dans des conditions de traitements préventifs. Aviator Xpro et Librax sont comparés aux doses respectives de 0.7 L/ha et 0.9 L/ha et également au projet ST02 à la dose de 0.7L/ha.

Le projet ST02 0.7 L/ha donne de meilleures efficacités et rendements que la référence Aviator Xpro 0.7L/ha. Les valeurs appartiennent au même groupe statistique que Librax 0.9 L/ha, tout en étant supérieures. L'apport de Bravo 1L avec ST02 apparaît neutre sur l'efficacité et sur le rendement.

Figure 45 : Regroupement efficacité et rendement pluriannuel de 10 essais septoriose matières actives du blé (2014 – 3 essais : 27, 41, 56 ; 2015 – 5 essais : 2, 27, 41, 56, 86 ; 2016 – 2 essais : 41, 56)



La figure 45 présente un regroupement de 10 essais visant la septoriose effectués sur trois ans, de 2014 à 2016, dans des conditions de traitements préventifs. Aviator Xpro et Librax sont comparés aux doses respectives de 0.7L/ha et 0.9 L/ha et au projet F153 BCS à deux doses : 0.8 et 1 L/ha.

F153 BCS à pleine dose (1.5 L/ha) donne de meilleures efficacités et de meilleurs rendements, significativement différents de ceux d'Aviator Xpro et du Librax. A la dose de 0.75-0.8 L/ha, F153 BCS est statistiquement comparable à Librax 0.9 L/ha et Aviator Xpro 0.7 L/ha.

REPERES POUR 2017

- La septoriose est arrivée précocement sur dernière feuille en 2016 avec une nuisibilité forte à très forte estimée à 25 q/ha (36% du rendement), largement supérieure à la moyenne nationale des 13 dernières campagnes.
- La fréquence des phénotypes évolués progresse très fortement en 2016.** Ils représentent désormais 29% des souches en moyenne, contre 11% en 2015. Du côté des souches MDR la fréquence évolue également. Elles représentent désormais près de 10 % de la population (9.8 %).
- La résistance aux SDHI** apparu en France et en Europe depuis 2012 **est détectée pour la première fois sur le Réseau Performance.** 5% des populations analysées contiennent en effet de faibles fréquences de souches résistantes au boscalid (souches CarR).
- Une solution sans triazole au T1 est possible avec le chlorothalonil utilisé seul à 750 g/ha. Cette option économique est à considérer notamment sur variétés résistantes aux rouilles. Des études complémentaires seraient nécessaires pour valider l'absence d'effet négatif de cette solution sur l'évolution des populations notamment MDR.
- Fractionner** en diversifiant augmente l'efficacité en 2016 et **exerce une pression sélective plus forte que deux applications sur les populations de TriMR évoluées et MDR.**
- Augmenter le nombre de triazoles par passage, par rapport à un seul triazole, augmente l'efficacité mais fait aussi progresser les populations les plus résistantes.
- Utiliser trois modes d'action (plutôt que 2) contre la septoriose en T2, pour prévenir le développement de la résistance dans un contexte d'émergence de la résistance aux SDHI apparaît *a priori* comme une solution intéressante. Elle s'avère positive sur l'efficacité, en situation de traitements préventifs, mais présente l'inconvénient d'être pénalisante en situation curative, notamment avec Aviator Xpro. Cette option est possible règlementairement avec Aviator Xpro, Vertisan, Elatus plus et prochainement avec F153 BCS et ST02.
- 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 dans un programme de protection, associé à d'autres modes d'action (triazole ...),** de préférence autour du stade dernière feuille.
- Le benzovindiflupyr est maintenant présent sur le marché, il est disponible sous le nom Elatus Plus en association avec différents partenaires. Son niveau d'efficacité sur septoriose est très proche du fluxapyroxad. Son efficacité peut varier en fonction du partenaire et du positionnement du traitement.
- Le F153 BCS et le ST02 sont attendus pour la fin d'année, et devraient donc être utilisables au printemps 2017.

UN TRAVAIL EN RESEAU POUR SOUTENIR LE DEVELOPPEMENT DE L'INNOVATION ET EN PARTICULIER DU BIOCONTROLE

Le réseau d'excellence expérimentale (R2E) est une instance de collaboration entre diverses structures de recherche et développement travaillant ensemble à l'élaboration de références agronomiques en vue de développer une agriculture multi-performante. Participe à ce réseau, aux côtés d'ARVALIS Institut du végétal, des organismes économiques collecteurs agréés BPE (Bonnes Pratiques d'Expérimentation).

Les motivations principales des membres du R2E sont de mettre en commun de l'expertise technique et des moyens expérimentaux afin de réaliser un programme de R&D commun, pour acquérir et partager des références, sur les innovations agronomiques, en valorisant la diversité des situations agronomiques et en garantissant l'homogénéité et l'excellence des méthodologies.

Pour son année de lancement en 2015 le réseau R2E a choisi d'évaluer les solutions de biocontrôle disponibles ou en développement pour lutter contre la septoriose du blé. En 2016, le champ thématique a été élargi à la lutte contre la fusariose de l'épi sur blé tendre, par les produits de biocontrôle.

Extrait des résultats 2016 sur septoriose

Le protocole vise à évaluer l'efficacité contre la septoriose de différentes préparations insérées dans un programme de lutte fongicide sur blé tendre de référence. Pour 2016, le programme retenu était Cherokee 1.33 L/ha au T1 (Z32) suivi de Librax 0.7 L/ha au T2 (Z39 à 45). Les produits de biocontrôle sont introduits en substitution à la moitié de la dose du T1. Dans notre cas le T1 est Cherokee 0.67 L/ha + produit « biocontrôle », et est suivi de Librax 0.7 L/ha.

Les produits mis en essais sont à base de soufre (Heliosoufre S 3.5 L/ha et Actiol 3 L/ha), d'extraits de Tri-

choderma sp. + éléments fertilisants 3 L/ha (Fertisain), de phosphonate de potassium 3L/ha (DSPF016), de Chitosan 1 L/ha. Vacciplant GC 0.5 L/ha est introduit en qualité de référence biocontrôle.

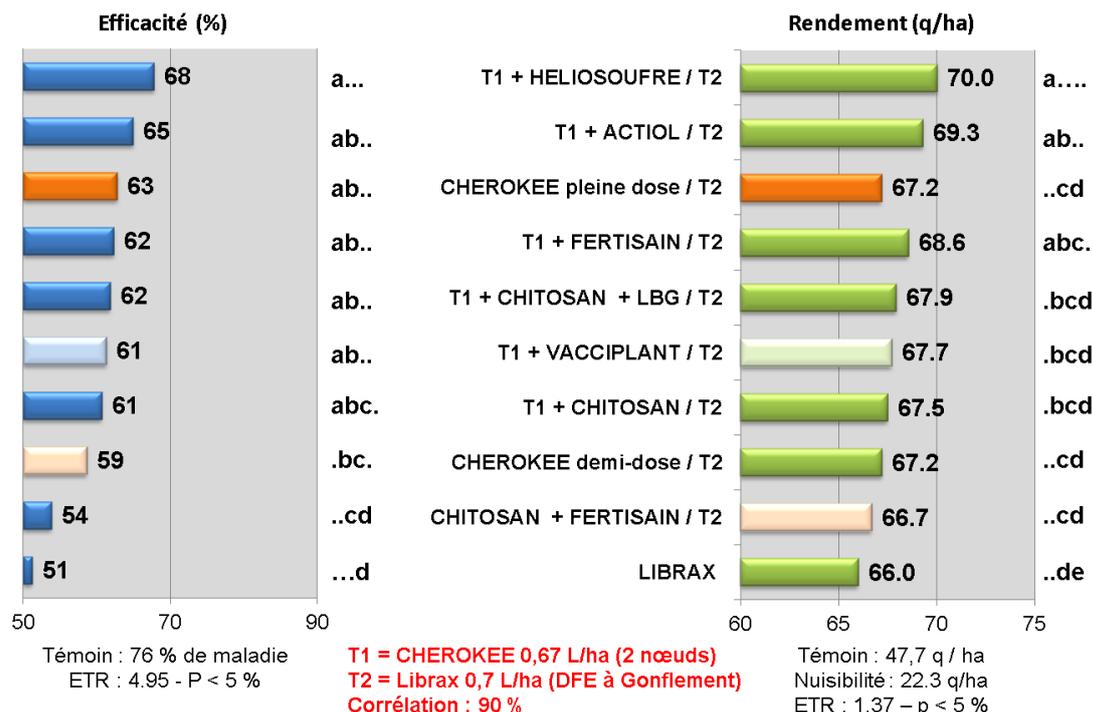
Les résultats mettent en évidence le bon comportement du soufre, indiquant une activité sur septoriose jusqu'ici sous-estimée. Heliosoufre S et Actiol donnent des résultats statistiquement différents de la référence N/2 (Cherokee 0.67 L/ha) et comparables entre eux. Les deux spécialités à base de soufre apportent respectivement 2450 et 2400 g/ha de soufre micronisé sous forme liquide. Ces éléments indiquent que l'essentiel de l'activité peut être attribuée au soufre, plutôt qu'à un éventuel effet de telle ou telle formulation. Les autres produits testés (ou combinaison de produits) associés ont donné des résultats supérieurs à la modalité Cherokee 0.67 L/ha en valeur absolue, mais non significatifs statistiquement. La référence n'a pas plus fait de différence statistiquement significative. Quant au mélange Chitosan + Fertisain, il n'a pas permis de rivaliser avec la solution conventionnelle à pleine dose comme à demi-dose.

Quant aux rendements, ils sont à l'image des efficacités et très étroitement corrélés à celles-ci. Une seule nuance, la dose de 1.33 L/ha de Cherokee ne procure pas plus de rendement que la dose de 0.67, alors que l'efficacité est pourtant en tendance supérieure. Il a été observé dans les essais un effet régulateur marqué de Cherokee à cette dose. Il a donc été avancé que l'effet régulateur ait pu avoir un effet négatif sur le rendement, perceptible dans les essais en l'absence de verse pour 9 essais parmi 10.

¹ Sont actuellement partie prenante dans ce réseau, les coopératives Agrial, Triskalia, Dijon Céréales, Lorca, Noriap, Sevepi, Terre atlantique, Terrena, Vivescia.

² Actiol est significativement différent de la référence sur certains étages foliaires seulement.

Figure 1 : Efficacité (%) moyenne tous étages foliaires confondus, toutes dates d'observations confondues, et rendement (q/ha) sur la base de 10 essais en 2016 : extrait du Réseau R2E



Ces résultats confirment la capacité d'un réseau d'expérimentation à dégager rapidement sur la base d'un protocole commun, des pistes de travail, y compris dans les conditions d'expérimentation particulièrement exigeantes de 2016.

Les solutions à base de soufre sont donc une piste de travail intéressante. La substance figure en effet sur la liste « biocontrôle » depuis 2 ans, et les spécialités qui

en contiennent, sont pour certaines d'entre elles autorisées sur oïdium des céréales. Leur développement peut donc être envisagé sous réserve d'obtention d'une extension d'usage pour lutter contre la septoriose. Une fiche action dans le cadre des CEPP, ciblant spécifiquement la septoriose pourrait alors être envisagée.

Le travail d'expérimentation sera poursuivi en 2017.

EUROWHEAT : UN PROJET DEDIE A L'ETUDE DE L'EFFICACITE DES TRIAZOLES¹

Les triazoles sont utilisés depuis 35 ans à travers toute l'Europe. En raison des différences de pression parasitaire et de disponibilité des différents triazoles entre pays, l'utilisation de chaque molécule a varié fortement dans le temps et l'espace et, pour cette raison, leur efficacité est supposée varier tout aussi largement. Dans le but d'étudier les différences de performance des différents triazoles sur septoriose, rouille jaune et rouille brune entre régions européennes, un projet Eurowheat a été initié en 2015. Arvalis a pris part à ce projet dans le cadre de l'étude de l'activité des triazoles sur septoriose (*Zymoseptoria tritici*). Voici les résultats 2015 et les premiers résultats de 2016.

Un réseau d'essai européen

Les résultats de 2015, issus de 26 essais (dont 12 sur septoriose) en provenance de 8 pays différents (Pologne, Allemagne, France, Belgique, Hongrie, Irlande, Grande Bretagne, Lituanie), après collecte et analyse, ont été rapprochés entre eux et mis en correspondance avec les analyses de sensibilité ou avec les analyses génétiques des souches/populations de septoriose collectées sur les mêmes sites. Les molécules étudiées sont les plus utilisées en Europe : l'époxiconazole, le prothioconazole, le metconazole, le tébuconazole, mais aussi quelques associations binaires (Tableau 1). Les produits ont été appliqués au stade dernière feuille étalée.

Tableau 1 : Doses fongicides (l/ha) et quantité de matière actives (g/ha) utilisées par traitement

Trt. No.	Produit	l/ha	Substance active	g/ha
1	Untreated	-	-	-
2		1.5		125
3	Opus Max / Opus New	1	époxiconazole	83
4		0.75		62.5
5	Proline 250 EC / Joao	0.8	prothioconazole	200
6		0.4		100
7	Caramba 90 / Juventus	1	metconazole	90
8		0.5		45
9	Folicur 250 EW / Balmora	1	tébuconazole	250
10		0.5		125
11	Osiris / Osiris Win	3	époxiconazole + metconazole	112.5 + 82.5
12		1.5		56 + 41.3
13	Prosaro 250 EC	1	tébuconazole + prothioconazole	125 + 125
14		0.5		62.5 + 62.5

Les produits commerciaux utilisés sont ceux indiqués en gras. Ils sont accompagnés du nom de leur équivalent commercial en France.

¹ D'après la publication de 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. 1-xxx. © 2016 Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig, ISBN: 978 3 941261 (A paraître)

Des efficacités variables selon les sites

Sur septoriose, les efficacités apparaissent très variables. Le metconazole donne par exemple de meilleurs résultats en France et en Irlande (70-90%) que dans les autres pays (40-70%). L'inverse est vrai pour le prothio-

conazole. Les résultats en France et en Irlande sont pour cette substance active moins bien classés que dans les autres pays.

Tableau 2. Efficacité sur F2 (Leaf 2), au stade Z71-85, 37-58 jours après traitement (DAA) sur 12 essais localisés dans 7 pays

% Control of septoria					untr.	epoxi.	prothio.	met.	tebu.	epoxi. + met.	tebu. + prothio.
Country	Trial id.	Leaf	GS	DAA	-	125 g/ha	200 g/ha	90 g/ha	250 g/ha	112.5 + 82.5 g/ha	125 g + 125 g/ha
Denmark	2	2	75	47	72.5	76	79	62	55	83	75
Denmark	3	2	75	46	58.8	60	52	45	43	60	53
Denmark	4	2	75	43	40	75	63	47	47	71	56
Poland	6	2	75	58	5.3	45	59	62	62	69	50
Poland	8	2	75	46	17.5	90	63	56	62	91	65
France	10	2	75	41	79.7	58	48	69	57	81	72
Germany	15	2	75	37	30	80	93	77	50	87	73
Ireland	22	2	85	42	74.9	60	38	84	69	86	77
Belgium	23	2	87	50	35.5	28	63	46	72	85	74
Belgium	24	2	70	42	28.3	56	70	57	58	64	66
Hungary	25	2	75	39	45	83	56	47	11	89	58
Hungary	26	2	75	39	50	72	60	67	70	90	75
Average % control - Leaf 2					44.8	65	62	60	55	80	66

Les couleurs correspondent au classement des efficacités des traitements au sein de chaque essai.

Vert : meilleures efficacités ; Jaune : efficacité intermédiaire ; Orange : efficacité les plus faibles ; Rouge : intensité de la maladie dans les parcelles non traitées (%).

Des fréquences de mutations et des sensibilités aux triazoles, elles aussi variables !

Des populations de septoriose ont été prélevées dans tous les essais au stade Z65-75 et analysées. Les fré-

quences de mutation² (D134G, V136C/A, A379G, I381V, S524T) du gène CYP51 ont été déterminées pour chaque population par pyrosequençage et QPCR par BASF, et les CI50 pour 4 triazoles ont été établies par Epilagic. Les résultats sont montrés au tableau 3.

Tableau 3 : Fréquence de mutation du gène CYP51, à partir d'échantillon issus de parcelles non traitées et prélevés au stade Z65-75 et CI50 pour les 4 principales triazoles

Country	Trial id.	Frequency of mutations (%)						EC50 (mg/l)			
		D134G	V136A	V136C	A379G	I381V	S524T	epoxi.	met.	tebu.	prothio. desthio
DK2 Flak	2	17	28	0	30	91	2	0.15	0.17	4.67	0.03
DK3 Flak	3	37	43	21	14	89	1	0.28	0.13	2.11	0.04
DK4 Lolland	4	47	52	0	19	95	1	0.29	0.13	1.26	0.07
Germany JKI	12	22	24	18	16	98	8	0.45	0.26	2.84	0.09
Germany Bavaria	14	22	29	0	34	98	8	0.21	0.17	3.86	0.03
France	10	40	47	0	10	89	3	0.16	0.07	1.76	0.04
Belgium	24	62	64	28	0	94	6	0.31	0.10	0.37	0.09
Ireland	22	33	73	22	27	88	51	0.82	0.46	2.37	0.18
North UK	19	33	48	14	16	100	34	0.99	0.41	2.74	0.23
middle UK	20	33	38	34	0	100	29	0.57	0.39	5.43	0.11
middle UK	16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.66	0.53	4.75	0.14
South UK	21	15	35	20	14	97	30	0.55	0.53	5.97	0.10
Poland north	6	39	44	22	28	96	4	NA	NA	NA	NA
Poland south	8	0	10	11	13	94	2	0.13	0.08	3.84	0.02
Hungary 1	25	0	0	0	50	76	0	0.05	0.05	1.61	0.01
Hungary 2	26	0	0	0	73	95	0	0.05	0.06	2.82	0.01

Vert : pas de mutation/ faible CI50 ; Jaune : faible fréquence / CI50 moyenne ; Orange : fréquence moyenne / CI50 moyenne à élevée ; Rouge : fréquence élevée / CI50 élevée.

² La détermination de la fréquence de différentes mutation dans la population des septoriose, ne permet pas d'évaluer la fréquence des différentes combinaisons de mutations, et par conséquent d'évaluer leur effet potentiel sur l'activité des différents triazoles. Néanmoins certaines mutations peuvent être associées à une sensibilité réduite à certains triazoles. C'est le cas notamment de la mutation S524T récemment apparue et associée à une moindre activité du prothioconazole et dans une moindre mesure de l'époxiconazole.

Les essais Danois, Allemand, et Français ont des fréquences de mutations relativement similaires et des CI 50 intermédiaires. En revanche l'Irlande et le Royaume Uni ont des profils avec une forte proportion de mutation S524T et présentent les CI50 les plus élevées pour les 4 triazoles. La Hongrie diffère de tous les autres pays, avec peu de mutations et des CI50 faibles pour les 4 triazoles testés. La Belgique présente un fort taux de mutation D134G, une bonne activité du tébuconazole in vitro (CI50 faible) et une bonne efficacité au champ (confirmée par le fait que les haplotypes D134G ont des CI50 faibles vis à vis du tébuconazole). Les CI50 vis-à-vis du metconazole sont les plus faibles en France et en Belgique pour l'ouest européen, confirmées par de bonnes efficacités sur le terrain en France.

Premiers résultats 2016

Le dispositif a été reconduit en 2016 et des échantillons ont été collectés dans l'ensemble des pays partenaires. En France, deux essais ont été réalisés dont la localisation a été choisie pour représenter des situations con-

trastées : l'un à Bergerac en Dordogne, l'autre à Aubigny aux Kainses dans l'Aisne. La hiérarchie des triazoles ne fait pas apparaître de différence majeure entre le nord et le sud. Les associations de triazoles (Osiris Win, Prosaro) présentent des niveaux d'efficacité supérieurs à celui permis par les triazoles utilisés seuls. Principale nuance, le tébuconazole (Balmora) donne de bons voire de très bons résultats sur les deux essais. La tendance est encore plus nette dans l'Aisne puisque Prosaro 1L/ha et Balmora 1L/ha donnent des résultats identiques. Notons également que les niveaux d'efficacité entre les deux sites pour les triazoles sont très nettement différents. La pression de maladie, un peu plus forte dans l'Aisne, est associée à des niveaux d'efficacité qui peinent à dépasser 40% (seule la spécialité Osiris Win y parvient). A Bergerac, seules les demi-doses des triazoles les plus faibles présentent des niveaux d'efficacité inférieurs à 40%. Les analyses de populations de septoriose en cours pourront peut-être contribuer à éclairer ces écarts.

Cette expérimentation devrait être reconduite en 2017.

Programmes fongicides en 2 traitements

RESULTATS DES ESSAIS PROGRAMMES SUR BLE TENDRE EN 2T

Le protocole comporte principalement deux modules : le premier permet de positionner l'année et la dose de fongicides à appliquer, sur variétés sensibles ou très sensibles à la septoriose, en fonction de la pression maladies. Ce module, dit « courbe de réponse » fait varier la dose de Cherokee en T1 et la dose de la spécialité Librax en T2. Le second module permet d'évaluer

le poids du T1 (Cherokee 1.33 l/ha) et de mesurer l'apport d'un T3 avec Prosaro 0.6 l/ha. En outre, une modalité permet de mesurer l'apport du déclenchement du T1 avec le modèle Septo-LIS® par rapport à un programme a priori fixe démarrant à 2 nœuds avec Cherokee 1.33 l/ha relayé par Librax 0.8 l/ha.

Tableau 1 : Protocole programmes fongicides en 2 traitements

T1 Z32 2 nœuds	Dose /ha	T2 Septo-LIS® Z37	Dose /ha	T3 Z39-45 DFE Gonflement	Dose /ha	T4 Z51-55 Début épisai- son	Dose /ha	T5 Z61 Début florai- son	Dose /ha	coût
Témoin non traité		Témoin non traité		Témoin non traité		Témoin non traité		Témoin non traité		
CHEROKEE	0.67			LIBRAX	0.4					37
CHEROKEE	1			LIBRAX	0.6					56
CHEROKEE	1.33			LIBRAX	0.8					74
CHEROKEE	2			LIBRAX	1.2					111
CHEROKEE	1.33			LIBRAX	0.8			PROSARO	0.6	107
				LIBRAX	0.8					44
		CHEROKEE	0.67 à 1.33	LIBRAX	0.6 à 1					76

Tableau 2 : Conditions de réalisation des 8 essais « programme en 2 traitements »

Dpt	Commune	Variété	Maladie	Ecart Traité - Non traité (q/ha)	Dates d'applications	Stades	Notations
18	LE SUBDRAY	OREGRAIN	Septoriose	35.8	4/4 puis 13/4 28/4 puis 16/5 24/5	32 / 37 39 / 51 61	Septo F3 à T2+32j; F1 à T2+41j
91	BUNO- BONNEVAUX	PAKITO	Septoriose, Microdochium	22.0	18/4 puis 28/4 11/5 puis 20/5 27/5	32 / 37 39 / 55 61	Septo F1 à T2+30j; T2+41j
91	BUNO- BONNEVAUX	RUBISKO	Septoriose, Microdochium	14.6	18/4 puis 28/4 11/5 puis 20/5	32 / 37 39 / 55	Septo F1+F2 à T2+30j; T2+41j
91	BUNO- BONNEVAUX	FRUCTIDOR	Septoriose, Microdochium	3.3	18/4 puis 4/5 13/5 puis 20/5	32 / 37 40 / 51	Septo F1 à T2+39j
21	GILLY-LES- CITEAUX	ALIXAN	Septoriose, R.jaune	27.9	12/4 puis 19/4 9/5 puis 17/5 1/6	32 / 33 39 / 51 65	Septo F1+F2 à T2+38j
3	SAINT- POURCAIN- SUR-BESBRE	SY MOIS- SON	Septoriose, Microdochium	27.1	6/4 puis 19/4 29/4 puis 17/5 24/5	32 / 37 39 / 50 61	
81	MONTANS	GARCIA	Septoriose, R.jaune	43.6	29/3 puis 11/4 18/4 puis 25/4 4/5	32 / 37 41 / 55 61	Septo F1+F2+F3 à T2+25j; T2+37j
86	LUSIGNAN	OREGRAIN	Septoriose, Piétin verse, Microdochium	24.1	6/4 puis 15/4 3/5 puis 16/5 24/5	32 / 37 45 / 55 65	Septo F1+F3 à T2+42j
1	MISERIEUX	APACHE	Septoriose, Microdochium, R.brune	38.8	6/4 puis 20/4 5/5 puis 16/5 24/5	32 / 37 49 / 55 65	Septo F1+F2 à T2+41j

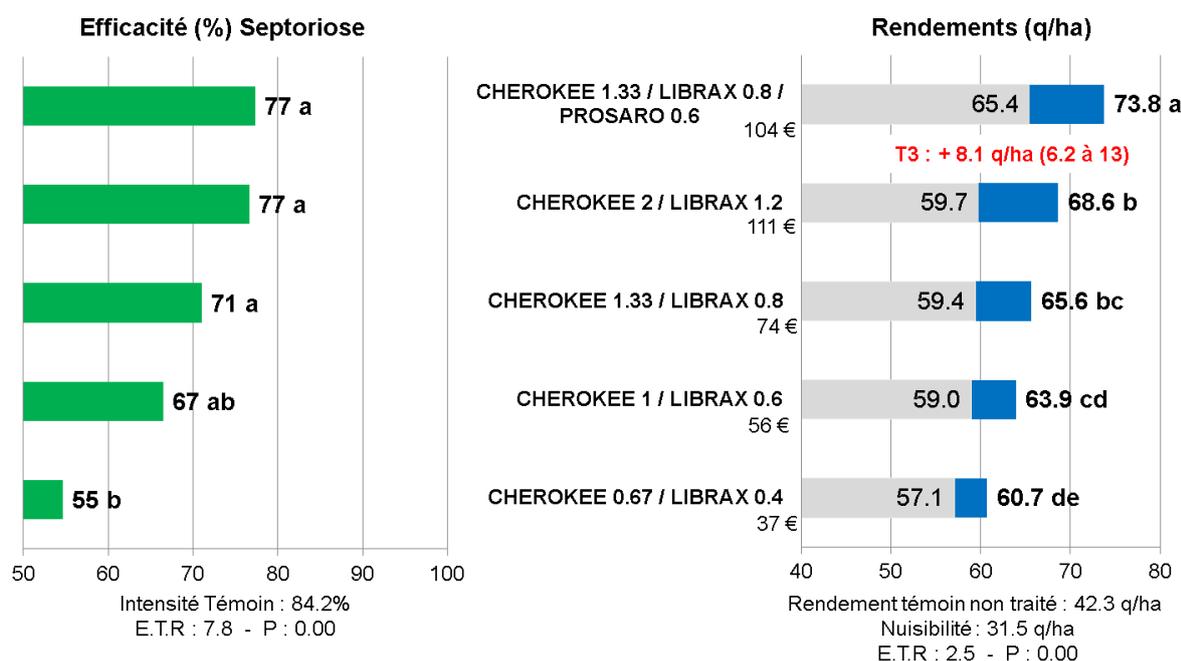
Sur les 9 essais du réseau, cinq sur variétés très sensible à la septoriose ont une nuisibilité forte (31.9 q/ha) liée à la pression septoriose (à laquelle s'ajoute la rouille brune sur l'essai de Misérieux et la rouille jaune à Montans et Gilly les Cîteaux), trois essais (18, 86, 91) témoignent d'une nuisibilité moyenne à forte (24.8 q/ha) tandis qu'un essai sur Fructidor présente un écart traité-non traité inférieur à 4 q/ha.

Quelle dose optimale en 2 passages et poids du T3 en 2016 ?

Le regroupement de 6 essais (1-21-18-91-81-86) sur la base d'un programme à base de doses croissantes de Cherokee au T1 suivi de doses croissantes de Librax au T2 permet de révéler une « nuisibilité » moyenne forte de 31.5 q/ha. L'efficacité sur septoriose et le rendement brut en deux passages progresse significativement entre la dose la plus faible et la dose la plus forte (+25 points et +7.9 q/ha). L'enjeu dose du T2 est significatif. et souligne l'importance d'un relai fort autour de la dernière feuille pour maîtriser cette l'année, le nombre important

de contaminations du mois de mai. Le meilleur gain net est obtenu pour un investissement de 104 €/ha en trois passages. Cela souligne l'importance du traitement autour de la dernière feuille pour suite au nombre important de contaminations du mois de mai et le poids d'un autre traitement septoriose à début floraison pour contrôler les contaminations de fin mai début juin. L'écart entre un investissement de 111 €/ha en deux passages et un programme en trois passages avec un relai début floraison pour 104 €/ha est significatif. Dans les conditions de ces essais, le poids du T3 est estimé à 8.1 q/ha (6.2 q/ha à 13 q/ha selon les essais). Il représente 26% de la nuisibilité totale.

Figure 1 : Courbe de réponse et poids du T3 – 6 essais (1-21-18-91-81-8618) – blé à 14 €/q

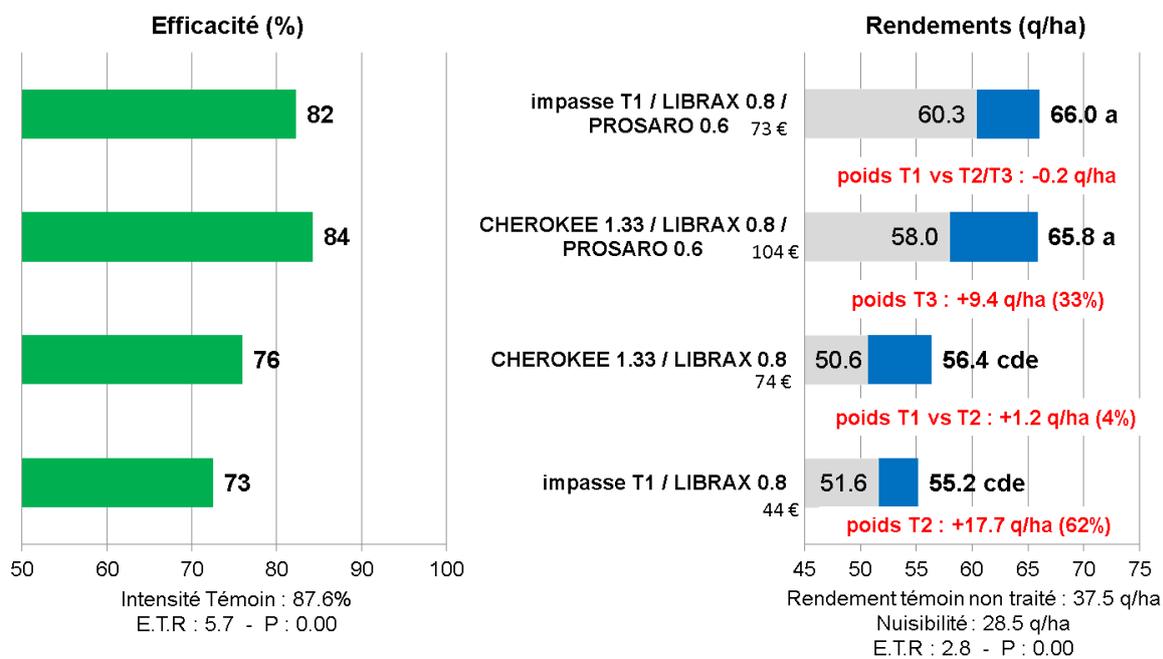


Sur chaque histogramme, la valeur la plus élevée correspond au rendement brut, la valeur la plus faible au rendement net, hors coût du passage, calculée pour un quintal de blé à 14 €/q.

Intérêt du T1, du T2 et du T3 en 2016

Quatre essais (18--21-1-91) sous pression forte de septoriose et Microdochium tardive (plus rouille brune pour l'essai du 1) ont permis de mesurer l'apport d'un T3 à début floraison. Prosaro 0.6 l/ha positionné en T3 permet de gagner que 9.4 q/ha ce qui représente 33% de la nuisibilité totale. Dans les mêmes situations, Cherokee 1.33 l/ha positionné à 2 nœuds n'apporte quasiment aucun gain d'efficacité et de rendement (+ 3 points NS et +1.2 q/ha NS). Comme souvent, c'est le traitement (Librax 0.8 l/ha) positionné à dernière feuille étalée qui permet d'extraire la majorité de la nuisibilité

Figure 2 : Intérêt du T1 et du T2- 4 essais (18-21-91-1) – blé à 14 €/q

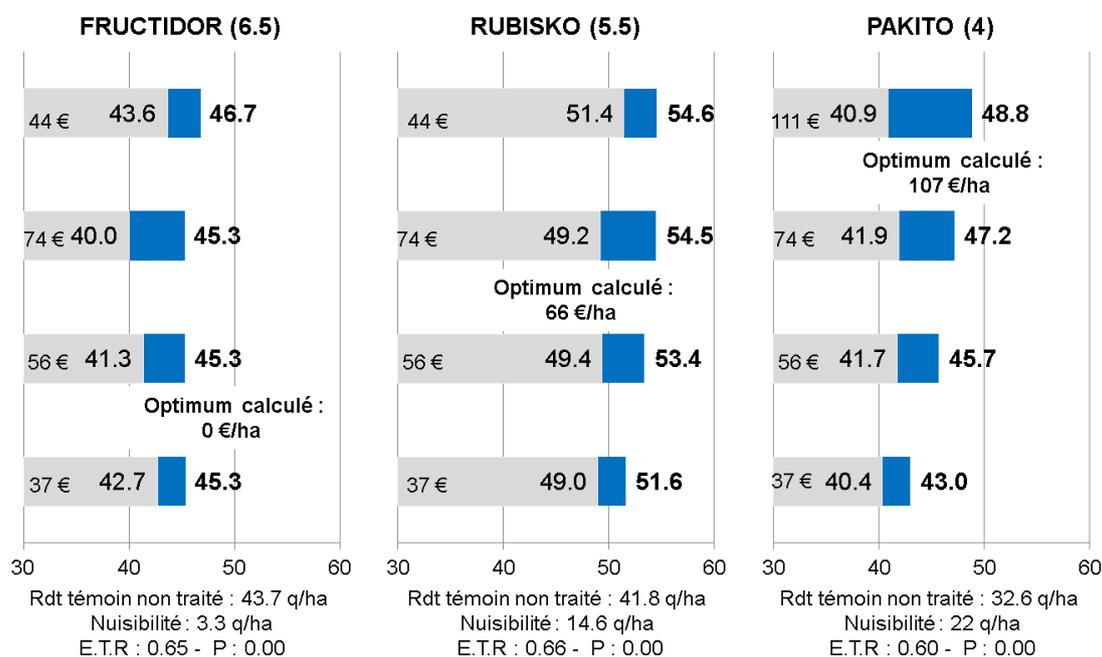


Sur ces 4 essais, l'apport d'un traitement à 2 nœuds est très faible alors que l'apport du T2 représente 62 % de la nuisibilité et l'apport du T3 début floraison est très important (9.4 q/ha) en 2016

Enjeu du choix variétal sur l'optimum de dépense fongicide

L'essai de Buno Bonnevaux (91) conduit sur 3 variétés de sensibilité croissante à la septoriose Fructidor (note 6.5), Rubisko (note 5.5) et Pakito (note 4) permet d'illustrer l'économie de fongicide permis par la variété.

Figure 3 : Rendements en fonction de la sensibilité de la variété à la septoriose – 1 essai (91) – blé à 14 €/q



Une variété moyennement sensible comme Rubisko permettait en 2016, d'économiser 40 €/ha par rapport à la variété Pakito

REPERES POUR 2017

- Dans le cadre d'un programme à 2 passages privilégier la dépense sur le T2 car ce dernier dans les conditions de 2016 assure 62% de la protection.
- En cas de risque septoriose tardif, comme ces deux dernières années, associé à un retour des pluies autour 3 nœuds - dernière feuille pointante, il est préférable d'appliquer un T1 à base de triazole + chlorothalonil, plutôt que de passer trop tôt avec un SDHI + triazole. Attendre la dernière feuille étalée pour utiliser le SDHI + triazole au T2 en relais car il sera mieux valorisé sur F1.
- Il y a un bénéfice certaines années à retarder le T1 avec Septo-LIS® (en moyenne de 10 jours en 2016) avec un gain net de 3 q/ha par rapport au programme à priori (soit 42 €/ha).
- Le positionnement du T1 est important mais également l'intervalle entre le T1 et le T2. Ces deux dernières campagnes avec une épidémie tardive de septoriose, il ne fallait pas laisser un délai trop important (pas plus de 20 jours) entre le T1 et le T2 à cause de la fréquence des pluies fin avril-début mai.
- Préconisation d'un seul SDHI + triazole par programme positionné à partir du stade dernière feuille étalée

Programmes fongicides en 3 traitements

RESULTATS DES ESSAIS PROGRAMMES SUR BLE TENDRE EN 3T

Le protocole comporte trois modules : le premier permet de positionner l'année et le programme fongicide à appliquer pour atteindre l'optimum technico-économique, en fonction de la sensibilité de la variété à la septoriose et en fonction de la pression maladies. Ce module, dit « courbe de réponse » fait varier la dose du Cherokee à 2 nœuds, de Librax à Dernière Feuille Etalée (DFE) et d'Epopée à début floraison. Le coût de la protection en 3 passages varie de 36 à 143 €/ha.

Un deuxième module en majorité sur variétés sensibles à très sensibles permet de comparer la solution ST02 à deux doses 0.5 l/ha (benzovindiflupyr 37.5 g/ha + pro-

thioconazole 112.5 g/ha) et 0.75 l/ha (benzovindiflupyr 56 g/ha + prothioconazole 112.5 g/ha) en T2 par rapport à Librax 0.6 l/ha (fluxapyroxad 37.5 g/l + metconazole 27 g/l) et 0.9 l/ha (fluxapyroxad 56 g/ha + metconazole 40.5 g/ha).

Enfin une modalité pilotée avec Septo-LIS® pour le déclenchement du T1 septoriose permet de mesurer l'apport du positionnement dans les conditions de l'année en fonction du développement réelle de l'épidémie de septoriose par rapport à un programme débutant systématiquement à 2 nœuds.

Tableau 1 : Protocole programmes fongicides en 3 traitements

T1 Z32 2 nœuds	Dose /ha	T2 Septo-LIS Z37 DFP	Dose /ha	T3 Z39-41 DFE	Dose /ha	T4 Z55 Epiaison	Dose /ha	T5 Z61 Début floraison	Dose /ha	Coût €/ha	IFT pc
Module 1 : Courbe de réponse avec référence SDHI											
Témoin non traité			Témoin non traité			Témoin non traité			Témoin non traité		
CHEROKEE	0.5			LIBRAX	0.3			EPOPEE	0.3	36	0.7
CHEROKEE	1			LIBRAX	0.6			EPOPEE	0.7	74	1.4
CHEROKEE	1.33			LIBRAX	0.9			EPOPEE	0.9	103	1.9
CHEROKEE	2			LIBRAX	1.2			EPOPEE	1.2	143	2.6
Module 2 : ST02 en T2											
CHEROKEE	1			ST02	0.5			EPOPEE	0.7		
CHEROKEE	1.33			ST02	0.75			EPOPEE	0.9		
Module 3 : Pilotage T1 avec Septo-LIS®											
		CHEROKEE	0 à 1.33	LIBRAX	0.6 à 1.2			EPOPEE	0.7 à 1.2		

Tableau 2 : Conditions de réalisation des 10 essais programme en 3 traitements

Dpt	Commune	Variété	Maladie	Ecart Traité - Non traité (q/ha)	Dates d'appli- cations	Stades	Notations
2	AUBIGNY-AUX- KAISNES	TRAPEZ	Septoriose, Rouille jaune	grêle	12/4 puis 26/4 13/05 puis 06/06	32 / 33 39 / 65	F2/F3 T+28j ; T+42j
2	AUBIGNY-AUX- KAISNES	SELEKT	Septoriose	grêle	12/4 puis 28/4 06/05 puis 13/5 24/05 puis 06/06	32 / 33 37 / 41 / 53 / 65	F2/F3 T+27j ; T+38j
2	AUBIGNY-AUX- KAISNES	FRUCTIDOR	Septoriose	grêle	12/4 puis 28/4 13/05 puis 06/06	32 / 33 39 / 69	F2/F3 T+42 j
14	ROTS	BERMUDE	Septoriose, Rouille jaune	43.2	21/4 puis 04/05 12/5 puis 24/5 puis 03/06	32 / 33 39 / 55 61	F1/F2/F3 T+32j ; T+43j
14	ROTS	FRUCTIDOR	Septoriose	13.5	19/4 puis 28/04 10/5 puis 20/5 puis 03/06	32 / 33 39 / 55 / 61	F1/F2/F3 T+31j ; T+41j
27	IVILLE	DINOSOR	Septoriose, Rouille brune	46.0	28/4 puis 03/05 17/5 puis 27/5 puis 04/06	32 / 33 40 / 55 / 61	F1/F2 T+30j ; T+38j
27	IVILLE	FRUCTIDOR	Septoriose, <i>Microdochium</i>	13.1	28/4 puis 03/05 17/5 puis 27/5 puis 04/06	32 / 33 41 / 55 / 61	F2 T+38j
51	CUPERLY	TRAPEZ	Septoriose, <i>Microdochium</i>	32.4	14/4 puis 28/4 2/5 puis 17/5 25/5 puis 1/6	32 / 33 37 / 45 53 / 61	F1/F2 T+24j ; T+34j
56	BIGNAN	BERMUDE	Septoriose, Oïdium, Rouille jaune	44.9	11/4 puis 28/4 11/5 puis 20/5 puis 30/5	32 / 37 49 / 51 / 61	F1/F2 T+36j
56	BIGNAN	FRUCTIDOR	Septoriose, <i>Microdochium</i>	28.2	11/4 puis 3/5 11/5 puis 17/5 puis 30/5	32 / 37 41 / 51 / 61	F1/F2 T+36j

Sur les dix essais mis en place, seuls sept essais (14,14, 27,27, 51, 56, 56) ont pu être exploités complètement. Le site d'essai d'Aubigny aux kaisnes a subi un orage violent qui a rendu les rendements inexploitablement sur les 3 variétés implantées. Les variétés sensibles (Bermude, Dinosor, Trapez) ont subi une pression forte de septoriose et/ou de rouille jaune (nuisibilité allant de 32 à 46 q/ha). La plus faible nuisibilité est enregistrée

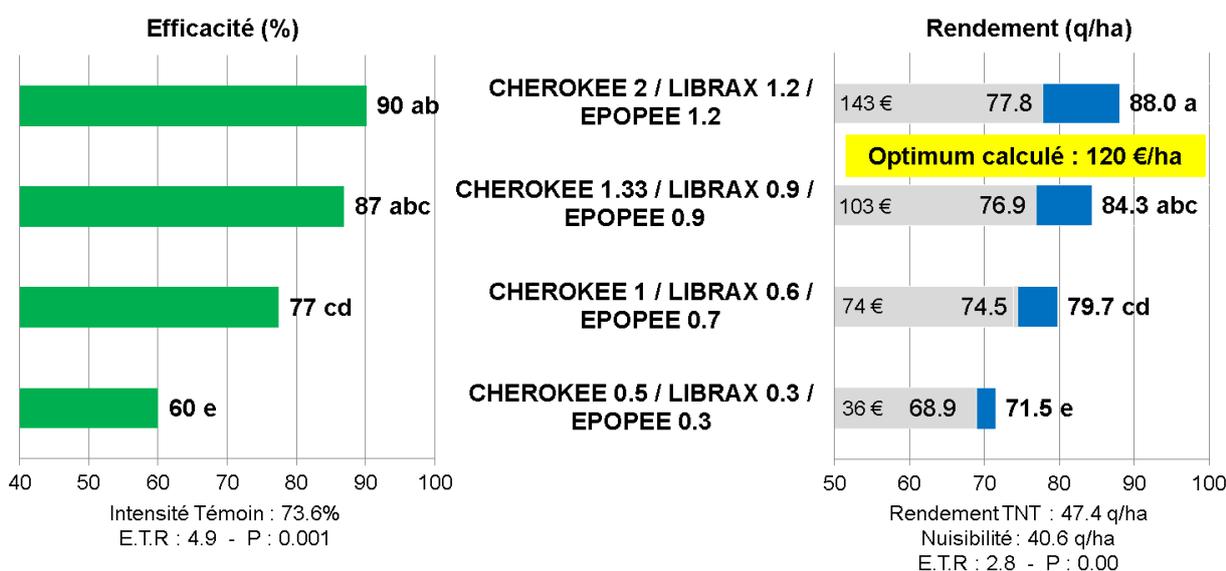
sur l'essai de Champagne (51) avec un complexe septoriose et *Microdochium spp.*. La plus forte est enregistrée sur Dinosor à Iville (27) avec présence importante de septoriose et de rouille brune tardive. A noter le poids important de la sensibilité variétale avec Fructidor sur 3 lieux qui réduit la nuisibilité à 17.4 q/ha contre 44.7 q/ha soit un enjeu moyen de plus de 27 q/ha pour ces 3 situations.

Quelle dépense optimale en 2016 ?

Le regroupement des quatre essais (14-27-56-51) les plus touchés sur variétés très sensibles se traduit par une nuisibilité forte de 40.6 q/ha. Le rendement et l'efficacité septoriose progressent tous les deux significativement entre la dose la plus faible et la dose la plus forte. L'enjeu entre la dose la plus forte et la plus faible

du programme est de 16.5 q/ha. Dans ces conditions, le meilleur gain net est obtenu pour un investissement moyen autour de 120 €/ha en trois passages pour une hypothèse de prix du blé à 14 €/q. Il varie de 82 à 143 €/ha selon les essais.

Figure 1 : Courbe de réponse – 4 essais (14-27-56-51) variétés très sensible à la septoriose - blé à 14 €/q



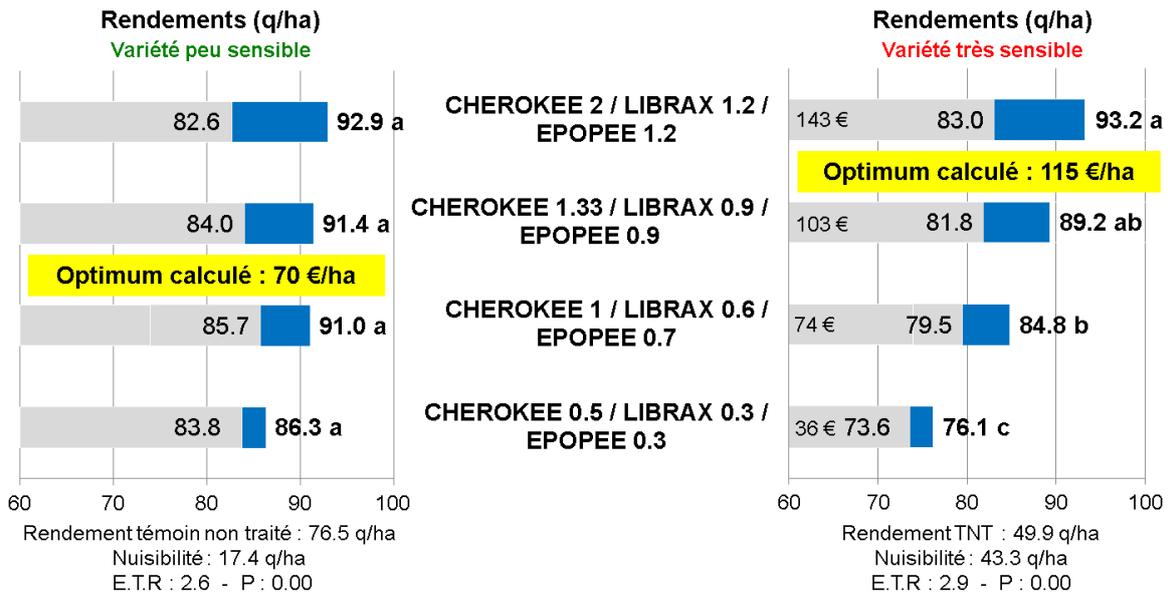
Sur la partie droite de la figure, les valeurs les plus élevées correspondent aux rendements bruts, les valeurs les plus faibles aux rendements nets, hors coût du passage, calculées pour un quintal de blé à 14 €/q.

Impact de la sensibilité variétale en 2016

Sur trois sites d'essais, nous disposons de courbes de réponse aux fongicides sur deux variétés de sensibilité à la septoriose opposées. Fructidor (note 6.5) est peu sensible à la septoriose tandis que Bermude (note 4.5) et Dinosor (note 4) sont très sensibles. Cela se traduit par un optimum moyen de 70 €/ha pour la variété peu sen-

sible Fructidor (47€ à 91€/ha selon les sites). Comparativement pour les variétés très sensibles (Bermude, Dinosor) l'optimum moyen de dépenses est de 115 €/ha (82 à 143 € selon les essais). Cela montre toute l'importance du choix de la variété et qu'il est possible dans les conditions 2016 d'économiser 45 €/ha (115€-70€) par le choix d'une variété peu sensible à la septoriose.

Figure 2 : Impact de la sensibilité de la variété sur l'optimum de protection. Rendements - 3 essais (14-27-56) – blé à 14 €/q



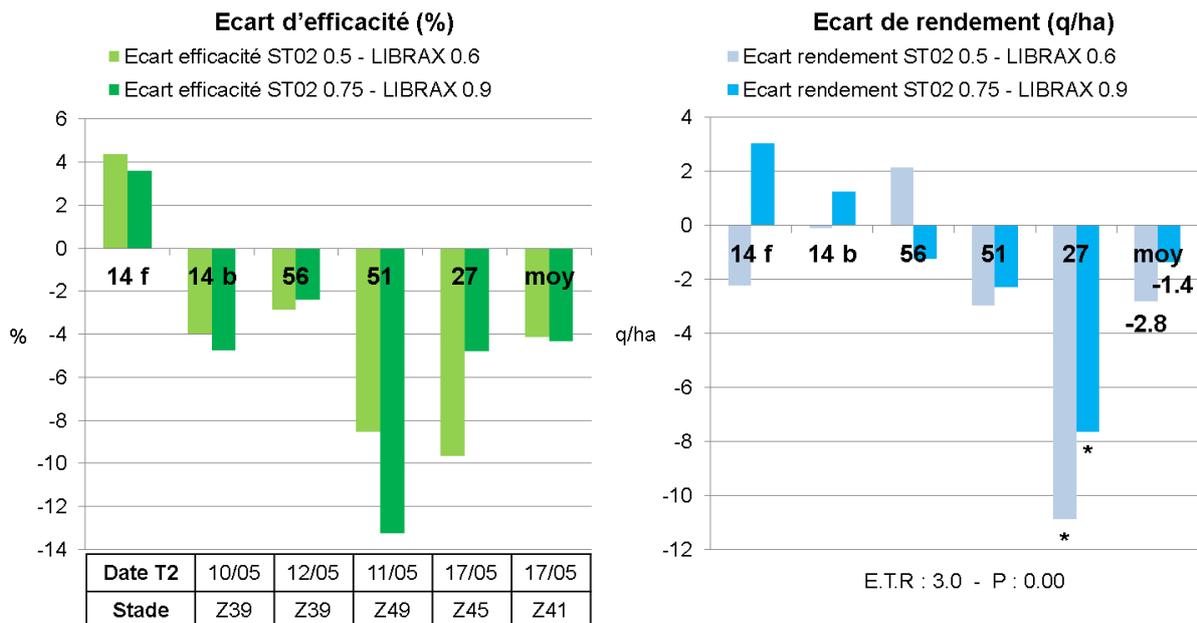
En 2016, choisir une variété peu sensible à la septoriose permettait d'économiser 45 €/ha.

Intérêt du ST02 en programme à 3 passages en 2016

En moyenne du regroupement de 5 essais 2016, ST02 (benzovindiflupyr + prothioconazole) appliqué à 0.5 l/ha et 0.75 l/ha au T2 comparativement à Librax 0.6 l/ha et 0.9 l/ha n'est pas significativement supérieure en termes d'efficacité et de rendement à la référence Librax. La solution ST02 est très proche du « gramme pour gramme de SDHI » au Librax dans les 3 situations

« préventives » c'est à dire pour les essais du 14 et du 56. En revanche, pour les 2 essais (27, 51) « curatifs » avec des applications de T2 au 17/05 au stade Z45, la solution benzovindiflupyr + prothioconazole aux deux doses testées fait perdre significativement du rendement dans un essai (27). En moyenne sur ces 5 comparaisons la dose la plus forte de ST02 0.75 l/ha n'améliore pas la productivité (-1.4 q/ha ns) par rapport à Librax 0.9 l/ha.

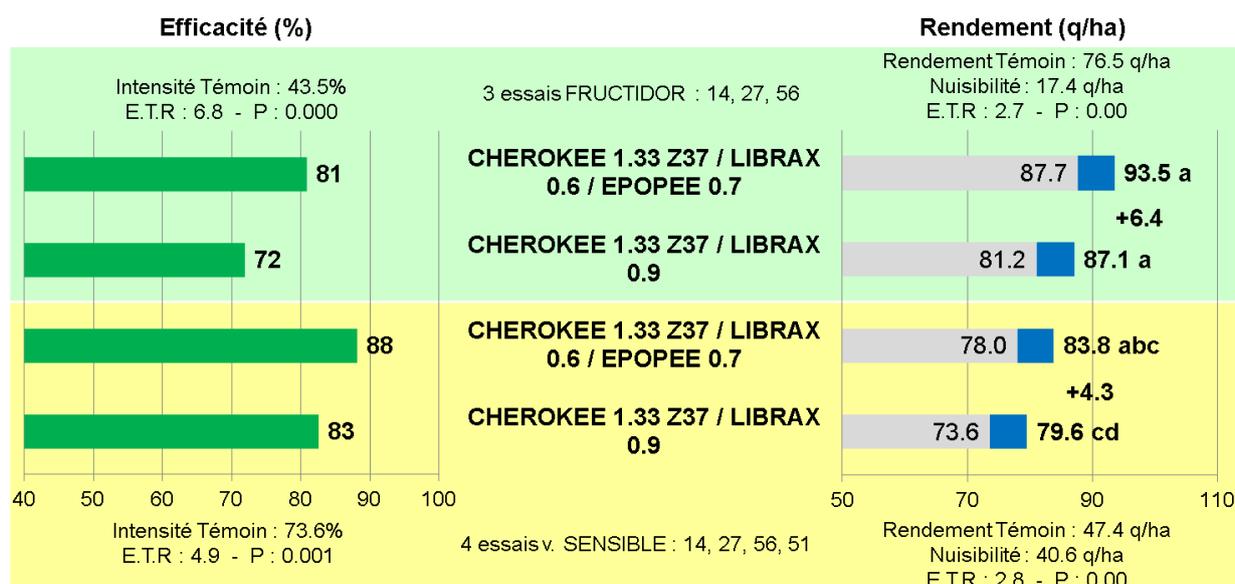
Figure 3 : Ecart d'efficacité septoriose et écart de rendement du ST02 vs Librax - 5 essais (14f, 14b, 27, 56, 51)



Dans le contexte de ces essais, ST02 est équivalent à Librax uniquement en situations préventives mais inférieur à Librax en situations curatives

Poids du T3 à coût constant en 2016

Figure 4 : Poids du T3 à coût constant en fonction de la variété – blé à 14 €/q



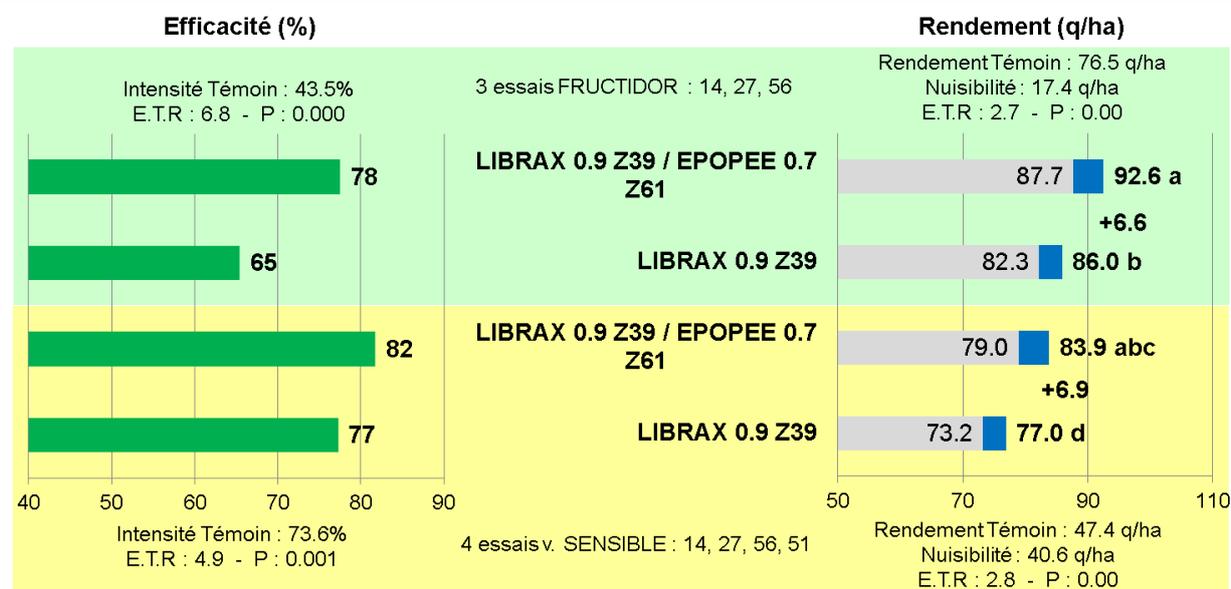
Les histogrammes sur fond vert représentent le regroupement des 3 essais sur Fructidor peu sensible à la septoriose. Les histogrammes sur fond jaune représentent le regroupement des 4 essais sur variétés très sensibles à la septoriose.

Dans le contexte 2016, le poids d'un relai avec Epopée à 0.7 l/ha est important mais non significatif sur l'efficacité septoriose mais également sur le rendement quelle que soit la variété (+6.4 q/ha sur Fructidor et +4.3 q/ha) (figure 5). Ce constat s'explique en partie par le

nombre important de contaminations en mai et juin. Vraisemblablement qu'une dose plus forte d'Epopée au stade début floraison aurait permis d'augmenter la productivité.

Poids du relais floraison sur septoriose en 2016

Figure 5 : Poids du relais début floraison par rapport à traitement unique en fonction de la variété – blé à 14



Le poids du relais début floraison est significatif en 2016 y compris sur variété peu sensible à la septoriose

Pour les deux types de sensibilité à la septoriose, en l'absence de T1, le relai avec Epopée 0.7 l/ha à début floraison après un traitement unique à dernière feuille étalée permet de gagner en efficacité septoriose et en

rendement. En moyenne sur Fructidor, on observe +13 points d'efficacité septoriose et + 6.6 q/ha et près de 7 q/ha sur les variétés sensibles de type Bermude, Trapez, Dinosor.

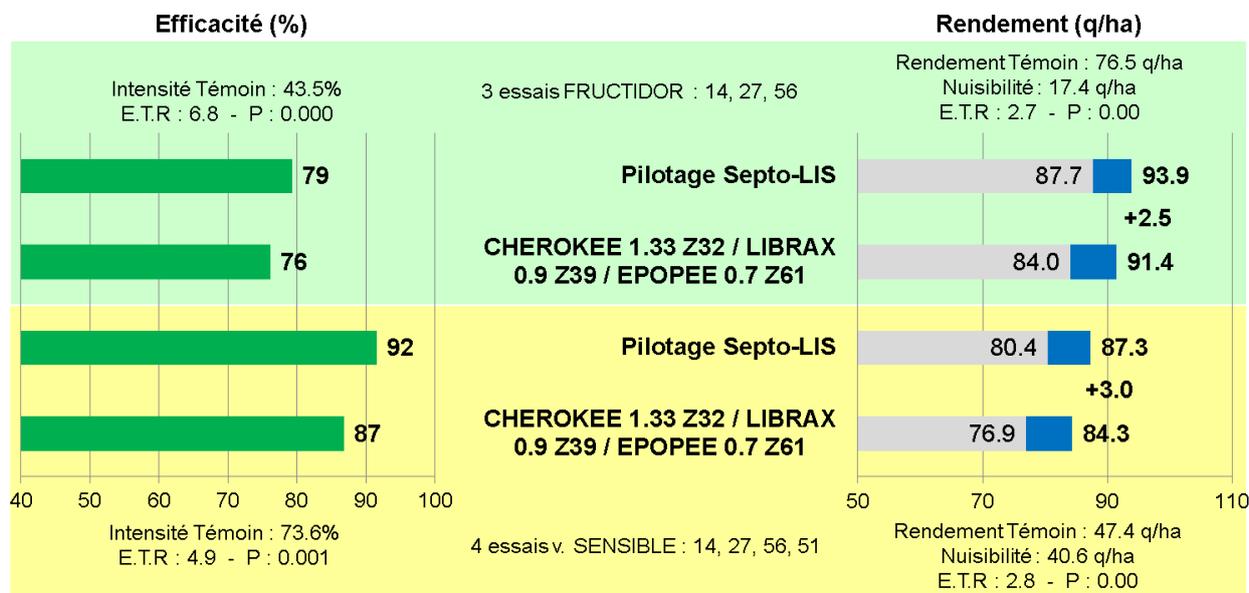
Intérêt du pilotage du T1 avec Septo-LIS® adapté

Le modèle de déclenchement du T1 Septo-LIS® permet en moyenne de retarder le T1 d'une dizaine de jours par rapport à un déclenchement fixe à 2 nœuds. Le raisonnement de la dose à chaque passage se fait par rapport à la sensibilité de la variété est conduit à un programme

comparable à plus ou moins 10 euros par rapport au programme *a priori* en 3 passages Cherokee 1.33 puis Librax 0.9 puis Epopée 0.7 à 103€/ha.

Cela conduit en moyenne à un gain brut de 2.5 q/ha sur 3 essais avec Fructidor et 3.0 q/ha sur les 4 essais conduits sur variétés sensibles soit 50 €/ha.

Figure 6 : Intérêt du pilotage du T1 avec Septo-LIS adapté à la variété par rapport à un programme fixe à priori – blé à 14 €/q



Le pilotage du déclenchement du T1 avec Septo-LIS et le raisonnement à la variété permet en moyenne de gagner 3.6 q/ha net soit 50 €/ha

REPERES POUR 2017

- Choisir une variété tolérante à la septoriose permet d'économiser 45 €/ha.
- Une variété de type peu sensible comme Fructidor, permettait d'économiser le T1 mais pas le T2 et T3.
- Dans le cadre d'un programme à 3 passages privilégier la dépense sur le T2 avec un SDHI + triazole à partir du stade Dernière Feuille Etalée sachant que ce dernier assure 70 % des gains de rendement. Dans les conditions de 2016 le poids du T1 à 2 nœuds était limité mais plus important à 3 nœuds dernière feuille pointante pour les variétés sensibles. Le poids du T3 était fort en 2016 pour toutes les variétés testées.
- Si l'on doit retarder le T1 en année tardive, et n'intervenir qu'au stade dernière feuille pointante (Z37), il est préférable d'appliquer au T1 une spécialité à base de chlorothalonil, plutôt que passer trop tôt avec un SDHI+triazole.
- L'OAD Septo-LIS® permettait de déclencher le T1 autour du stade dernière feuille pointante et donc d'adapter le programme fongicide en conséquences. En 2016, le pilotage du déclenchement du T1 avec Septo-LIS et le raisonnement à la variété permet en moyenne de gagner 3.6 q/ha net soit 50 €/ha.
- L'enjeu positionnement du relais est d'autant plus important que le T1 est positionné trop tôt ou un peu trop tard. Comme attendu, plus la dose du T2 est faible, plus l'enjeu du positionnement est important.

Rouille jaune

2016 : LE RISQUE DE DEPART ETAIT ELEVE

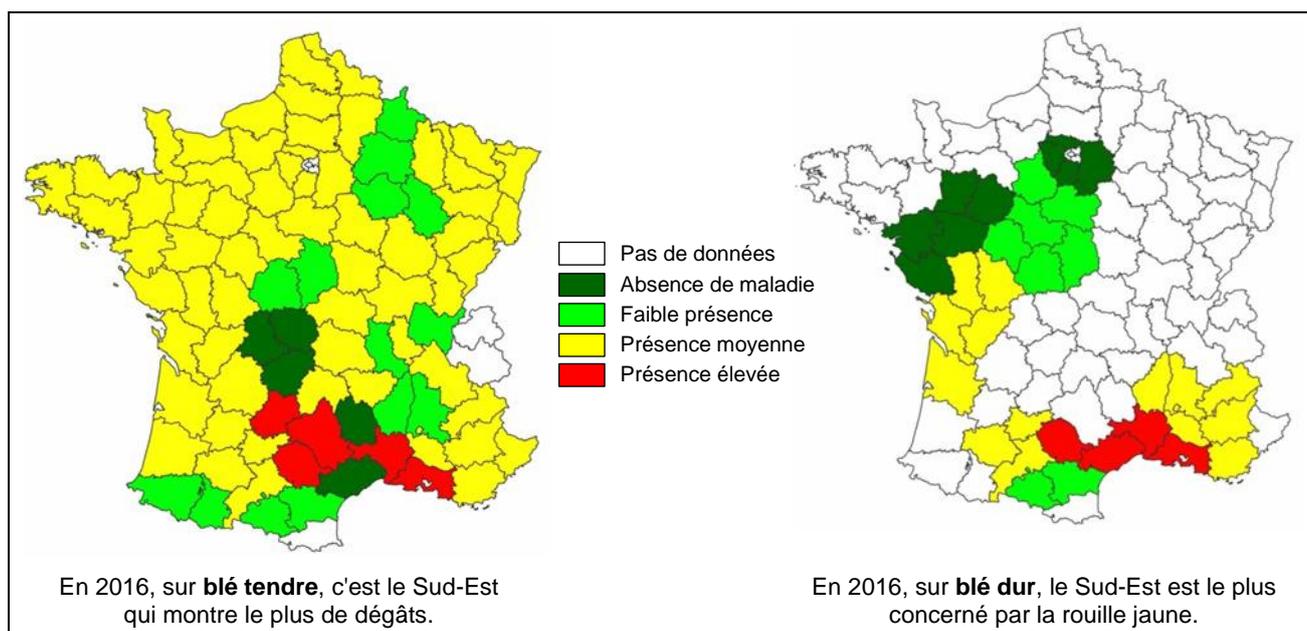
On se souvient de l'année 2014 qui a été l'année record, avec une épidémie sans conteste la plus importante de ces quinze dernières années, à la fois par les surfaces concernées mais aussi par l'intensité des attaques et leur impact sur le rendement. Pour 2015, on craignait à nouveau une forte épidémie, mais ce ne fut pas le cas excepté sur variétés très sensibles. Pour 2016, avec des semis précoces et un hiver peu marqué (températures relativement douces et pluviométries moyennes), on s'attendait courant mars, à un niveau proche de la référence haute de l'année 2014, mais finalement, l'épidémie se rapproche beaucoup de celle rencontrée en 2015. En fait, la rouille jaune a été présente pendant tout le printemps, sans pour autant retrouver le caractère explosif de la maladie de 2014, elle a pu être bien maîtrisée sur les variétés sensibles au stade jeune. Cette année encore, la rouille a pu être observée sur épis pour certaines variétés.

Les variétés de blé tendre les plus citées dans les BSV en 2016 et présentant des symptômes sont : Alixan, Allez-y, Altigo, Ascott, Boregar, Cellule, Expert, Fructidor, Grapelli, Hyfi, Illico, Joker, Laurier, Lyrik, Midas, Nemo, Rubisko, Sherlock, Sy moisson, Trapez. Ces observations restent toutefois à prendre avec prudence car toutes n'ont pas été validées dans nos essais.

Dans le Sud-Ouest, elle est signalée en février sur blés tendres sensibles (Quality, Tiepolo, Nogal) et triticales mais il n'y a toutefois pas eu d'explosion de l'épidémie par la suite.

Sur blé dur, c'est dans le Sud-Est qu'elle a été observée de manière plus importante que ces dernières années. Les variétés les plus citées avec les observations du Sud-Est, Sud-Ouest et Centre sont : Miradoux, Fabulis et Anvergur.

Figure 1 : 2016 une année forte pour le Sud-Est



POURQUOI AUSSI PEU DE ROUILLE JAUNE EN 2016

L'année dernière, en 2015, nous avons tenté d'expliquer la faible présence de rouille jaune malgré des conditions climatiques a priori favorables à son développement par la dominance d'un vent du Nord-Est par définition froid

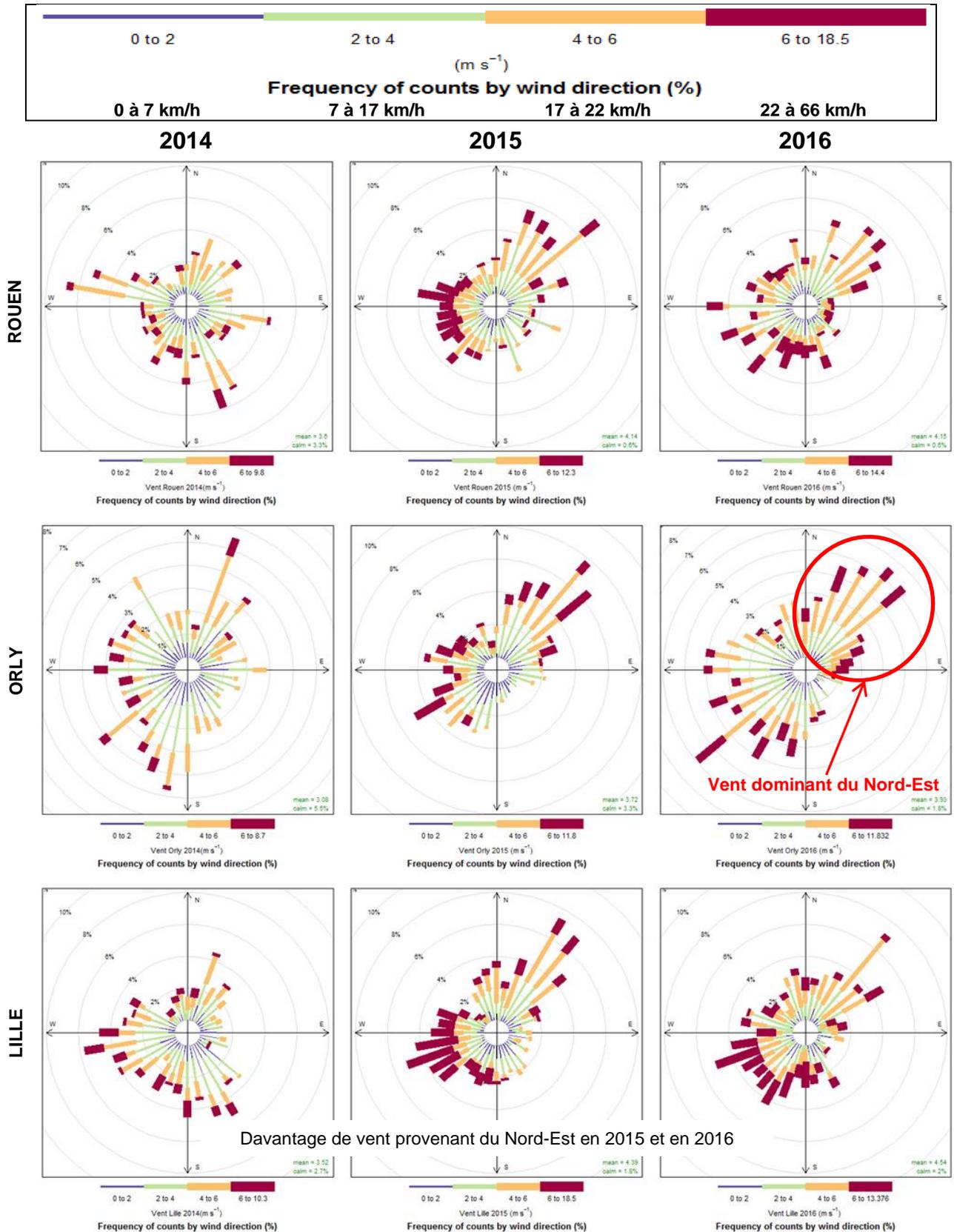
et sec qui a vraisemblablement limité la présence de rosée indispensable à la germination des spores de rouilles.

Figure 2 : Rose des vents à Orly, Rouen et Lille: Distribution des directions du vent par groupes de vitesses.

On utilise une rose des vents pour représenter la direction du vent par classes de vitesses pour la période du 1er mars au 30 avril. L'image de gauche, représente la rose des vents de l'année 2014 au centre 2015 et celle de droite l'année 2016.

En 2016, les vents les plus forts sur la période mars/avril proviennent principalement de la direction Nord-Est sur les 3 postes météo. (Rouen, Orly et Lille)

Si en 2014, la force des vents était assez faible et les vents plutôt orientés à l'Ouest, vents plus humides, c'est l'inverse, en 2015 et 2016, les vents dominants sont orientés vers le Nord-Est, froids et secs, moins favorables à la rouille jaune.

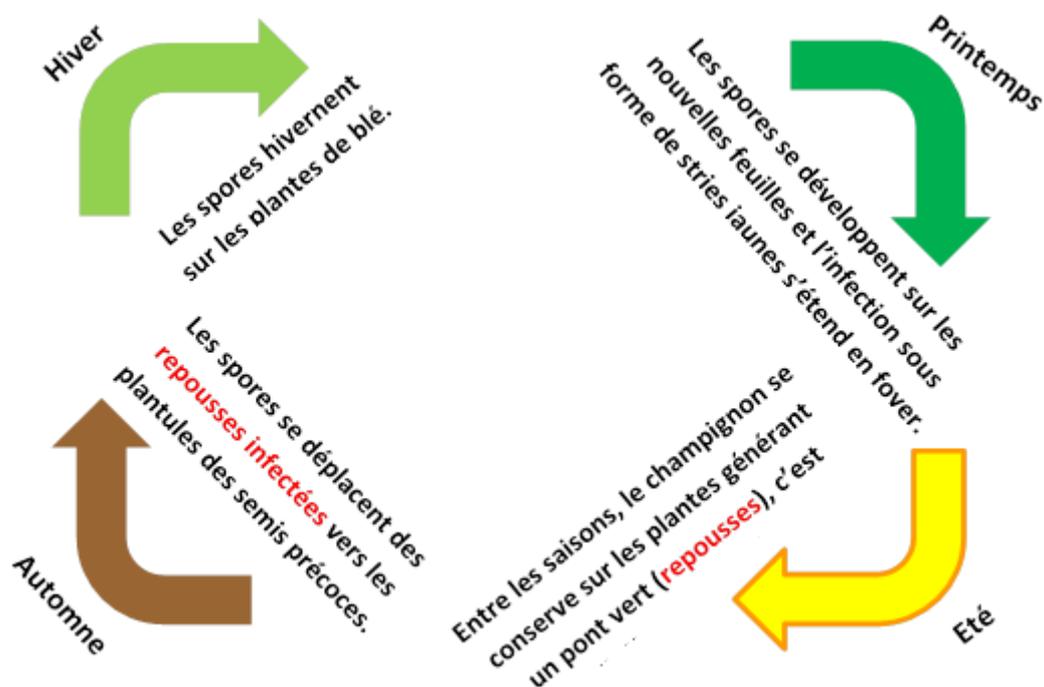


Activer tous les leviers agronomiques

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

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 3 : Cycle simplifié de la rouille jaune des céréales



Résistances variétales sur blé tendre en 2016

Echelle de résistance à la rouille jaune

Références		Les plus résistantes				Nouveautés et variétés récentes	
Résistants	TERROIR	CH NARA	COLLECTOR	RGT MONDIO	SHERLOCK		
		COSTELLO	LENNOX	SALVADOR			
		CALUMET	POPEYE	SOTHYS CS	RGT VENEZIO		
	CALABRO	ADV ISOR	DESCARTES	LAV OISIER	NEMO		
	BOLOGNA	IZALCO CS	KWS DAKOTANA	MATHEO	OSMOSE CS		
		DISTINKION	LG ABRAHAM	LG ALTAMONT	TRIUMPH		
Assez résistants							
	SY MOISSON	AREZZO	AIGLE	GRANAMAX			
			ATOUPIC	FRUCTIDOR	HYBELLO	HYBERY	
			HYGUARDO	RGT VELASKO	(UBICUS)		
		SOLEHIO	HYKING	RGT CELESTO	STEREO		
	RUBISKO	PAKITO	BIENFAIT	HYDROCK	MOBILE	LG ABSALON	
	ARMADA	APACHE	REBELDE	RGT CESARIO	SYSTEM	(VYCKOR)	
		CHEVRON	APANAGE	ATTRAKTION	CENTURION	FORCALI	
			GHA YTA	MILOR	OVALIE CS	RGT LIBRAVO	
Moyennement sensibles							
	CELLULE	BERGAMO	ARKEOS	HYBIZA	HYCLICK	PIBRAC	
		DIAMENTO	ASCOTT	CREEK	SYLLON	RGT TEKNO	RGT TEXACO
	GALIBIER	DIDEROT	EXPERT				
Assez sensibles							
	BOREGAR	BAROK	AUCKLAND (GALLUS)				
	LEAR	GRAPELI	REFLECTION				
Sensibles							
	LYRIK	HYSTAR	APLOMB	CAMELEON	COMILFO	COMPLICE	
Très sensibles							
	OREGRAIN	COURTOT	RECIPROC				
		TIEPOLO	GOTIK	MAXENCE	SILVERIO		
	TRAPEZ	HYFI	HYWIN	PAPILLON			

() à confirmer

Source : essais pluriannuels inscription (CTPS/GEVES) et post-inscription (ARVALIS), jusqu'à 38 en 2016

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

Synthèse pluriannuelle nationale (2012-2016)

Références		Les plus résistantes				Variétés récentes		
Variétés peu sensibles				9				
				8.5				
		ANVERGUR	ATOULDUR	BABYLONE		NOBILIS	PASTADOU	RGT_FABIONUR
		FLORIDOU	GIBUS	DAURUR	TABLUR	RGT_IZALMUR		
		FABULIS	KARUR	PICTUR	QUALIDOU	CASTELDOUX	HARISTIDE	RGT_NOMUR
Variétés moyennement sensibles				7				
				6.5				
		ISILDUR	PESCADOU	SCULPTUR	6	BYZANCE		
					5.5			
Variétés sensibles				5		RELIEF	RGT_MUSCLUR	
				4.5				
			ALEXIS	PLUSSUR	4			
					3.5			
				LUMNUR	3			
				2.5				
				2				
				1.5				
				1				

Les plus sensibles

Source : essais pluriannuels ARVALIS (2012-2016)

ETUDE DES POPULATIONS DE ROUILLE JAUNE PAR L'INRA BIOGER

Plusieurs types de races Warrior

Un suivi des populations à l'échelle du territoire est réalisé conjointement entre les sélectionneurs, Arvalis-Institut du Végétal et l'INRA Bioger (Dr. Claude Pope de Vallavieille) qui analyse les populations en provenance du terrain pour détecter précocement de nouveaux profils de virulence, comprendre les contournements de résistance et orienter le travail des sélectionneurs.

En 2011, une nouvelle race majoritaire et isolée sur blé tendre et triticales a été décrite : la race Warrior/Ambition. Depuis, cette race qui a rapidement remplacé les « anciennes » races européennes est prédominante dans toute l'Europe. D'ailleurs, l'apparition massive et concomitante de cette race en France, en Grande Bretagne, en Allemagne, au Danemark et en Suède, ses caractéristiques biologiques différentes des isolats trouvés dans le Nord-Ouest de l'Europe précédemment, et la diversité génétique observée, suggéraient une origine exotique. Cette origine exotique a depuis été clairement démontrée comme étant une invasion multiple et récente (Hubbard et al. 2015). En 2012, elle se généralise sur blé tendre, sur blé dur mais aussi sur triticales, aussi bien dans le Nord que dans le Sud de la France.

Cette race se caractérise par un très large spectre de virulences capables de contourner des gènes de résis-

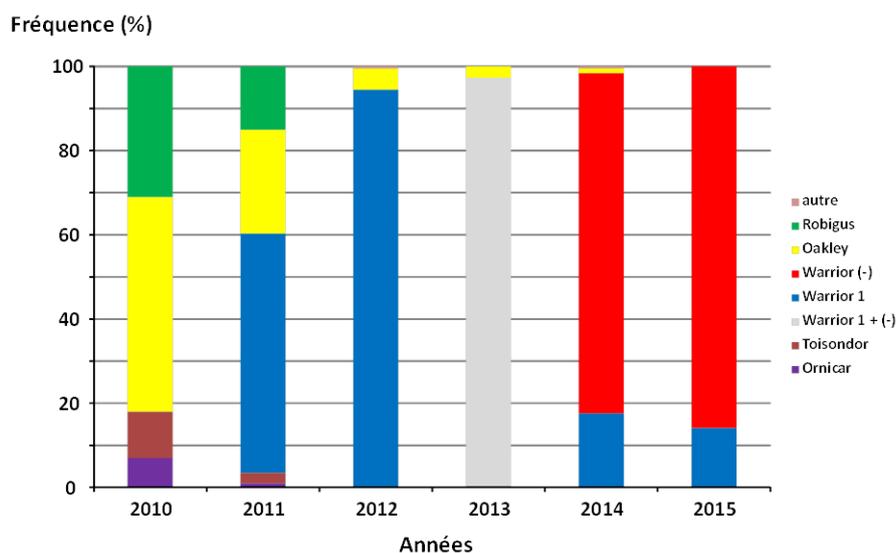
tance spécifique au stade plantule : Yr1, Yr2, Yr3, Yr4, Yr6, Yr7, Yr9, Yr17, Yr25, Yr32 et Yr(SP).

Mais, des études complémentaires (Hubbard et al. 2015, NIAB; Hovmøller et al. 2015) ont montré que cette race Warrior présentait une plus grande diversité génétique que les précédentes races européennes et qu'il ne fallait pas parler d'une race Warrior mais d'au moins 4 « races » !

Les travaux de l'INRA ont montré qu'en France la race Warrior est constituée de deux races : Warrior 1 et Warrior-. La première dominait les populations de rouille jaune en 2011 et 2012 puis Warrior- (prononcé Warrior moins, car avirulente sur la variété Warrior) est devenue dominante à partir de 2014 (Figure 4).

Néanmoins, aucune de ces 4 races en GB ou 2 races en France n'est capable de contourner, par exemple, Apache au stade adulte. La seule race, formellement décrite comme capable de contourner les gènes de résistance d'Apache au stade adulte, est la race KWS Sterling (identifiée en 2011 par le NIAB en Angleterre). Cette race n'a pas encore été formellement détectée en France par l'INRA même si des parcelles d'Apache significativement touchées ont été observées en 2015, ce qui n'a pas été observé en 2016.

Figure 4 : Répartition des différentes races de rouille jaune rencontrées en France depuis 2010



(Source INRA-BIOGER), C. Pope de Vallavieille, M. Leconte, INRA Bioger, Les projets FSOV (2012-2015) et PURE (programme européen PCRD7) ont financé l'étude sur l'évolution des races de rouille jaune.

En 2013, les deux races étaient présentes, Warrior 1 dominait, mais la fréquence des deux races n'est pas encore déterminée précisément.

Sur le plan des comportements variétaux, l'arrivée des races Warrior coïncide avec des pertes plus ou moins marquées de résistance de quelques variétés : une

première série de contournement a été observée dès 2012, puis une seconde en 2014.

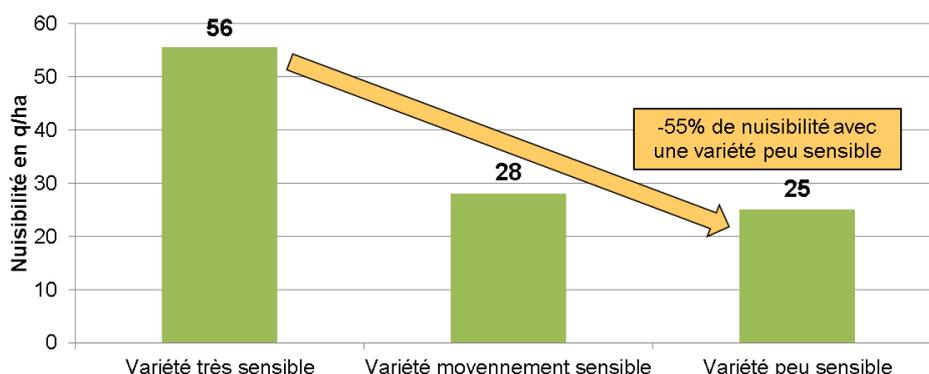
Pour 2016, les premières analyses laissent penser que nous sommes sur le même schéma que 2015, à savoir une dominance par Warrior-.

Prendre en considération la résistance variétale pour adapter la lutte

La résistance variétale est un moyen de lutte particulièrement efficace. Cependant beaucoup de variétés résistantes en fin montaison et durant le remplissage peuvent être sensibles durant le tallage et le début de la montaison. Ces résistances qui s'expriment au stade adulte peuvent s'appuyer sur plusieurs gènes mineurs qui constituent des niveaux de protection efficaces, ou sur des gènes de résistance majeurs qui protègent totalement la plante mais qui sont aussi soumis à des risques de contournements plus importants. A titre d'exemple,

des essais conduits, depuis 4 ans, à Rots (14) en contamination artificielle, montrent une nuisibilité relative significativement différente en fonction de la cotation évaluée en fin de saison une fois que les résistances au stade adulte sont en place. Entre une variété très sensible à la rouille jaune (exemple Altigo, Trapez (3) ou Laurier (2)) et des variétés moyennement sensibles (exemple Koreli (6)) ou peu sensible (Rubisko (7)). La nuisibilité observée est de 56 q/ha sur variété très sensible et de 25 q/ha sur la variété peu sensible. Notons toutefois que quelques interactions sont possibles avec d'autres maladies en particulier la septoriose.

Figure 5 : Nuisibilité de la rouille jaune en fonction de la résistance variétale 2013-2014-2015-2016 - Rots (14)



La note de résistance à la rouille jaune exprime bien la nuisibilité finale liée à la rouille jaune même si des interactions sont possibles avec d'autres maladies

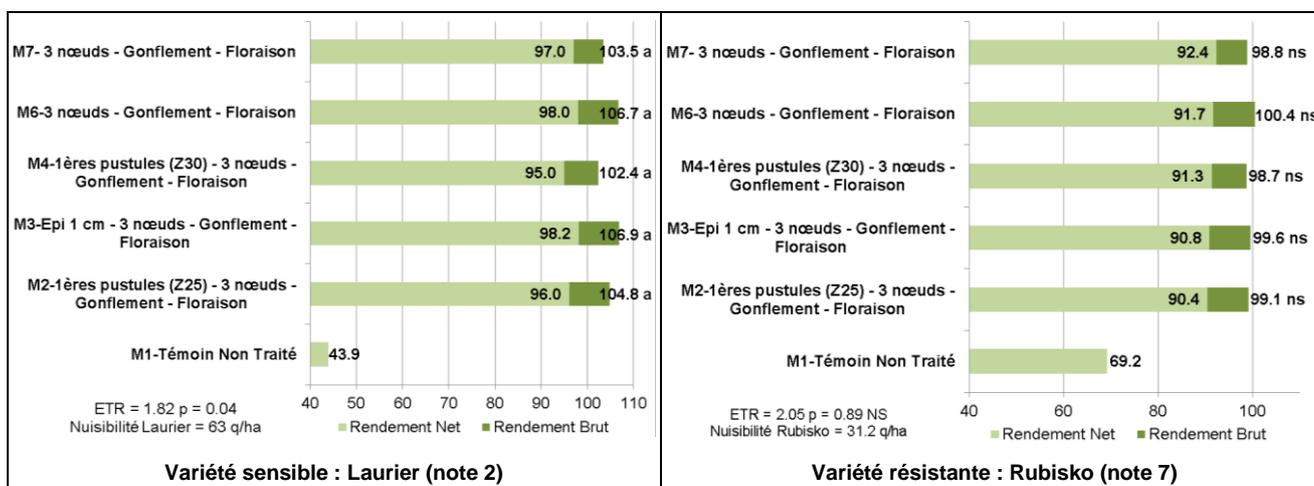
Un seuil d'intervention à adapter en fonction de la résistance variétale ?

Faut-il ou non traiter les variétés notée 7 et plus ?

Pour essayer de répondre à cette question, depuis 3 ans, nous avons mis en place un essai à Rots (14) conduit en contamination artificielle. En 2016, l'essai était composé de 2 variétés de résistance à la rouille jaune différente (Laurier : note de 2 et Rubisko : note 7), a

contrario leur tolérance vis-à-vis de la septoriose est identique. L'objectif est de préciser s'il y a lieu ou non de modifier le seuil d'intervention sur la rouille jaune du blé en fonction de la sensibilité variétale. Les résultats montrent, dans les conditions 2016, qu'un traitement à partir du stade 3 nœuds était suffisant sur la variété résistante (figure 6) malgré la présence de pustules dès le stade tallage pour les deux variétés.

Figure 6 : Résultats rendements essai rouille jaune à Rots (14) en 2016



Les modalités M6 et M7 sur Laurier et Rubisko se différencient sur le type de traitement appliqué au stade gonflement : M6 = LIBRAX 0.75 + COMET 200 0.25 et M7= LIBRAX 0.75.

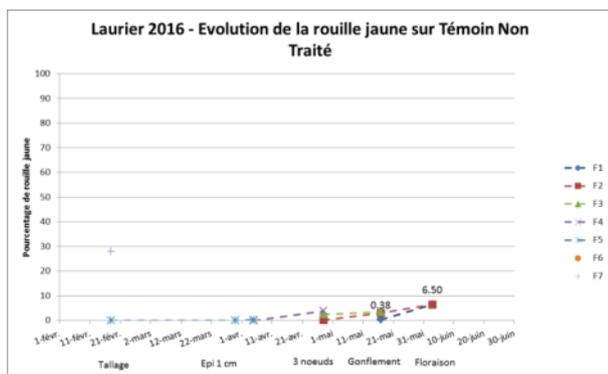
Une épidémie faible en 2016

En 2016, dès le stade tallage, des pustules étaient visibles sur les deux variétés testées. Cette épidémie est restée présente tout au long d'un printemps frais mais sans développement de foyers actifs ni de caractère explosif. En 2015 au stade floraison, sur la variété Laurier (2), la F2 présentait 6.5% de rouille jaune contre

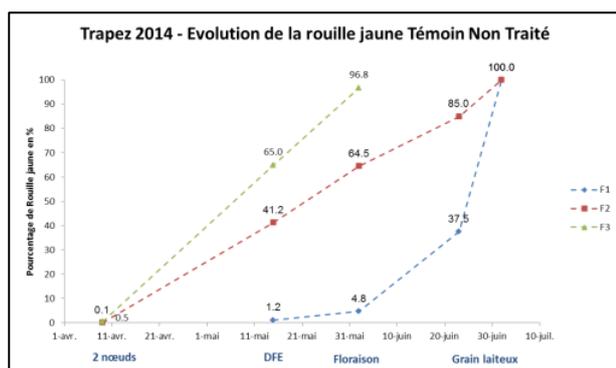
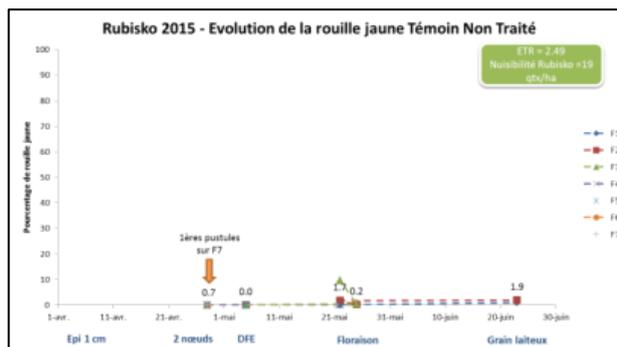
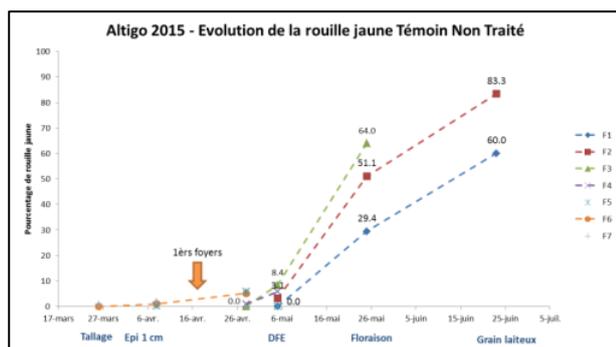
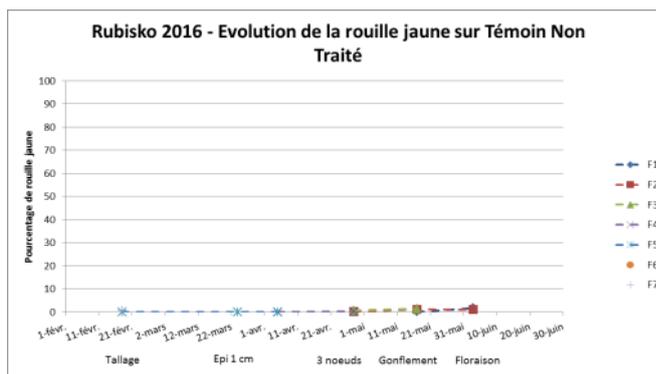
51% en 2015 sur Altigo (3) et 64% sur Trapez (3) en 2014 (figure 7). Sur variété peu sensible, en 2016, Rubisko (7) présentait très peu de symptômes, à hauteur de 1% sur la F2 définitive comme en 2015. Ainsi on constate bel et bien des différences importantes sur l'évolution de l'épidémiologie au cours du printemps en fonction de la résistance variétale.

Figure 7 : Evolution de la rouille jaune sur les campagnes 2014-2015-2016 sur les Témoins Non Traités à Rots (14)

Variété Très sensible à la rouille jaune



Variété Résistante à la rouille jaune



Des seuils de traitement en fonction des comportements des variétés ?

Une synthèse a été faite sur les 4 années d'essais à Rots (14) conduits en contamination artificielle. Pour les campagnes 2013 et 2014, le dispositif portait sur 2 variétés : une très sensible à la rouille jaune (Trapez ou Altigo) et une moyennement sensible (Koreli). En 2015, le

dispositif de 2013 et 2014 a été reconduit et enrichi d'une troisième variété résistante à la rouille jaune (Rubisko). En 2016, le dispositif de 2015 a été reconduit mais sur deux variétés, une sensible à la rouille jaune (Laurier) et la seconde résistante à la rouille jaune (Rubisko). L'objectif est de préciser s'il y a lieu ou non de modifier le seuil d'intervention sur la rouille jaune du blé selon la sensibilité variétale.

Ce qu'il faut retenir sur les 4 années d'essais

Variété	Année de récolte	Stade d'apparition de la rouille jaune	Progression de la rouille jaune jusqu'à DFE	SEUIL DE NUISIBILITE	
				A partir d'épi 1 cm : intervenir en présence de foyers actifs	A partir de 1 nœud : intervenir dès les premières pustules
TRAPEZ (3)	2013	DFP	Faible		VALIDE
	2014	2 nœuds	Forte		VALIDE
ALTIGO (3)	2015	Tallage	Faible	VALIDE	
KORELI (6)	2013	Gonflement			VALIDE
	2014	2 nœuds	Assez forte		VALIDE
	2015	Epi 1 cm	Faible		NON VALIDE
RUBISKO (7)	2015	2 noeuds	Faible		NON VALIDE
LAURIER (2)	2016	Tallage	Moyenne		NON VALIDE
RUBISKO (7)	2016	Tallage	Moyenne		NON VALIDE

Pour les **variétés sensibles et moyennement sensibles** (note ≤ 6) : les seuils d'interventions sont validés :

- A partir d'Epi 1 cm, intervenir en présence de foyers actifs
- A partir de 1 nœud, intervenir dès les premières pustules

Pour les **variétés résistantes** (note > 6) : les seuils d'interventions sont modifiés :

- Avant le stade 2 nœuds, ne pas intervenir
- Après le stade 2 nœuds, intervenir dès l'apparition de la maladie. Cette intervention sera souvent en lien avec la lutte contre la septoriose.

Toutefois face aux évolutions permanentes de races, il est nécessaire de bien prendre en compte les dernières notes de résistances qui sont publiées annuellement dans Choisir 1 ou Choisir 2.

RESULTATS DES ESSAIS 2016 «PRODUITS» ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL

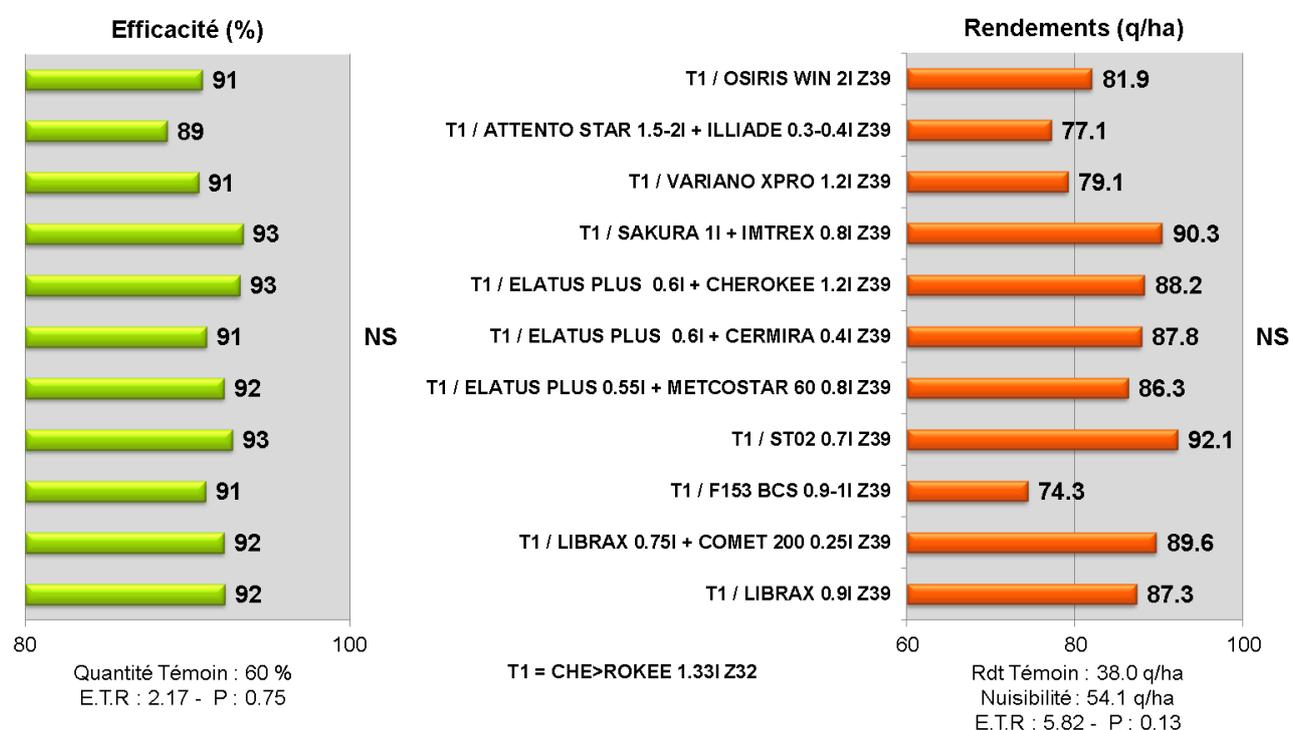
Cette année, deux essais sont réalisés (Dépts 27 et 59), sur variétés très sensible (Alixan et laurier) avec un niveau de rouille très important : 60 % de maladie sur feuilles et une nuisibilité de 54.1 quintaux entre la meilleure modalité et le témoin non traité. Ce dernier obtient 38 q/ha.

La comparaison des différentes modalités est réalisée après une application à dernière feuille étalée. Même si la maladie a été observée fréquemment les mois précédents, elle n'était pas présente sur les deux dernières

feuilles lors des interventions. Le coût des produits testés avoisine 50 €/ha pour les doses retenues.

Les écarts entre la meilleure efficacité (93%) et la moins bonne (89%) sont relativement faibles, ce qui sous-entend que tous ces produits sont performants en raison d'une rouille jaune qui n'a jamais explosée mais qui a tout de même entraînée une très forte nuisibilité. Il faut toutefois rester prudent face à l'exploitation de ces essais qui montre des écarts parfois difficilement explicables et qui ne sont pas significativement différents entre eux.

Figure 8: Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille jaune du blé – 2 essais : 27 et 59



Le regroupement de ces deux essais montre des efficacités très correctes pour l'ensemble des modalités, puisqu'elles sont toutes supérieures autour de 90 %. Cela s'explique par une apparition très tardive de la maladie sur les feuilles supérieures et positionne ainsi les applications en situation préventive. La rouille a toutefois continué d'évoluer sur les témoins non traités ce qui se traduit par une très forte nuisibilité. Pour les parcelles

traitées, cette activité tardive de la maladie se traduit par un besoin de persistance pour assurer la protection durablement. Ainsi même si les rendements ne montrent pas de différences significatives, on constate qu'il y a tout de même des écarts importants entre les produits. L'essai de l'Eure (27) ayant également été attaqué par du *Microdochium*, mais il est difficile de faire la part de sa nuisibilité par rapport à celle de la rouille jaune.

REPERES POUR 2017

- En 2016, l'année se caractérise par une arrivée précoce de la maladie dès le mois de février, sans qu'elle présente un caractère explosif. Toutefois, elle a pu être présente de manière importante dans certaines parcelles. 2016, présente une pression intermédiaire entre 2014 et 2015.
- C'est dans le Sud-Est que la maladie qui a un caractère exceptionnel était la plus préoccupante.
- Le mois de février 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, 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 race appelée KWS Sterling identifiée en 2011 par l'institut national agronomique anglais (NIAB - National Institute of Agricultural Botany) et capable d'attaquer Apache au stade adulte n'a toujours pas encore été formellement détectée en France par l'INRA.
- 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 projets F153 BCS et ST02 montre que le premier devra surement être renforcé par une strobilurine alors que le deuxième pourra être utilisé sans complément antirouille.
- Les associations avec Elatus Plus et un partenaire (Cherokee, Cermira ou Metcostar 60) 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

FORTE PRESSION MAIS UNIQUEMENT DANS LE SUD

Le risque potentiel de la rouille brune qui est évalué sur la base des sommes de T° moy Base 0 du 1er novembre au 31 mars (figure 1) était très élevé à la sortie de l'hiver (comparable à 2007, qui reste l'année la plus forte de ces dernières années). Suite à un hiver très doux, les premiers symptômes étaient plus que visibles au mois de mars dans le Sud et déjà les questions sur une intervention précoce, avant 1 nœud, étaient posées.

Pour le Nord, le printemps frais est venu stopper la progression de maladie et par la suite les mois de mai et juin très pluvieux ont été défavorables au développement de la rouille brune.

Les variétés de blés présentant des symptômes dans notre réseau d'essais et/ou citées dans les BSV :

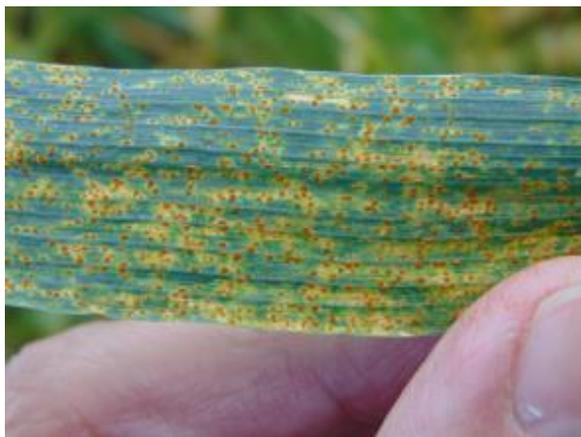
Blé dur : Babylone, Miradoux et Qualidou

Dans le Sud : Apache, Arezzo, Bologna, Cellule, Descartes, Galibier, Hybiza, Illico. Oregrain et Némio ont également montré en 2016 une augmentation de leur sensibilité et sont à surveiller.

Dans le Nord et Centre : Boregar et Cellule



*Inoculum important dans le Sud-Ouest dès le mois mars.
La rouille a fait déclencher des interventions dès le stade 1-2 nœuds sur variétés sensibles.*



Cette année dans le Sud, des niveaux de rouille très importants sur certaines variétés au stade maturité.

Niveau de gravité de la rouille brune ces 12 dernières années :

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

Figure 1 : Comparaison du risque potentiel Rouille brune en sortie hiver entre 2007 (dernière année à forte pression), 2015 et 2016. Somme de T° moy Base 0 du 01/11 de l'année de semis au 31/03 de l'année de récolte.

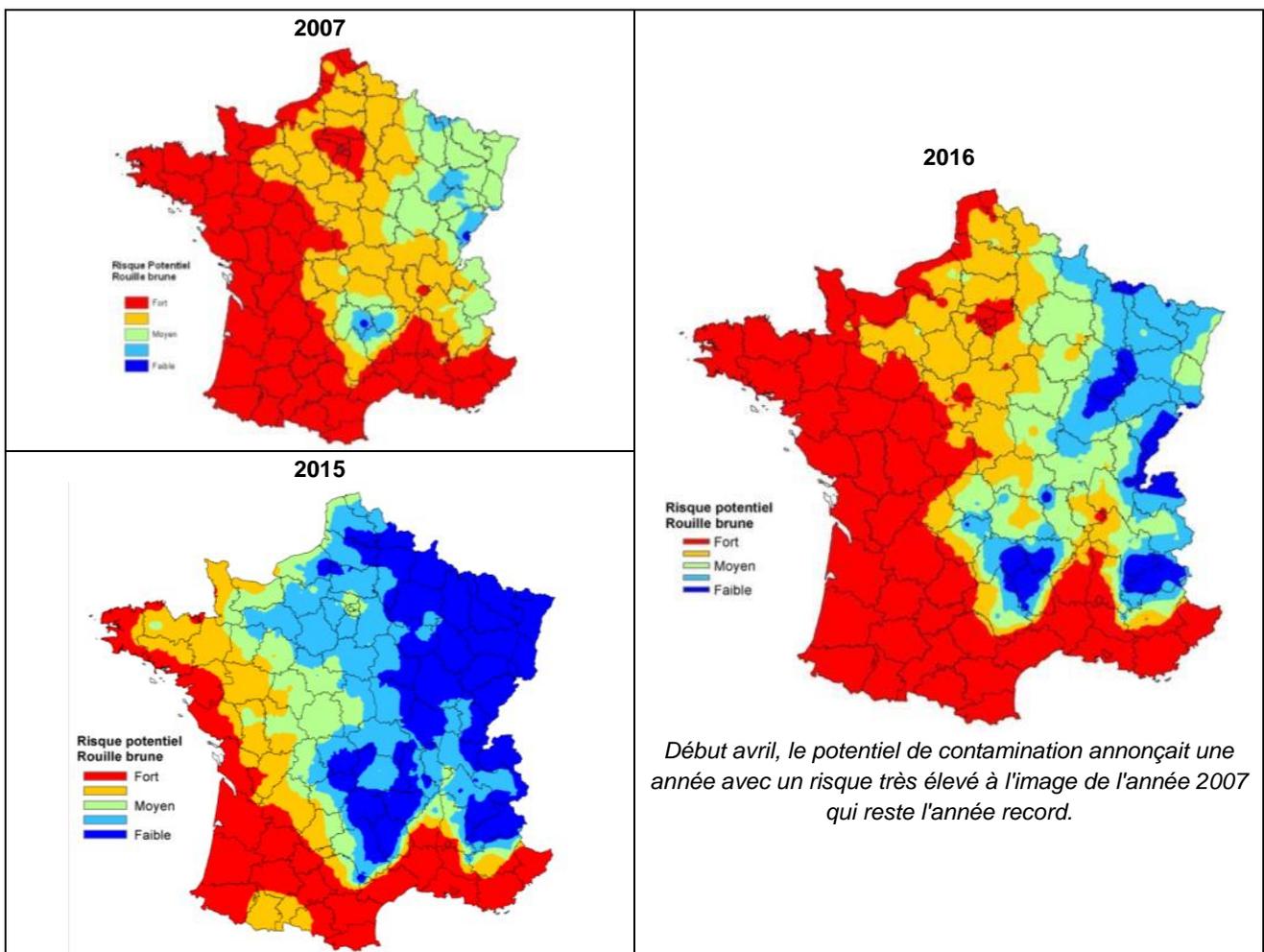
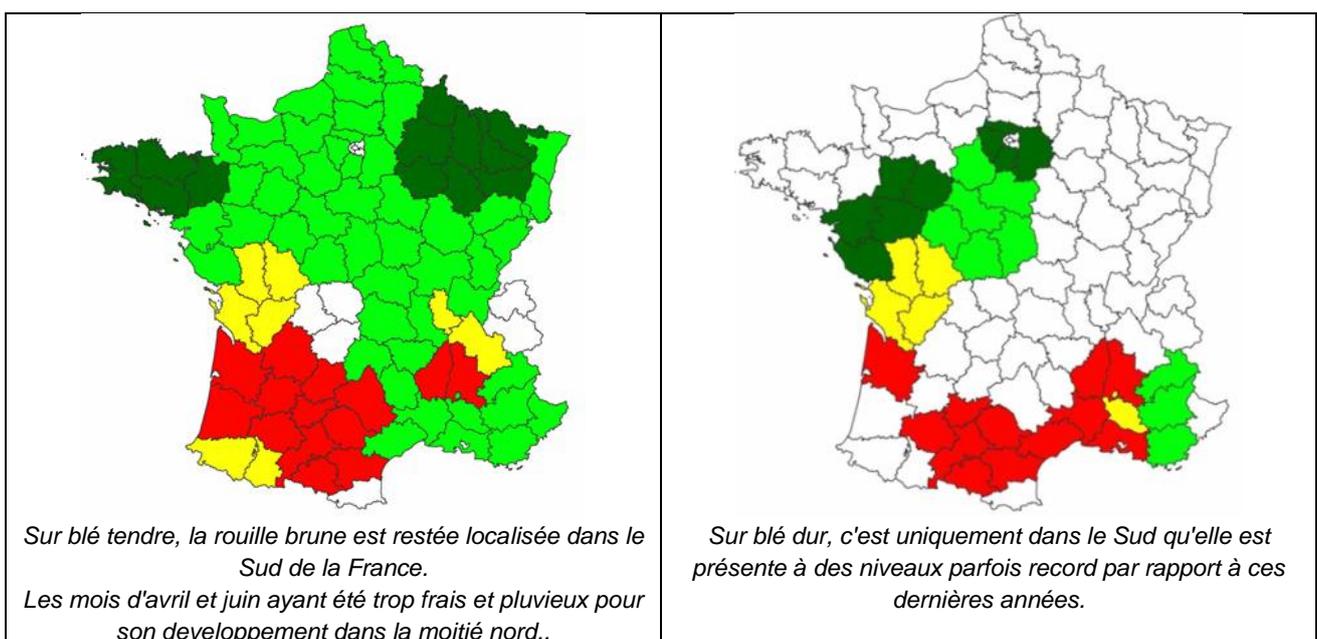


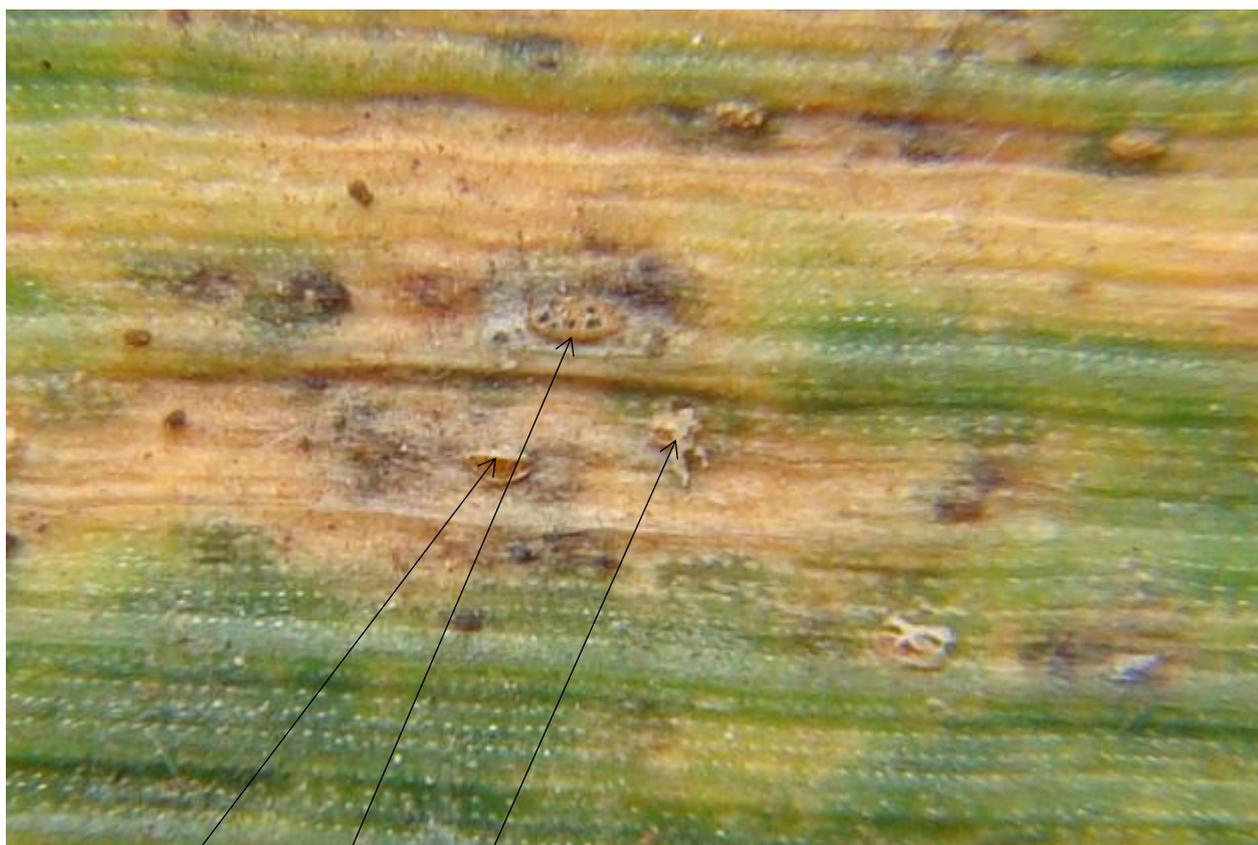
Figure 2 : Cartes d'observations de la rouille brune en 2016 (issues d'observations réalisées par les régionaux Arvalis)



UNE PARTICULARITE POUR LES PATHOLOGISTES

La rouille brune s'étant installée très tôt pour être présente à un très fort niveau début juin, un parasite ou plus exactement un hyperparasite a eu le temps de s'installer. C'est un champignon que l'on observe au niveau des urédosores (pustules de rouille brune). Il produit des pycnides et des cirrhes, un peu à l'image de la septoriose et de l'ascochytose, ce qui pouvait entraîner une confusion au maximum de son développement vers fin juin.

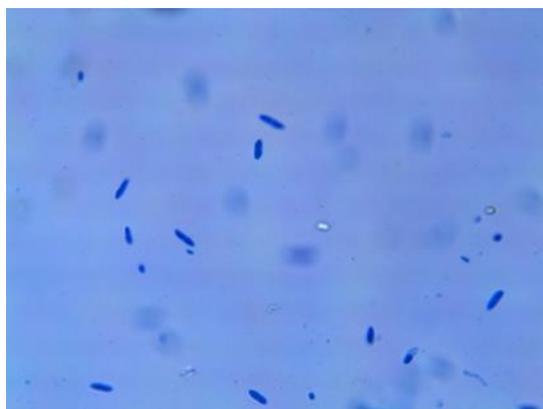
Cet hyperparasite, *Sphaerellopsis filum* (syn : *Eudarluca caricis*), est connu pour se développer sur une large gamme d'hôtes (plus de 360 différents dans le monde) en parasitant de nombreuses espèces de rouilles différentes (rouilles des céréales, rouilles du peuplier etc...). *S. filum* a été décrit dans toutes les régions du monde et son rôle potentiel en tant qu'agent de biocontrôle a reçu une certaine attention (Kuhlman et al., 1978, Whelan et al., 1997, Pei et al., 2003, Nischwitz et al., 2005). A suivre ...



Pustule de rouille brune

Pycnides de *Sphaerellopsis filum*

Production de cirrhes par *Sphaerellopsis filum*



Spores de *S. filum* (x400)

Résistances variétales pour le blé dur

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

Synthèse pluriannuelle nationale (2006-2016)

Les plus résistantes					
Références				Variétés récentes	
				9	
				8.5	
				8	NOBILIS PASTADOU LG BORIS CASTELDOUX
				7.5	RGT_MUSCLUR BYZANCE RGT VOILUR
Variétés peu sensibles	BABYLONE	DAKTER	DAURUR SURMESUR	7	RGT_IZALMUR
	ALEXIS	ATOUDUR	FLORIDOU GIBUS	6.5	RELIEF RGT_FABIONUR
	ISILDUR	LIBERDUR	PICTUR QUALIDOU SY_CYSKO TABLUR	6	RGT FIERTIMUR
		BIENSUR	PLUSSUR	5.5	HARISTIDE TOSCADOU
Variétés moyennement sensibles	CLOVIS	KARUR	LUMINUR SY_BANCO	5	
	FABULIS	MIRADOUX	PESCADOU	4.5	
		JOYAU	SCULPTUR	4	RGT_NOMUR
Variétés sensibles			NEODUR	3.5	
				3	
				2.5	
				2	
				1.5	
				1	

Les plus sensibles

Source : essais pluriannuels ARVALIS (2006-2016)

ETUDES DES POPULATIONS DE ROUILLE BRUNE PAR L'INRA BIOGER

Avec 70 gènes de résistance (Lr) recensés sur le génotype 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.

Depuis 2011, la fréquence de virulence pour ce gène Lr28 a beaucoup augmenté, les races porteuses de cette virulence provenant essentiellement des échantillons collectés sur les variétés porteuses de ce gène, et ceci dans toutes les régions de France. La variété Tobak est aujourd'hui fréquemment attaquée et à des niveaux importants. Les variétés Nemo et Oregrain sont maintenant touchées.

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. 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. Une nouvelle race virulente 28 apparue en 2015 (6 isolats seulement, sur plus de 400 analysés), connaît en 2016 un développement très fort, puisqu'elle est la race dominante pour l'instant dans les 116 échantillons 2016 analysés. On l'a trouvée essentiellement sur Nemo, mais également Belepi, Matheo, Oregrain, Rubisko, Tobak. Par ailleurs, 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. L'accroissement de la fréquence du gène Lr28 dans le paysage cultivé augmente la fréquence des races avec la virulence correspondantes ; les variétés qui ne sont protégées que par le seul de gène Lr28, ou même par une combinaison Lr24 + Lr28, sont désormais vulnérables. Elles pourront conserver un bon niveau de résistance, à condition de posséder des gènes de résistance partielle, ou bien d'autres gènes de résistance spécifique non contournés.

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 2016 «PRODUITS» ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL

Cette année, trois essais sont réalisés (Dépts 11, 26 et 32), avec un niveau de rouille très important : 63 % de maladie sur les feuilles supérieures et une nuisibilité élevée de 35.7 quintaux mesurée par l'écart entre la meilleure modalité et le témoin non traité qui obtient un rendement de 40.3 q/ha. En essais, pour le Sud, l'année 2016 se situe parmi les années record au niveau de la nuisibilité de la rouille brune.

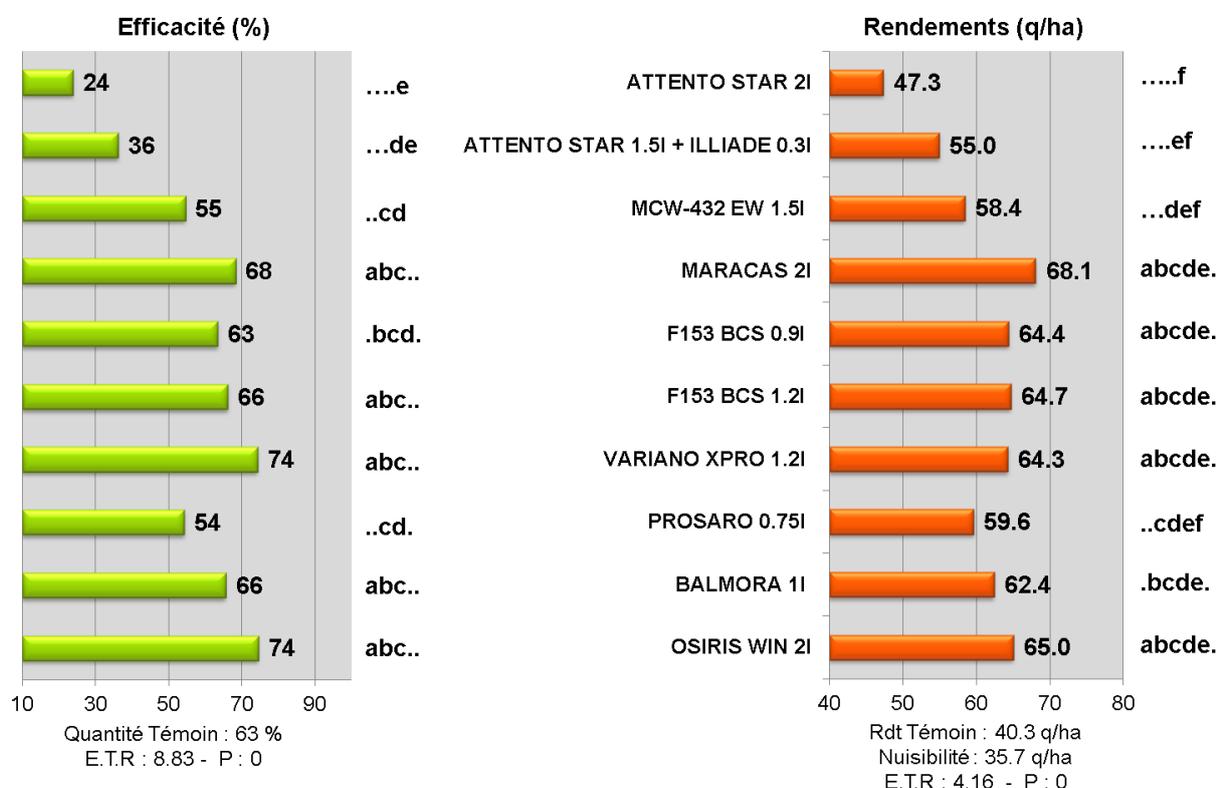
La comparaison des différentes modalités est réalisée après une application à dernière feuille étalée (du 12 au

28 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.

Si 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 importants.

L'écart d'efficacité entre les modalités traitées, soit entre la meilleure efficacité (92%) et la moins bonne (24%) représente 68 % de différence. En rendement, cet écart entre les modalités traitées est de 28.3 q/ha.

Figure 3 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – les T1 : triazoles associés à des contacts comparativement à la référence Osiris Win 2l - Application unique au stade 39/41 (3 essais : 11, 26, 32)



L'association de 2 triazoles dans Osiris Win à 2l procure 74% d'efficacité et 65 q/ha en rendements. Le Balmora malgré sa pleine dose et son coût inférieur aux autres solutions à base de triazoles n'est pas suffisant comparé à la référence Osiris Win.

Ici, le Prosaro est testé à 0.75l ce qui est davantage une dose "fusariose de l'épi" plutôt qu'une dose "rouille brune". Il peut toutefois se comparer au Balmora comme à l'Osiris Win sur cette maladie. Dans ces comparaisons, il est inférieur. Il peut aussi se comparer au projet MCW-432 EW qui est une association de tébuconazole et de prochloraze et qui prochainement viendra remplacer l'Épopée actuel. Sur rouille brune, les deux produits

sont proches mais inférieurs au Balmora1l, ce qui laisse penser que 250 g de tébuconazole sont nécessaires en cas de fortes attaques.

Le Maracas association d'époxiconazole et de prochloraze obtient des résultats aussi bons, voire meilleurs que la référence Osiris Win. Ce produit plutôt adapté au T1 devrait trouver sa place dans les régions où la rouille est particulièrement précoce.

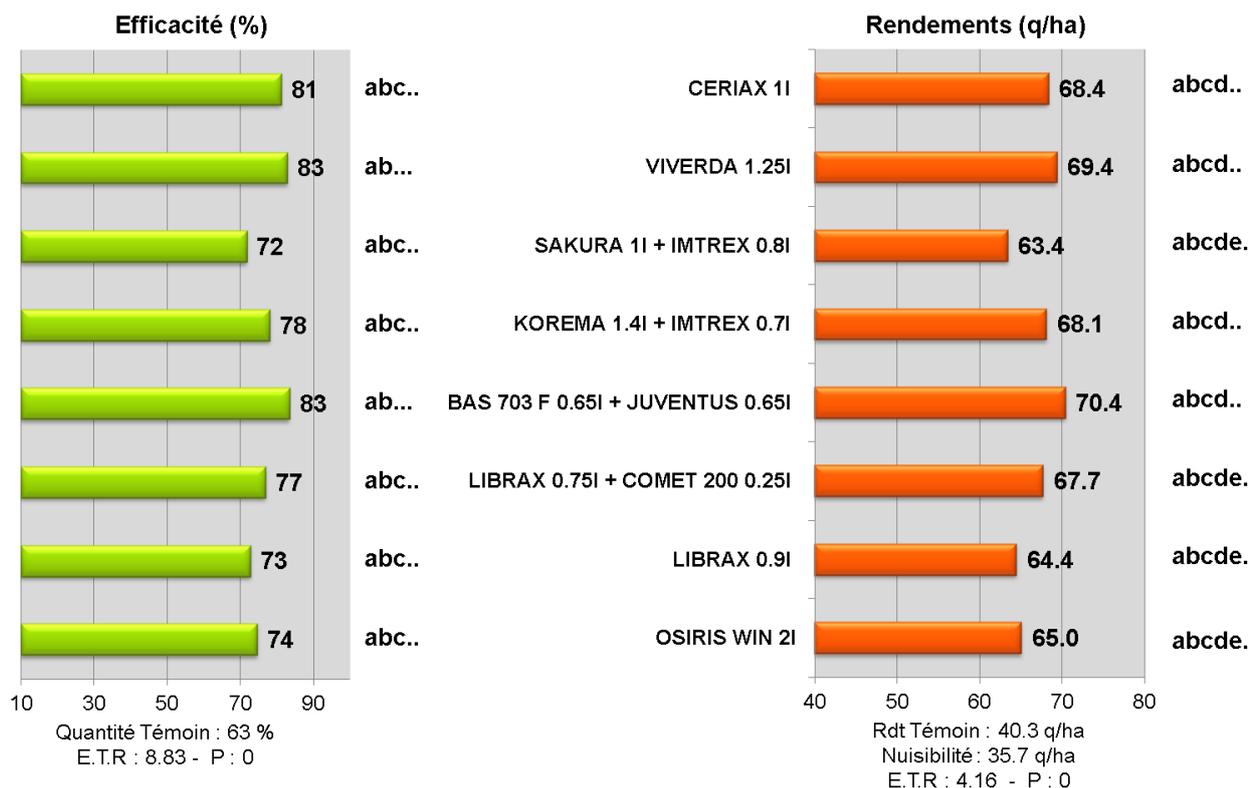
Attento Star à 2l n'est pas un produit adapté pour contrôler la rouille brune les années à très forte pression parasitaire. Même en lui associant 130 g de tébuconazole (Illiaide 0.3l) le mélange reste insuffisant. On sait par

ailleurs que les associations qui apportent du chlorothalonil en situation curative sont moins performantes qu'en préventive et cette année de la curativité et de la persistance était nécessaire face à la forte pression précoce.

Le Variano Xpro 1.2l se situe au niveau de la référence Osiris Win 2l, cela pourrait suffire mais on attend davantage d'un trois voies : triazole, strobilurine et SDHI.

Le projet F153 BCS (association de prothioconazole 130 g/l + bixafen 65 g/l + fluopyram 65 g/l) est étudié à deux doses ; 0.9l et 1.2l. On n'observe pas d'effet dose et le produit se situe au niveau de la référence Osiris Win, ce qui reste insuffisant pour se comparer aux meilleures modalités. Il paraît donc nécessaire à l'image de la plupart des SDHI de prévoir un ajout de strobilurine pour contrôler pleinement la rouille brune.

Figure 4 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – les T1 : triazoles associés à des contacts comparativement à la référence Osiris Win 2l - Application unique au stade 39/41 (3 essais : 11, 26, 32)



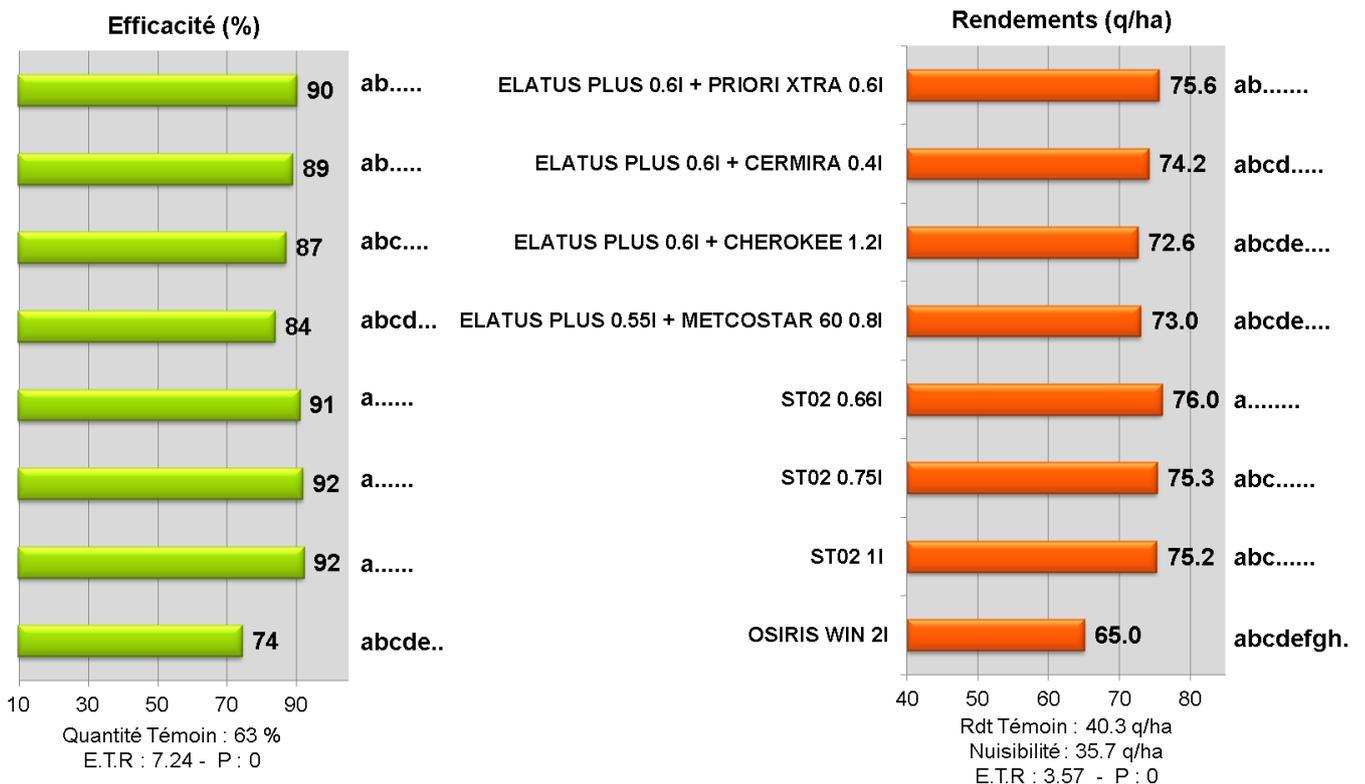
Le Librax 0.9l donne des valeurs équivalentes à la référence Osiris Win 2l. L'ajout d'une strobilurine tout en réduisant la dose de Librax donne de meilleurs résultats, tant en efficacité qu'en rendement.

L'association Sakura + Imtrex est à l'image du Librax, c'est-à-dire une association de fluxapyroxad (SDHI) + triazole même si ici c'est un double triazole et les résultats sont très proches ce qui signifie qu'une strobilurine doit être ajoutée en cas de forte présence de rouille brune avec peut être une nuance avec le mélange Korema + Imtrex qui rivalise avec les meilleures modalités

contenant du fluxapyroxad et de la pyraclostrobine. Ainsi, Ceriax et BAS 703F + Juventus montrent de très bons résultats à l'image du Viverda qui tous les ans arrive en tête dans les comparaisons.

Au final dans cette comparaison sur la base fluxapyroxad, c'est la modalité qui contient le plus de strobilurine qui est la plus efficace avec le meilleur rendement en l'occurrence c'est BAS 730F 0.65l qui procure près de 100 g de pyraclostrobine. A savoir que ce produit ne sera pas disponible pour la prochaine campagne.

Figure 5 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – les T1 : triazoles associés à des contacts comparativement à la référence Osiris Win 2I - Application unique au stade 39/41 (3 essais : 11, 26, 32)



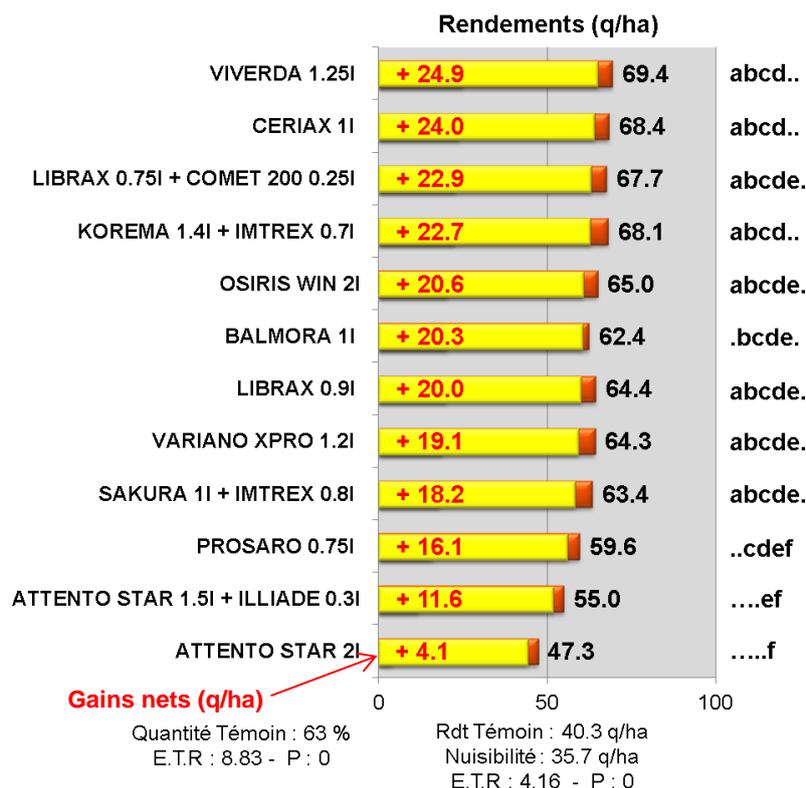
Elatus Plus contient 100 g/l de benzovindiflupyr qui est une nouvelle matière active de la famille des SDHI. Le nom de marque utilisé par la société Syngenta est le solatenol.

Le ST02 est une association de benzovindiflupyr 75 g/l + prothioconazole 150 g/l. il est utilisé à trois doses 0.66l, 0.75l et 1l. Différents partenaires ont été testés avec Elatus Plus, Priori Xtra, Cherokee, Metcostar 60 et Cer-

mira. Les résultats d'efficacité sont les meilleurs du regroupement d'essais. Les rendements sont également très bons et toutes les associations à base de benzovindiflupyr arrivent en tête des essais.

A noter que l'analyse statistique est réalisée avec une donnée manquante dans un essai du (26) pour la modalité Elatus Plus + Metcostar 60.

Figure 6 : rendements nets des différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/41 (3 essais : 11, 26, 32)



Nous présentons ci-dessus un extrait du regroupement des rendements des trois 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 2015/2016. Le

rendement en l'absence de traitement fongicide est de 40.3 q/ha.

Le meilleur rendement net est obtenu cette année encore avec Viverda 1.25l.

REPERES POUR 2017

- La rouille brune est arrivée précocement mais a explosé tardivement avec une virulence qui a entraîné des pertes conséquentes dans les parcelles mal protégées pour toute la partie Sud de la France.
- Suite à un été particulièrement sec dans le Sud, il n'y a eu que très peu de repousses et leur rareté pourrait conduire à une moindre épidémie en 2017.
- 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 en 2016.
- 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 F153 BCS, association de 2 SDHI et d'un triazole devra également être complétée par une strobilurine pour être recommandée sur rouilles.
- Par contre, le benzovindiflupyr (solatenol), nouveau SDHI, montre une efficacité intéressante. Il est le seul SDHI qui n'a pas besoin d'être complété par une strobilurine pour être suffisamment efficace à l'image du comportement du ST02. Il confirme également à 75 ou 50 g une excellente efficacité avec des partenaires comme le Cherokee, Cermira ou Metcostar 60.

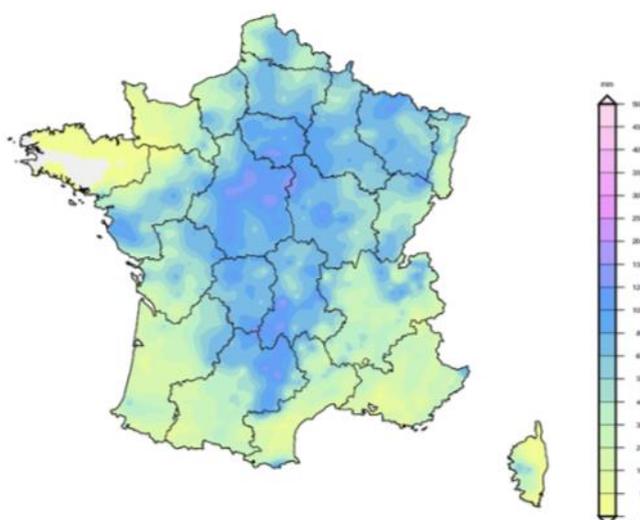
Fusariose des épis en 2016

Du jamais vu...

La pression de maladie sur les épis toutes espèces confondues a été exceptionnelle au printemps 2016. Si les orges de printemps s'en sont un peu mieux sorties, toutes les céréales ont été sévèrement touchées et en particulier les blés durs en région centre qui, dès la mi-juin, prenaient une couleur vert-marron-clair, reflétant des niveaux de contaminations jamais atteints. L'examen des épis était sans appel, tous les épis étaient touchés et dans des proportions dramatiques ; il n'était pas rare de constater que plus de la moitié des épillets étaient touchés.

Une pluviométrie exceptionnelle fin mai ...qui se prolonge en juin

Si la fusariose était présente partout, elle l'a été à des degrés divers... Les régions les plus épargnées sont les régions Sud, qui ont enregistré des précipitations au cours du mois de mai proches de la normale. En revanche au nord de la diagonale Bordeaux- Dijon, les pluviométries ont été fortement excédentaires, en particulier les 3 derniers jours de mai. Les départements les plus touchés ont été le Loiret, le Loir-et-Cher, le Cher, l'Essonne et l'Yonne. Sur cinq jours, du 28 mai au 2 juin, des records absolus de pluviométrie ont été enregistrés localement dans le Loiret (source météo France).



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

*Cumul de précipitations observés du samedi 28 à 8 h au jeudi 2 juin 2016 à 8 h locales. source Météo-France
Une exception toutefois, la Bretagne a échappé au déluge ; le foin était coupé quand le Loing sortait de son lit en Seine et Marne. Le Cotentin et la Base-Normandie ont été moins touchées également.*

...Et qui coïncide avec les floraisons !

Cette période de fin mai-début juin est habituellement celle de la floraison des blés tendres et des blés durs du Centre et des blés tendre du Nord de la France. La coïncidence avec les pluviométries record à la floraison et persistantes au moins de juin a conduit à cette forte pression. Même avec des traitements renforcés la protection n'a pas été suffisante. Si l'on gagnait en essai jusqu'à 20 q/ha pour un seul traitement, le résultat était encore loin d'être satisfaisant...soulignant l'insuffisance des moyens de protection, même renforcés, dans un contexte maladies aussi violent.

In fine la moisson est calamiteuse en rendement et en qualité

Difficile d'attribuer la totalité du désastre aux fusarioses de l'épi, mais la contribution des champignons pathogènes a été majeure dans bon nombre de cas. Dans les essais dédiés à l'étude de la protection des épis, les % d'épillets fusariés varient fortement d'un lieu à l'autre. Certains essais sont peu touchés et les rendements peu affectés. A l'inverse les % d'épillets les plus élevés sont associés aux niveaux de rendement les plus faibles (pas plus de 20 q/ha) Dans ces essais, le niveau d'efficacité des meilleures solutions plafonne parfois à 15%. Au global, le pourcentage d'épillets fusariés, d'un lieu à l'autre, et au sein des essais, explique correctement les variations de rendement observées, y compris les rendements les plus minables.

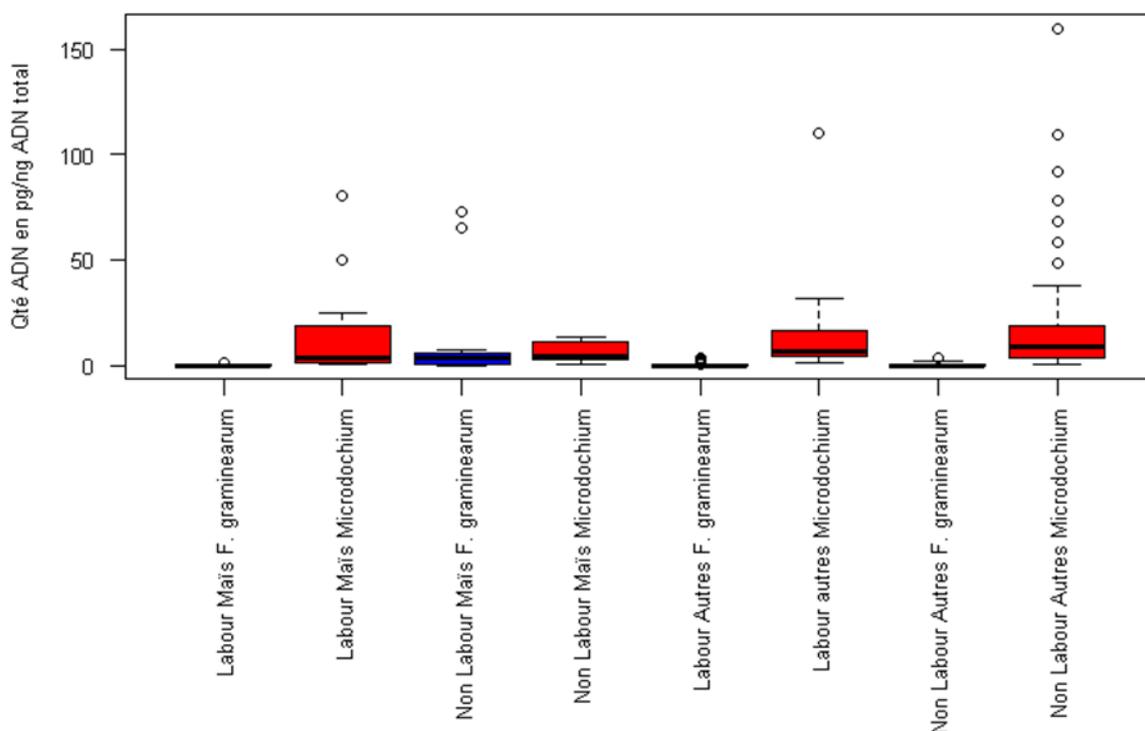
Moucheture et grain fusariés malgré une protection renforcée

La qualité des blés durs a également été fortement affectée, rendant impropre une partie de la production, de certaines régions, à l'export et à la transformation en semoule. La qualité des blés tendres a également été pénalisée. Malgré des taux de protéines élevés en grande partie dus aux faibles PMG, la qualité meunière n'a pas toujours été au rendez-vous : en cause, la qualité des protéines. Des pistes sont en cours d'investigation. Parmi les hypothèses, la biomasse fongique présente sur les grains récoltés pourrait être à l'origine de la production de protéases responsables de la mauvaise qualité du réseau de protéines du grain.

Une flore mixte...mais dominée par *Microdochium spp.*

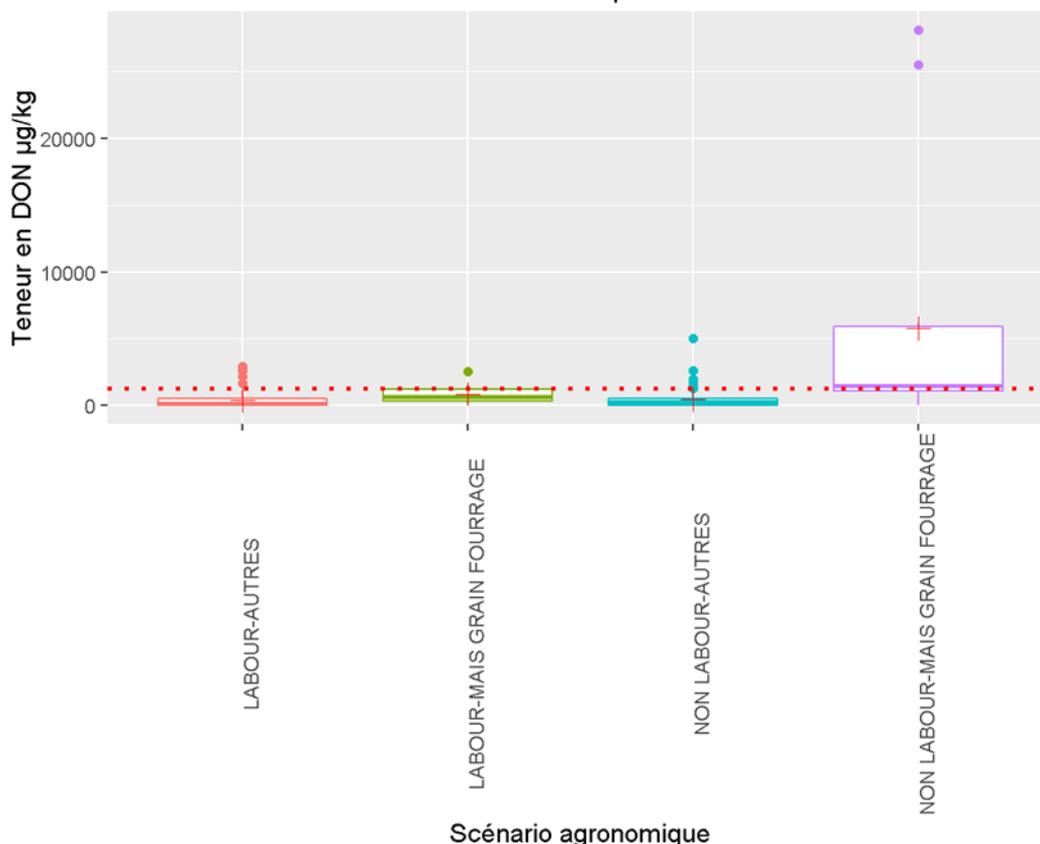
Des analyses sont encore en cours. Mais, les premiers résultats, basés sur plus de 200 échantillons, montrent la présence dominante de *Microdochium spp.* qui ont probablement la plus forte responsabilité dans les symptômes produits. Néanmoins, *Fusarium graminearum* est loin d'être absent du cortège de champignons présents sur épi. Il domine généralement dans les situations agronomiques à risque c'est-à-dire avec précédent maïs sans labour, là où il est attendu habituellement (figure 1).

■ **Figure 1 : Quantité d'ADN de *F.graminearum* (bleu) et de *Microdochium spp.*(rouge) mesurée sur épi entiers en fonction du travail du sol (Labour-non labour) et du précédent cultural (Maïs et autres précédents) (149 échantillons, prélevés avant maturité).**



Ce sont ces situations qui ont d'ailleurs enregistré le plus souvent les teneurs en DON dépassant les seuils réglementaires (figure 2). Notez que *Microdochium spp.* semble peu influencé par le précédent et le travail du sol. Il pourrait tout au plus être moins présent, quand *F.graminearum* l'est davantage (non labour-maïs), reflet d'une compétition potentielle entre les espèces (figure 1).

Figure 2 : Teneur en DON mesurée sur épi entiers en fonction du travail du sol et du précédent cultural (149 échantillons, prélevés avant maturité)



Entre les deux espèces de *Microdochium*, les premières tendances semblent confirmer une majorité de *Microdochium majus*, comme en 2008. Cette année-là, une enquête avait fait un premier état des lieux entre les deux espèces et avait conduit à la conclusion que *Microdochium majus* était plus fréquent que *Microdochium nivale*. Elle rejoint les premières observations de cette année.

Et quelle incidence en 2017...

La qualité des semences et la surveillance de leur faculté germinative est assurément le premier point de vigilance. *Fusarium graminearum*, comme *Microdochium majus* et *M. nivale*, sont en effet susceptibles de provoquer des manques à la levée, en particulier sur blé dur.

Les résidus de récolte sont porteurs d'inoculum. Néanmoins, les enquêtes montrent généralement que, dans nos conditions, les précédents blés sans labour ne sont pas plus à risque que d'autres situations agronomiques vis-à-vis des fusarioses. A l'inverse, des résidus de maïs sont plus à risque ; une hypothèse est leur meilleure capacité à se conserver. Mais, en Amérique du nord, les blés de blés sans labour sont considérés comme à

risque intermédiaire. Nul ne doute que les résidus de récolte après un blé sont contaminés et qu'ils peuvent constituer un réservoir d'inoculum. Il est donc préférable de les enfouir ou à défaut de favoriser leur décomposition par un travail du sol superficiel. Rappelons que la présence d'inoculum ne signifie pas automatiquement l'expression de la maladie. En effet, il faut que le champignon pathogène trouve les conditions *ad hoc* au bon moment. Le risque de fusariose de l'épi, au printemps 2017, dépendra d'abord et surtout des conditions météorologiques du printemps et en particulier au moment de la floraison.

Dernière précision, *Microdochium spp.* est appelé couramment « moisissure des neiges », parce qu'il attaque et détruit les graminées sous la couverture neigeuse, qui tend à affaiblir les plantes et à favoriser le développement du champignon pathogène par le maintien de l'obscurité et grâce à des températures idéales et constantes. Dans ces conditions *Microdochium spp.* peut attaquer les jeunes plantes, en se développant notamment à partir des résidus laissés en surface. Les risques de fontes de semis de ce type, s'ils sont rares en France, ne sont pas totalement à écarter cette année.

Microdochium spp. un risque qui n'est plus secondaire !

Les résultats d'analyses réalisées par Bayer (202 échantillons sur gélose) et les résultats d'Arvalis (plus de 200 échantillons en biologie moléculaire) convergent pour confirmer une année à forte pression fusariose, caractérisée par une présence marquée et très significative de *Microdochium spp.*

L'année 2016 rejoint donc les années 2007, 2008, 2012 et 2013 dans la série des années à *Microdochium spp.* Sur une période de 10 ans, 5 années de présence importante de *Microdochium spp.* conduisent à une fréquence d'une année sur deux ! Ce résultat invite à con-

sidérer les deux espèces, *Microdochium majus* et *Microdochium nivale*, comme une composante majeure de la flore de l'épi. La lutte doit donc impérativement prendre en compte le risque qui leur est associé, au même titre que la rouille brune ou la rouille jaune par exemple. La lutte chimique est bien sûr importante, mais aussi la lutte variétale et prophylactique (qui reste à améliorer). La caractérisation des variétés s'est jusqu'ici limitée à l'évaluation de la sensibilité aux fusarioses productrices de toxines. Le principe de réalité voudrait que l'on mette tout en œuvre pour mieux comprendre les causes et tenter de prévenir un nouvel épisode du type de 2016... Le projet de recherche engagé par l'UFS, Arvalis et le Geves et financé par le FSOV va déjà dans ce sens.

A ne pas confondre avec le Black Chaff ou le pseudo Black-Chaff !

Des glumes brun-violacé : bactériose ou réaction variétale ?

Des colorations sur épi partant de la pointe des glumes, sous forme de stries, allant du brun foncé au noir violacé, ont été observées régulièrement cette année. Ces symptômes sont appelés Black Chaff ou Pseudo-Black Chaff selon que l'origine est bactérienne ou liée à une réaction physiologique de la plante. Cette dernière hypothèse paraît la plus probable, mais aucune analyse n'a été réalisée permettant d'écarter formellement la première.

Une réaction variétale...

Cette réaction est régie par la génétique de la plante ou la réponse à un stress non spécifique (biotique ou abiotique). Certaines variétés produisent en effet des pigments, les mélanines qui sont à l'origine de cette coloration. D'ailleurs, cette réaction variétale spécifique a longtemps été utilisée par les sélectionneurs car une forte corrélation existe entre le mélanisme et la présence d'un gène de résistance à la rouille noire (Sr2). Sans aucun impact sur le rendement ou la qualité des récoltes, les stries peuvent être présentes sur les glumes, les rachis et le col de l'épi mais ne seront généralement pas visqueuses. Le grain apparaît parfaitement sain. Enfin, dans les mêmes conditions pédoclimatiques, la réaction sera assez homogène entre les épis d'une même variété.

...ou une bactériose rarement décrite en France

Le Black Chaff *sensu stricto* est une maladie causée par une bactérie nommée *Xanthomonas campestris pv. translucens* (trouvée aussi sous le nom *Xanthomonas campestris pv. undulosa*)¹. Cette bactérie est soit transmise par la semence, soit par un inoculum provenant des débris ou des hôtes alternatifs. Elle se développe de manière épiphyte sur les feuilles et remonte les étages foliaires, véhiculée par les éclaboussures de pluie (splashing) jusqu'à l'épi. D'après des études réalisées aux USA, les parcelles sous irrigation semblent les plus sensibles. Si les symptômes observés sur les glumes sont similaires à ceux causés par le mélanisme, les stries présentent un aspect visqueux associé au développement des bactéries. Contrairement à une réaction variétale, les grains sont touchés et les feuilles peuvent également présenter des nécroses en forme de stries longitudinales entre les nervures. Cette maladie a rarement été signalée en France.

¹ Une autre bactérie, *Pseudomonas syringae pv. atrofaciens* peut causer des symptômes plus ou moins proches de ceux du Black Chaff. Mais, à la différence de ce dernier, où les symptômes apparaissent généralement par le haut de la glume, les symptômes débute généralement par la base de la glume (d'où le nom anglais « Basal Glume Rot ») et sont plus intenses à l'intérieur de la glume qu'à l'extérieur.

Symptômes typiques de Black Chaff ou Pseudo-Black Chaff : les glumes prennent une couleur allant du brun foncé au noir violacé sous forme de stries partant de la pointe.



Photo Arvalis

La biologie moléculaire a identifié deux espèces de *Microdochium*

Historiquement, Wollenweber avait d'abord classé les espèces de *Microdochium* « actuelles » dans le genre *Fusarium* (*F. nivale* var *nivale* et *F. nivale* var *majus*) notamment en raison de leur participation au complexe responsable de la fusariose sur épis et de la forme en croissant (fuseau) de leurs conidies. En 1983, après avoir observé leur forme téléomorphe c'est à dire

sexuée (*Monographella*), Samuel & Halett les avaient reclassées en un genre différent, *Microdochium*.

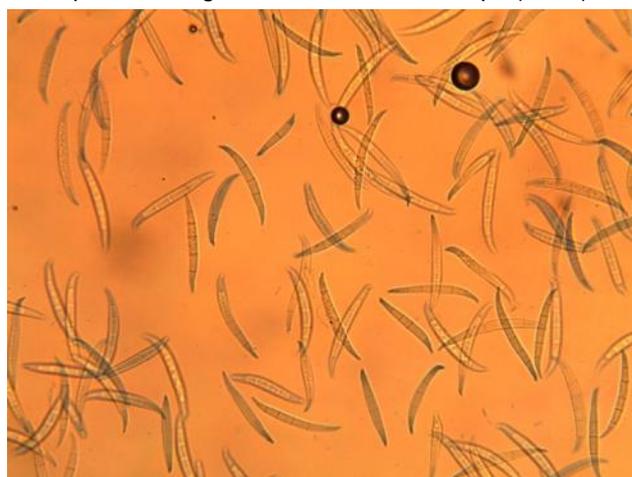
Puis, la biologie moléculaire a permis une nette avancée en taxonomie fongique et une meilleure compréhension des différentes espèces. Ainsi, en 2005, Glynn et ses collègues ont identifié des divergences génétiques entre les isolats de *Microdochium* et ont confirmé l'existence de deux espèces distinctes : *M. majus* et *M. nivale*.

■ **Tableau 1 : Les spores de *Microdochium* spp. et de *F.graminearum* sont facilement reconnaissables au microscope optique. En revanche, distinguer les deux espèces de *Microdochium* est impossible sur la base de la morphologie des spores.**

Spores de *Microdochium* sp. au microscope (x 100)



Spores de *F. graminearum* au microscope (x 400)



Deux espèces des pieds à la tête

Les deux espèces peuvent être présentes sur blé, seigle, orge, triticale, avoine, graminées fourragères et gazons. Les symptômes les plus aisément reconnaissables apparaissent sur feuilles en fin de cycle sur le blé tendre et le blé dur notamment. Les symptômes se présentent sous la forme d'une tâche verdâtre puis nécrotique brune, provoquant progressivement la nécrose, puis la dilacération des tissus morts. Les symptômes se rencontrent souvent à la courbure du limbe, mais ils peuvent être présents sur toute la feuille. Le champignon est un formidable opportuniste. Il utilise les « portes d'entrée » que lui offrent les lésions provoquées par d'autres bioagresseurs, comme les criocères, la septoriose, ou l'oïdium par exemple. Sur épi, les symptômes sont très semblables à ceux produits par *F. graminearum* et difficilement distinguables à l'œil nu.

Microdochium spp. peut aussi se développer sur la base des tiges et sur les gaines. Une étude anglaise de 1993 révélait que *M. majus* était dominant à la base des tiges, mais également sur feuilles. Les travaux de 2008, conduit en partenariat avec A.S. Walker conduisaient au même constat en France (10 localités, 124 isolats sur grain et 8 localités, 90 isolats sur pied).

En 2007, en 2008, mais aussi en 2016, ces agents pathogènes ont été fortement observés sur feuille comme sur épi, en raison des conditions fraîches et humides de la période de floraison et de post-floraison. Des analyses sur grains sont en cours et devraient permettre de compléter notre connaissance de l'abondance respective des deux espèces sur grain. Les premières analyses semblent confirmer la dominance de *M. Majus*.

Les classements variétaux établis pour la fusariose de l'épi à *F. graminearum* ne sont pas valables pour *Microdochium spp.*

Microdochium spp. peut, comme en 2016, représenter plus de la moitié de la flore des épis de céréales à paille. Les dégâts que ces espèces ont occasionné sont considérables et dépassent probablement cette année les 20 q/ha généralement annoncés comme limite haute. Les difficultés rencontrées par la lutte fongicide ainsi que l'émergence de populations résistantes aux différentes familles de fongicide, soulignent l'importance du levier variétal. Or, à l'heure actuelle, le comportement des variétés de céréales face à *Microdochium*, n'est pas caractérisé. Pour l'instant, des Quantitative Trait Loci (QTL) ont été identifiés mais aucun gène de résistance spécifique à *Microdochium* n'a été mis en évidence. En revanche, les variétés sont caractérisées vis-à-vis de *F. graminearum* dès l'inscription. Or, les observations du terrain en 2016 suggèrent que les classements variétaux établis pour la fusariose de l'épi à *F. graminearum* ne sont pas valables pour *Microdochium spp.* Par ailleurs, il n'y aurait pas de corrélation entre la sensibilité à *Microdochium spp.* sur épi et sur feuille ou tige. Un projet de recherche coordonné par l'UFS et auquel sont associés

Arvalis et le Geves, ainsi que des analyses spécifiques sont en cours, tenteront de répondre à une partie de ces questions et notamment de caractériser la tolérance variétale à *Microdochium sp.*

La résistance variétale encore trop mal connue

Des inoculations artificielles ont révélé l'existence d'une variabilité génétique de la résistance à *Microdochium spp.* chez les graminées fourragères et chez le seigle. On a également la preuve d'une spécialisation de l'agent pathogène en fonction de l'hôte et d'une interaction variété x isolat chez le blé. La résistance au champignon pourrait être due à la présence de gènes de résistance spécifique qui seraient également différents selon l'organe attaqué (feuilles, épis, fonte des semis) mais également à la présence de gène codant pour une résistance induite par le froid.

Etat de la résistance de *Microdochium spp.* aux fongicides

La question de la résistance de *Microdochium spp.* aux fongicides est en réalité une double question, puisqu'elle concerne deux espèces distinctes : *Microdochium majus* et *Microdochium nivale*. En effet des travaux récents de biologie moléculaire, notamment ceux de Neil C. GLYNN et al (2005), en complément de travaux de biologie, ont montré qu'il s'agissait bien de 2 espèces distinctes et non de deux variétés au sein d'une même espèce. Par mesure de simplicité dans notre propos, nous désignons les deux espèces par *Microdochium spp.* et par le nom de chacune des espèces lorsqu'il est nécessaire de les distinguer.

Les travaux de 2008 ont aussi permis de détecter la résistance de *Microdochium spp.* aux strobilurines et de confirmer la résistance aux benzimidazoles et aux thiophanates. La persistance de cette résistance a été confirmée par des analyses ponctuelles en essai de 2011 à 2013.

En 2007, des observations ponctuelles en essai avaient, en effet, éveillé les premiers soupçons. Le comportement sur feuilles des strobilurines était très en retrait par rapport à ce qui était attendu. Des analyses spécifiques avaient donc été engagées en début d'année 2008 par l'INRA Bioger à partir de souches issues des grains de la récolte de 2007. Elles ont montré qu'en 2007, **50% des souches collectées présentaient des résistances aux benzimidazoles et aux thiophanates et déjà plus d'un tiers, aux strobilurines.** Certaines souches pouvant être résistantes simultanément aux strobilurines et aux benzimidazoles.

En 2008, près de 70% des échantillons caractérisés ont montré une résistance aux strobilurines. La résistance, due à la mutation G143A, semble plus fortement implantée chez *M. majus* (espèce dominante) que chez *M. nivale*. De plus, une résistance croisée positive a été trouvée entre toutes les strobilurines testées (azoxystro-

bine, picoxystrobine, krésoxim methyl, pyraclostrobine, ...). Les facteurs de résistances sont généralement très élevés et supérieurs à 500. Deux autres mécanismes de résistance sont également soupçonnés, moins fréquents et associés à des facteurs de résistance plus modérés.

Sauf ponctuellement, la situation de la résistance n'a pas été réévaluée depuis, ni vis-à-vis des strobilurines, ni vis-à-vis des benzimidazoles. La collecte d'échantillons réalisée en 2016 devrait permettre de « rafraîchir » nos connaissances sur la situation de la résistance en France, vis-à-vis de ces deux familles de fongicides.

Quant à la résistance aux triazoles, elle n'a pour l'instant pas été recherchée spécifiquement. L'efficacité intrinsèque des différents fongicides sur chacune des deux espèces est d'ailleurs mal documentée..

Biocontrôle : Polyversum®², premier retour d'expérience

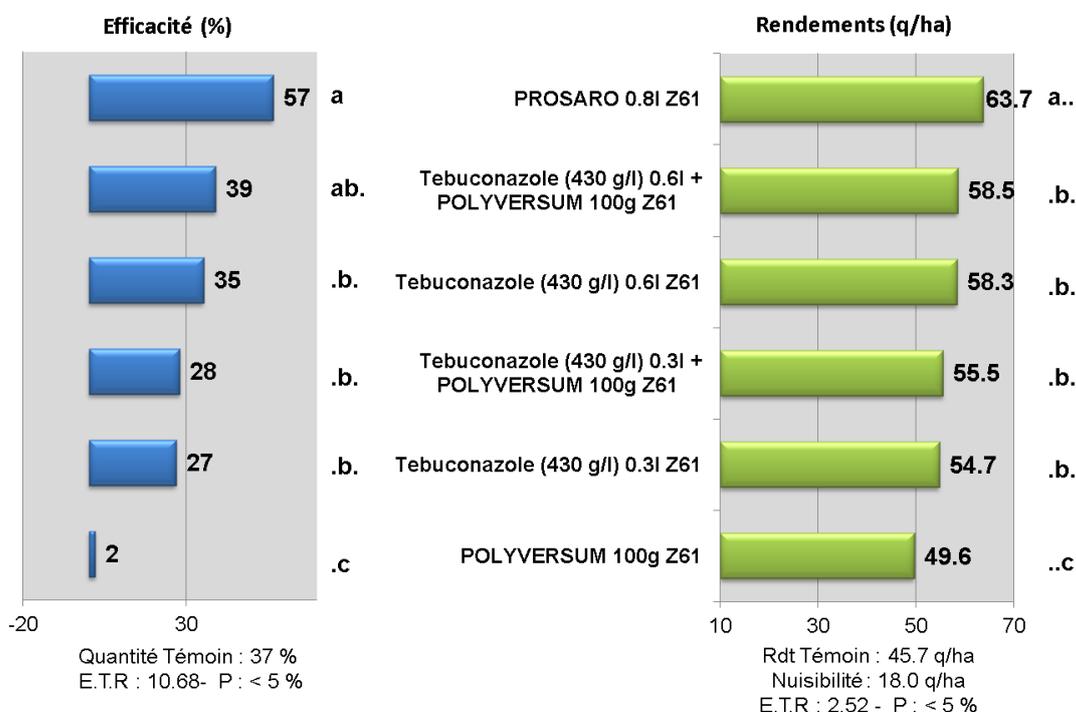
En 2016, le réseau d'excellence expérimentale (R2E)³ a choisi d'étendre son champ thématique au biocontrôle

pour lutter contre la fusariose du blé tendre. Sept essais ont été mis en place, pour la majorité dans la moitié nord de la France, selon un même protocole et une même méthodologie. Les essais ont tous 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 trois autres essais ont été soit brumisés, soit irrigués. Le protocole a permis de tester Polyversum® en association avec un partenaire fongicide, le tébuconazole (origine Rotam formulé à 430 g/l), à deux doses : 0.6 L/ha et 0.3L/ha et de comparer aux mêmes doses de tébuconazole utilisé seul. Polyversum® a également été introduit seul pour évaluer son activité intrinsèque. Polyversum®, seul ou en association, a été testé à une seule dose, à 100 g/ha. Une référence polyvalente à base de prothioconazole, efficace notamment vis-à-vis de *Microdochium spp.* a été systématiquement introduite dans les essais (Prosaro 0.8L/ha). Les produits ont été appliqués au stade floraison de la céréale (Z61 à 69 selon les essais).

² Polyversum est un produit de biocontrôle contenant un microorganisme, *Pythium oligandrum*, de la classe des oomycètes. Il agit principalement comme un hyperparasite et est autorisé pour lutter contre la fusariose de l'épi sur céréales.

³ Le Réseau d'Excellence Expérimentale (R2E) est une instance de collaboration entre diverses structures de recherche et développement travaillant ensemble à l'élaboration de références agronomiques en vue de développer une agriculture multi-performante. Participe à ce réseau, aux côtés d'ARVALIS Institut du végétal, les organismes économiques collecteurs agréés BPE suivant : Agrial, Triskalia, Dijon Céréales, Lorca, Noriap, Sevepi, Terre atlantique, Terrena, Vivescia .

Figure 1 : Efficacité et rendements après application de Polyversum® au stade Z61-69 seul ou associé au tébuconazole : 6 essais du réseau R2E



Premiers résultats

La pression de maladie a été particulièrement sévère ce printemps. Le taux d'épillets fusariés varie selon les essais de 13 à 74%. Les rendements dans les parcelles témoins non traitées varient de 16 à 80 q/ha et les gains de rendement pour une seule application de Prosaro 0.8 L/ha sont en moyenne sur les 6 essais⁴ de 18 q/ha, sans pour autant que la maladie soit contrôlée entièrement. Dans un tel contexte les différentes solutions ont été mises à rude épreuve. Les meilleures efficacités sont obtenues avec Prosaro (en moyenne 57%), avec des variations de 40 à plus de 70%. Les résultats avec le tébuconazole sont nettement inférieurs et en moyenne de 35%, reflet probable de la forte pression de maladie. L'apport de Polyversum® est très faible, utilisé seul ou en mélange (figure 1), en terme d'efficacité comme de rendement.

Les premières analyses portant sur 5 des 7 essais indiquent clairement que *F. graminearum* domine très largement le cortège des espèces présentes sur épis. Un résultat sans surprise si l'on se souvient que tous les

essais ont bénéficié d'apport de résidus de maïs. Bien que présents, *M. majus* et *M. nivale*, ne représentent qu'une petite fraction de la biomasse fongique détectée. Côté efficacité, le tébuconazole réduit de façon très significative les teneurs en ADN de *F. graminearum*, d'environ 40%. L'apport de Polyversum® est irrégulier, tantôt positif, tantôt négatif, sans qu'il soit possible, de dégager une tendance nette.

Côté mycotoxines, les teneurs sont élevées à très élevées dans les essais (1 800 à 33 000 ppb en l'absence de traitement). Sur la base des résultats disponibles, les teneurs en mycotoxines sont réduites après application de tébuconazole 430 g/l d'un peu plus de 40%, c'est-à-dire dans une proportion similaire à celle observée pour les teneurs en ADN de *F. graminearum*.

L'apport de Polyversum® seul ou en association est marginal dans les conditions de 2016, associant une forte pression parasitaire et une dominante de *F. graminearum* pour la plupart des essais. L'étude de Polyversum® devra être reconduite en 2017.

⁴ Un des essais a été écarté de la synthèse en raison des trop faibles rendements obtenus, résultant de difficultés d'implantation, d'enneigement, etc...

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	47			++	++	++		
OPUS NEW 0.75 l	23			+	+	+		
ABACUS SP 1 l	31			+	+	++		
OSIRIS WIN 1.5 l	36			++	++	++	+	
prochloraze 450 g	17			+				+
OSIRIS WIN 1.25 l + PYROS EW 0.63 l	40			+	++	++	+	+
CHEROKEE 2 l	46			++	++	++		
JUVENTUS 0.8 l + BRAVO 0.8 l	30			++	+	++		
PIXEL 2 l + ATTENTO 1 l	52			++	++	++		
ATTENTO STAR 3 l + PROPI 25EC 1 l	58			++	+	++		
DJEMBE 0.75 l + CLORIL 0.75 l	31			++	+	++		
BROADWAY 1.8 l	36			++	++	++		
PRIORI XTRA 1 l	46			+	+++	+++		
BELL 1 l	37	+		+	+	+		
BELL STAR 1.25 l	41	+		++	++	++		
VIVERDA 1.25 l	49	+		++	+++	+++		
ADEXAR 1 l	50			+++	++	++		
ADEXAR 0.8 l	40			++	++	++		
CERIAX 1.25 l	56			+++	+++	+++		
CERIAX 1 l	45			++	++	++		
LIBRAX 1 l	53			+++	++	++		
LIBRAX 0.8 l	42			++	++	++		
LIBRAX 0.76 l + COMET 200 0.25 l	50			++	+++	+++		
SAKURA 1 l + IMTRES 0.8 l	48			+++	++	++		
JOAO 0.4 l	30	+		+			+	+
JOAO 0.4 l + prochloraze 315 g	42	++		++			+	++
PROSARO 1 l	49			++	++	++	++	++
PROSARO 0.5 l	25			+	+	+	+	+
KESTREL 1 l	54			++	++	++	++	++
KESTREL 0.5 l	27			+	+	+	+	+
FANDANGO S 1 l	37	+		+	+	+	+	+
FANDANGO S 1 l + prochloraze 315 g	49	++		++	+	+	+	++
AVIATOR XPRO 0.75 l	51			+++	++	+		
AVIATOR XPRO 0.6 l	41			++	+			
SKYWAY XPRO 0.75 l	51			+++	++	+		
SKYWAY XPRO 0.6 l	41			++	+			
VARIANO XPRO 1.2 l	60			++	++	+		
VERTISAN 0.9 l + CREDO 0.9 l	60			++	++	+		
ELATUS PLUS 0.6 l + CERMIRA 0.4 l				+++	+++	+++	+	
ELATUS PLUS 0.6 l + CHEROKEE 1.2 l				+++	+++	+++		
ELATUS PLUS 0.6 l + METCOSTAR 60 0.9l				+++	+++	+++	+	
FLEXITY 0.3 l	18	+	+					
GARDIAN 0.5 l	24		+					
TALENDO 0.25 l	22		+++					
NISSODIUM 0.5 l	50		+++					

SUNORG PRO 1 l	33			+	++	+	+	
BALMORA 1 l	16		+		++	++	+	
ÉPOPÉE 1.5 l	36		+	+	+	++		+
SWING GOLD 1.5 l	44			+	++	++	+	+
CERCOBIN 1.5 l	21						+	
EPOPEE 1.2 l + CERCOBIN 1.2 l	45						+	+
SWING GOLD 0.75 l + CARAMBA STAR 0.5 l	41			+	++	++	+	+

LÉGENDE **+++** Très bonne efficacité **++** Bonne efficacité **+** Efficacité moyenne Faible efficacité

Stratégies fongicides régionales

QUELLE ENVELOPPE FONGICIDE POUR 2017

A titre de repère, la dépense fongicide moyenne sur blé tendre s'est établie en 2016 à 84 €/ha (2015 à 82€, 2014 à 87€ et 2013 à 80 €). Cette légère augmentation par rapport à 2015 est principalement due à une augmentation du nombre de passages en raison de la forte pression de septoriose et à la violence des attaques de *Microdochium spp* 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 €/q comme prix de base. A chacun de l'augmenter ou le diminuer selon

ses convenances. Ainsi, une dépense de 87 €/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 40 €, et de 103 € si les dégâts dus aux maladies dépassent 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 2017, nous avons opté pour un prix moyen culture de 14 €/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 (90 essais 2010 à 2016)

Nuisibilité attendue q/ha Prix blé €/q ¹	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	32	46	61	75	89	103	118
12 €/q	20	35	49	64	79	94	109	124
13 €/q	22	37	53	68	83	98	114	129
14 €/q	24	40	56	71	87	103	119	134
15 €/q	26	42	58	75	91	107	123	140
16 €/q	28	44	61	78	95	111	128	145
17 €/q	30	47	64	81	98	115	132	149
18 €/q	31	49	67	84	102	119	137	154
19 €/q	33	51	69	87	105	123	141	159
20 €/q	35	53	72	90	108	127	145	163

Pour une nuisibilité attendue de 25 q/ha^{2 3}, la dépense fongicide idéale s'échelonne de 75 à 108 €/ha selon le prix du blé retenu. Pour 14 €/q, la dépense idéale serait de 87 €/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 2017 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.

¹ Il est impossible de prédire le prix du blé à la récolte 2017. Nous tablons sur un prix de 14 €/q

Notez que pour l'analyse économique de nos résultats d'essai de 2016, nous avons également retenu le prix de 14 €/q.

² 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.

³ 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 leur 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 généralisés.**

QUELQUES REPERES DE CONSTRUCTION POUR LA PROTECTION DES BLES TENDRES EN 2017

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.

Traitement en T3 (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) ou éventuellement Swing gold ou Fandango S⁴.
- 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.

⁴ 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 programme 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.