

BLE TENDRE et BLE DUR : Lutte contre les maladies



Piétin échaudage : de nouvelles références pour limiter le risque

UN CHAMPIGNON DU SOL PARTICULIEREMENT AGRESSIF

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

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

La conservation du champignon dans le sol se fait surtout sous forme mycélienne sur des 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...). Cette durée correspond à la persistance des résidus contaminés dans le sol.

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 la sous espèce la plus agressive et 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 de Ggt, deux groupes génétiques distincts existent (G1 et G2) pour lesquels des différences d'agressivité ont été observées (G2 > G1). Depuis 2016 (Hernandez-Restrepo et al, 2016), ces 4 sous espèces ont été élevées au rang d'espèces différentes grâce à l'utilisation de marqueurs moléculaires.

DES FACTEURS FAVORABLES A SON DEVELOPPEMENT

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

Facteurs climatiques : hivers doux et humides favorables.

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

Facteurs agronomiques : sols légers et pH élevés favorisants.

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

Conduite de cultures :

- **Rotation** : la rotation constitue le facteur majeur de risque de piétin échaudage. Une fréquence importante

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

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

- **Fertilisation et amendements basiques** : le chaulage avant implantation des cultures est favorisant ; à l'inverse, une fertilisation azotée précoce et majoritairement ammoniacale permet de favoriser la flore bactérienne antagoniste du piétin échaudage.

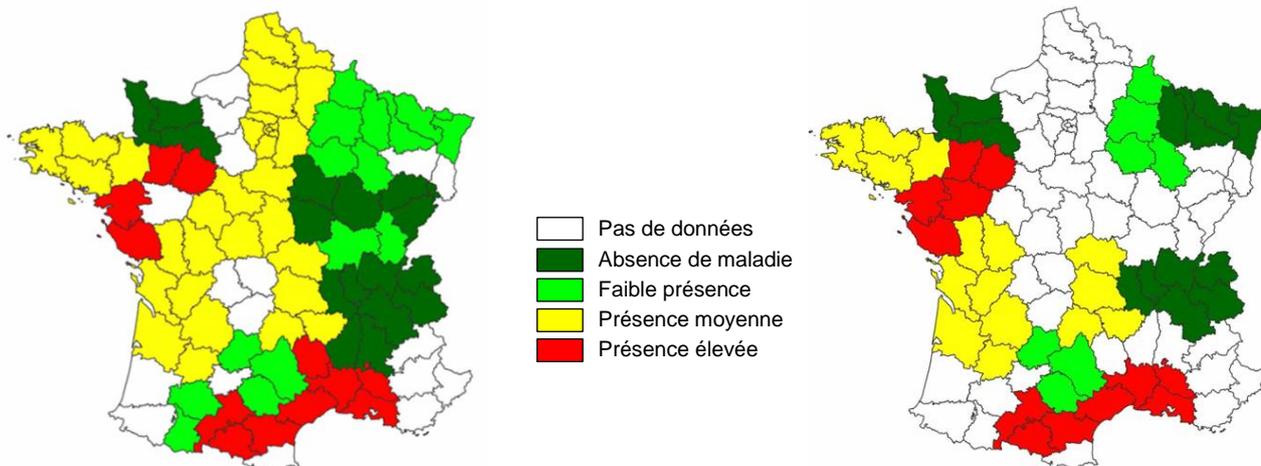
- **Restitutions de paille** : ce facteur est peu cité dans la bibliographie, mais les observations montrent des attaques souvent plus importantes au niveau des andains de paille du précédent. L'incidence des repousses ou des pailles et menues pailles sur le développement du champignon mériterait d'être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

- **Maîtrise des graminées adventives** : les graminées adventives (chiendent, ray-grass, vulpin, bromes, etc.) dans la culture ou pendant l'interculture contribuent à la survie de l'inoculum. Leur maîtrise est donc essentielle.

PRESSION SIGNIFICATIVE DE LA MALADIE EN 2018

Figure 1 : Estimation des dégâts de piétin échaudage sur blé tendre en 2018.

Figure 2 : Estimation des dégâts de piétin échaudage sur orge d'hiver en 2018.



Sur blé tendre comme sur orge, les régions ouest et Languedoc présentent les plus gros dégâts, mais la maladie s'exprime sur une partie importante du territoire. La maladie est peu présente à l'est de la France (figures 1 et 2).

ANALYSE DES FACTEURS FAVORABLES AU PIÉTIN ÉCHAUDAGE

Afin de quantifier et tenter de hiérarchiser l'incidence des facteurs influant sur le développement du piétin échaudage, 7 essais ont été mis en place dans l'Ouest au cours des 4 campagnes de 2015 à 2017.

2 essais complémentaires ont été conduits en 2018 sur la station ARVALIS de Bignan (56). Ils ont permis de préciser l'incidence de différents apports d'amendements basiques et d'engrais azotés (ammonitrate vs sulfate d'ammoniaque)

Tableau 1 : Caractéristiques des essais mis en place en 2018 à Bignan (56)

Nom du sol	Limons sur schistes
Date de semis	25/10/2017
Travail du sol	Labour
Variété	Némo
Précédent	Blé tendre
Antéprécédent	Maïs fourrage
pH _{eau} (mesure hiver)	6.1

Modalités étudiées

Chaulage : La flore antagoniste du piétin échaudage présente dans la rhizosphère des céréales joue un rôle très actif sur la limitation du piétin échaudage. En produisant un ou plusieurs métabolites secondaires actifs contre le champignon, certaines bactéries de la rhizosphère (*Pseudomonas fluorescens*) inhibent son développement. Parmi celle-ci on trouve un dérivé de la Phénazine (l'acide phénazine-1-carboxylique : PCA)). Ces bactéries se multiplient sur les racines, principalement où se développent les jeunes nécroses. Leur activité est

fortement dépendante du pH du sol, elle diminue lorsque le pH augmente.

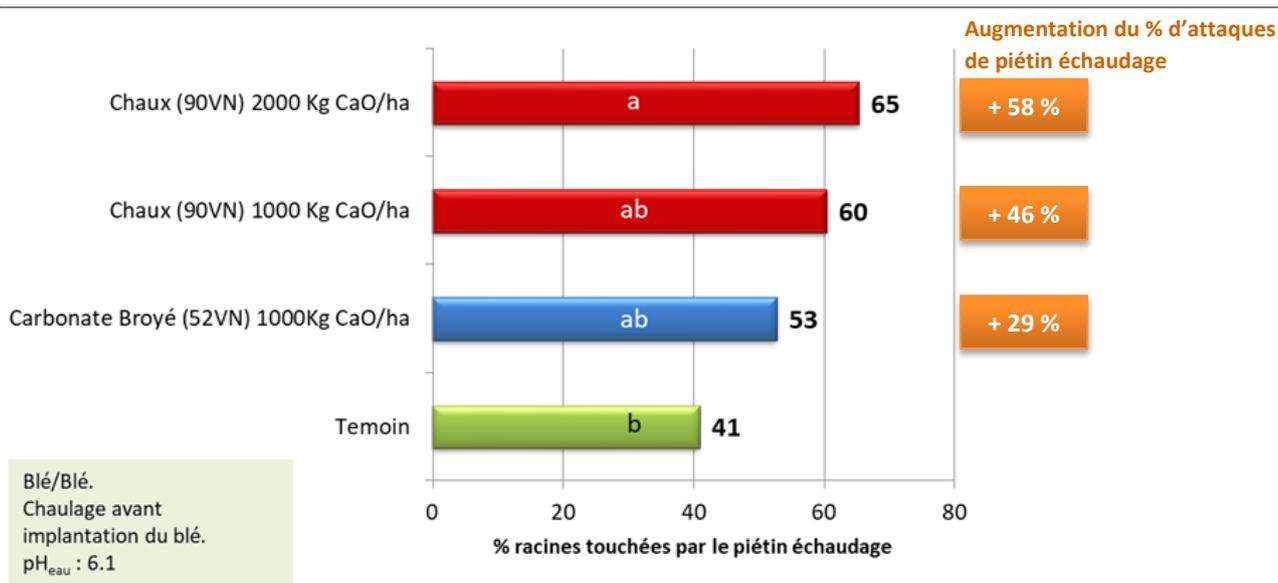
L'effet du chaulage sur le développement du piétin échaudage est un facteur de risque bien identifié. En effet, de nombreuses études bibliographiques ont mis en évidence l'incidence de l'augmentation brutale du pH sur le développement du piétin échaudage (Ownley et al, 1992; Reis et al, 1982 ; Christensen et al, 1986 ; Cook, 2003...).

Cet effet a été confirmé lors d'essais récents réalisés par ARVALIS dans l'Ouest (cf. Choisir et décider 2016 – interventions de printemps), ainsi que par le suivi de près de 90 parcelles en Vendée en collaboration avec la CAVAC en 2016 et 2017, où le chaulage est ressorti parmi les 5 facteurs les plus explicatifs des fréquences d'attaques de piétin échaudage (cf Choisir et décider 2017 - interventions de printemps).

En 2018, l'objectif était de comparer l'incidence de différents amendements basiques (carbonate broyé - Valeur Neutralisante 52, et chaux vive - Valeur Neutralisante 90) sur le développement du piétin échaudage avant implantation d'un blé/blé. L'épandage d'amendement a été réalisé avant le semis du blé et suivi d'un enfouissement immédiat pour obtenir une incorporation à 10 cm. Le pH_{eau} initial de la parcelle est de 6.1.

Quel que soit le type d'amendement basique (carbonate broyé et chaux vive) et la dose apportée (1000 ou 2000 kg CaO/ha), les apports se traduisent par une augmentation importante de l'intensité de piétin échaudage (Figure 3).

Figure 3 : Incidence du chaulage sur le développement du piétin échaudage - ARVALIS Bignan (56) - Juin 2018



Comparaison de formes d'engrais azotés : de nombreuses études ont montré qu'une fertilisation azotée majoritairement ammoniacale permet de stimuler l'activité des bactéries antagonistes du piétin échaudage (dont *Pseudomonas fluorescens*) en provoquant une acidification de la rhizosphère. A l'inverse, une fertilisation azotée pour laquelle la forme nitrate est dominante a tendance à limiter leur activité.

L'incidence du sulfate d'ammoniaque avait déjà été testée en 2017 à Bignan. L'apport de sulfate d'ammoniaque lors des 2ème et 3ème apports d'azote, en remplacement de l'ammonitrate, avait permis une réduction de 11 % des attaques (cf. Choisir et décider 2017 – interventions de printemps).

En 2018, l'objectif était de comparer une fertilisation azotée conduite en totalité avec de l'ammonitrate (50 % nitrates, 50 % ammoniac) ou du sulfate d'ammoniaque (100 % sous forme ammoniacale).

Les résultats montrent une diminution très significative des attaques de piétin échaudage (-50 %) avec la forme majoritairement ammoniacale (sulfate d'ammoniaque) selon les résultats suivants :

Intensité de piétin échaudage sur les racines à la floraison du blé tendre :

Ammonitrate : 45 % - Sulfate d'ammoniaque : 22 %

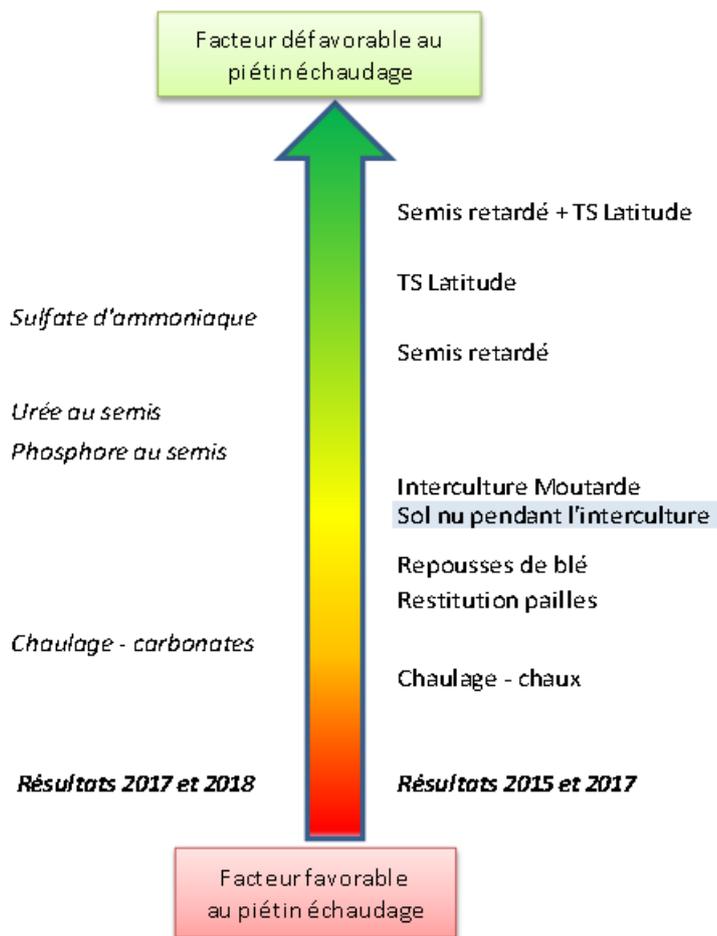
Dose d'apport : 170 kg N/ha

3 apports : tallage (30 kg N/ha) – Epi cm (100 kg N/ha) – DFE (40 kg N/ha)

Ces résultats devront être validés par des expérimentations complémentaires.

L'ensemble des traitements étudiés sur les 4 précédentes campagnes permet de proposer une hiérarchie des facteurs de risque, hors facteur rotation qui reste le facteur de risque le plus important (Figure 4).

Figure 4 : Hiérarchie de l'impact de différents facteurs sur le développement du piétin échaudage



ETUDES COMPLEMENTAIRES EN COURS

Projet RACINE en Pays de la Loire

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

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

Quantification du piétin échaudage en parcelles agriculteurs du bocage vendéen

Une première campagne d'échantillonnage a été effectuée en Vendée sur des parcelles de céréales à paille (blé tendre, blé dur, orge d'hiver et triticale) choisies aléatoirement juste avant la récolte 2016. Il en ressort que 26 % des parcelles visitées présentaient des symptômes plus ou moins sévères de piétin échaudage sur les racines (tableau 2)

Lors de la campagne 2016-2017, l'étude s'est concentrée sur des parcelles à risque (second blés fréquents,

symptômes observés les années passées) et a permis d'obtenir des résultats complémentaires. Sur les 90 parcelles de blé tendre (658 ha) échantillonnées, on constate que la présence du pathogène est quasi systématique dès lors que l'on est en conduite à risque et que 21 % des parcelles ont une intensité de maladie très élevée (> 30 %). De plus, on observe que la maladie s'exprime sur les racines sans être visibles sur les parties aériennes dans 25 % des cas. L'importance de bien observer les racines afin de caractériser le risque parcelaire pour les années à suivre est confirmée.

Comme en 2017, l'étude sur la campagne 2017-2018 s'est concentrée sur 22 parcelles à risque. La totalité des 22 parcelles analysées est touchée avec une intensité moyenne de 41 % de présence de piétin échaudage sur les racines.

Leviers de lutte (rappel)

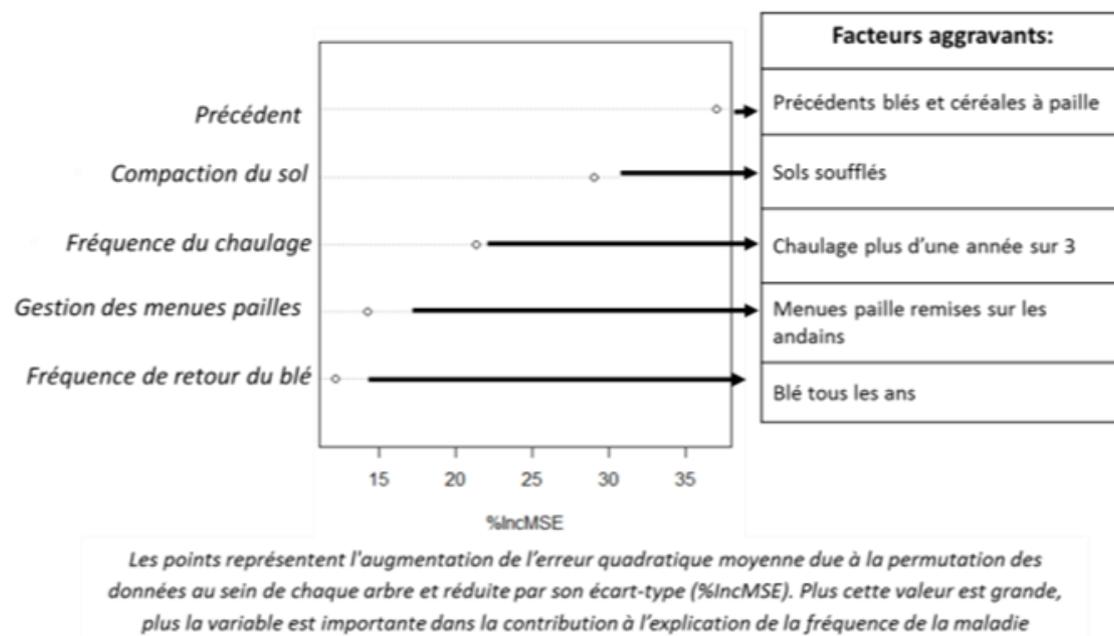
Grâce à la double entrée, enquêtes et échantillonnages de parcelles, 61 facteurs agronomiques et climatiques ont pu être étudiés. L'analyse effectuée a permis d'extraire les facteurs explicatifs des différences de fréquence de piétin échaudage entre les parcelles. 5 facteurs sont ressortis comme significatifs pour l'échantillon et la campagne donnée.

■ **Tableau 2 : projet Racine – Résultats d'échantillonnage de parcelles en Pays de la Loire**

	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Intensité ¹ moyenne	12.63 %	16.38 %	40.74 %
Nb de parcelles échantillonnées	183	90	22
Absence de maladie	135	4	0
Pourcentage de parcelles touchées	26 %	96 %	100 %
	2015-2016 Toutes céréales, parcelles choisies aléatoirement	2016-2017 et 2017-2018 Parcelles à risque (blé/blé) ou dégâts déjà observés dans les parcelles.	

Intensité¹ : pourcentage de l'appareil racinaire touché par le piétin échaudage par pied prélevé (moyenne par parcelle)

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



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

Les facteurs de risque identifiés ici nous encouragent à éviter au maximum les retours de blé, derrière un premier blé. Si c'est inévitable, comme des agriculteurs nous l'ont confié, il est recommandé d'utiliser une protection de semences adaptée. Les sols soufflés et la fréquence du chaulage ressortent dans l'échantillon comme étant des facteurs de risque.

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

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

La lutte génétique serait un levier complémentaire pour diminuer l'impact du piétin échaudage. Des données préliminaires, obtenues dans le réseau d'expérimentation d'ARVALIS, montrent des niveaux de sensibilités potentiellement différents selon les variétés de blé tendre. Néanmoins, les méthodes actuelles ne permettent pas aux sélectionneurs de pouvoir caractériser facilement leurs matériels vis à vis de cette maladie. En effet, il est difficile de trouver des parcelles contaminées de façon homogène et faire de la monoculture de

blé, ne permet pas non plus d'avoir un niveau d'attaque homogène et stable dans le temps.

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

Le premier volet de ce projet consiste à la mise au point et l'évaluation d'une méthode de phénotypage de la tolérance variétale par l'apport d'un inoculum artificiel au champ et la mise en place d'essais en conditions favorables pour 3 espèces de céréales à paille sensibles (blé tendre, orge et triticale). La méthode la plus efficace sera ensuite utilisée pour caractériser les variétés. En 2018/2019, 4 essais seront réalisés dans l'objectif de caractériser la sensibilité variétale de 25 variétés de blé tendre et 10 variétés d'orge.

Le second volet porte 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 financé dans le cadre d'un projet FSOV (Fonds de Soutien à l'Obtention Végétale) est piloté par ARVALIS en partenariat avec KWS Momont, RAGT et Secobra recherches.

Les premiers résultats seront diffusés au cours du printemps 2019.

REPERES POUR 2019

- Le premier levier de lutte reste la fréquence de céréales à paille dans la parcelle, d'où l'importance de la rotation pour réduire le risque d'apparition de la maladie.
- Dans les situations à risque (blé/blé, piétin échaudage régulièrement observé dans la parcelle), il est recommandé d'éviter les semis précoces et d'utiliser le traitement de semences Latitude.
- Retarder la date de semis de 2 à 3 semaines permet de diminuer sensiblement le risque de présence de piétin échaudage.
- Avant implantation des céréales il est recommandé de ne pas faire d'apport d'amendement basique. Si le chaulage s'impose ($\text{pH}_{\text{eau}} < 5.8$), il est préférable d'éviter les cultures sensibles à l'acidité (orge, féverole, légumes...) et de privilégier le chaulage avant implantation du colza ou des cultures de printemps.
- Lorsque les pailles ne sont pas ramassées, il est conseillé de les broyer finement et de bien répartir les andains de paille du précédent, de manière à favoriser leur décomposition et limiter les sols soufflés.
- Il est impératif de détruire les repousses du précédent dans la période d'interculture afin d'éviter que l'inoculum ne se maintienne ou ne se multiplie.
- La conduite de la fertilisation azotée à base de sulfate d'ammoniaque a conduit à une limitation sensible de la présence de piétin échaudage. Cet impact positif doit être confirmé par des expérimentations futures.
- Il est impératif de détruire les graminées adventices (chiendent, ray-grass, vulpin, bromes, etc.) dans la culture ou pendant l'interculture qui contribuent à la survie de l'inoculum.

Produits phytosanitaires utilisés en expérimentation

Tableau 1 : Produits fongicides céréales utilisés en expérimentation en 2018

Spécialités commerciales	Firmes	Matières actives Concentration g/l	Dose AMM (l/ha)	Prix indicatif en €/l	Formulation	CLP	
						Pictogrammes de danger	Mentions de danger
ABACUS SP	Phyteurop	époixiconazole 62.5 g/l + pyraclostrobine 85 g/l	2	30	SE	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H315, H317, H332, H351, H360Df, H410
ACTIOL	Phyteurop	soufre micronisé 800 g/l	10	2.8	SC	Non classé CLP	
AMISTAR	Syngenta Agro	azoxystrobine 250 g/l	1	29	SC	SGH09	H410
AMISTAR OPTI	Syngenta Agro	azoxystrobine 80 g/l + chlorothalonil 400 g/l	2.5	21	SC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H317, H318, H332, H335, H351, H410
AMPERA	Adama france SAS	tébuconazole 133 g/l + prochloraze 267 g/l	1.5 blé 1.2 orge	22	EW	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H319, H361d, H400, H410
ARIOSTE 90	Syngenta Agro	metconazole 90 g/l	1	33	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H410
ATTENTO	Arysta Life Science	tétraconazole 125 g/l	1	20	ME	SGH09	H411
BALMORA	Phyteurop	tébuconazole 250 g/l	1	15	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
BUMPER P	Adama France	prochloraze 400 g/l + propiconazole 90 g/l	1.25	21	EC	SGH07, SGH09	H319, H411
CARAMBA 60	Basf Agro	metconazole 60 g/l	1	?	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H317, H318, H335, H351, H410
CHEROKEE	Syngenta Agro	chlorothalonil 375 g/l + cyproconazole 50 g/l + propiconazole 62.5 g/l	2	22	SE	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H332, H335, H351, H361d, H410
CLORIL	Philagro	chlorothalonil 500 g/l	1.5	9	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H317, H318, H335, H351, H410
COMET 200	Basf Agro	pyraclostrobine 200 g/l	1.1	42	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H304, H315, H317, H319, H332, H400, H410
DJEMBE	Philagro	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	1.2	26	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H304, H318, H336, H361d, H410
ELATUS ERA	Syngenta Agro	benzovindiflupyr 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	1	68	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H361d, H410
ELATUS PLUS	Syngenta Agro	benzovindiflupyr 100 g/l	0.75	50	EC	SGH05, SGH07, SGH09	H302, H332, H317, H318, H410
EPOPEE	Adama France	prochloraze 267 g/l + tébuconazole 133 g/l	1.2	22	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H318, H361d, H410
FANDANGO S	Bayer CropScience	flouxastrobine 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	2 blé 1.75 orge	?	EC	SGH08, SGH09	H351, H361d, H410, H400
FOLICUR EW 250	Basf Agro	tébuconazole 250 g/l	1	15	EW	?	H302, H318, H332, H361d, H411
FUNGISTOP FL	Phyteurop	chlorothalonil 500 g/l	1.5	9	SC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H317, H318, H332, H335, H351, H410
GARDIAN	Gowan	fenpropidine 750 g/l	0.75	40	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H319, H332, H335, H373, H410
HELIOSOUFRE S	Action Pin	soufre 700 g/l	6	4.9	SC	SGH05	H318
IMTREX	Basf Agro	Fluxapyroxad 62.5 g/l	2	40	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H332, H351, H411
INPUT	Bayer CropScience	prothioconazole 160 g/l + spiroxamine 300 g/l	1.25	58	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H315, H319, H332, H361d, H400, H410
JOAO	Bayer CropScience	prothioconazole 250 g/l	0.8	74	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H410
JUBILE	Basf Agro	soufre micronisé 80%	10 kg/ha	2	WG	Non classé	H315
JUVENTUS	Basf Agro	metconazole 90 g/l	1	31	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H411
KANTIK	Adama France	tébuconazole 100 g/l + prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l	2 l fusa-rioses 1.6 l septoriose 1.3 l orges	22	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H318, H332, H361d, H410
KARDIX	Bayer CropScience	prothioconazole 130 g/l + bixafen 65 g/l + fluopyram 65 g/l	1.5 l blé 1.2 l orges	55	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H302, H317, H318, H335, H361d, H410
KOREMA	Basf Agro	époixiconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	3	25	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H351, H360Df, H400, H410
KUMULUS DF	Basf Agro	soufre micronisé 800 g/l	10 kg/ha	1.3	Granulé dispersible	Non classé CLP	

KROMATIK	Adama	prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l + tébuconazole 100 g/l	1.6 blé septo 1.3 Blé	22	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H317, H318, H332, H361d, H373, H410
LIBRAX	Basf Agro	metconazole 45 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	2	51	EC	SGH07, SGH08	H304, H319, H361d, H412
MADISON	Bayer CropScience	prothioconazole 175 g/l + trifloxystrobine 88 g/l	1.14 blé 1 orge	55	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H361d, H400, H410
MAGNELLO	Syngenta Agro	tébuconazole 250 g/l + difénoconazole 100 g/l	1	37	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H410
MELTOP 500	Syngenta Agro	fenpropidine 500 g/l + propiconazole 125 g/l	1	32	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H318, H332, H335, H373, H410
METCOSTAR 60	Phyteurop / Syngenta Agro	metconazole 60 g/l	1.5	22	EC	SGH02, SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H226, H304, H315, H317, H318, H335, H361 d, H410
METCOSTAR 90	Phyteurop / Syngenta Agro	metconazole 90 g/l	1	31	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H410
OPUS MAX	Basf Agro	époconazole 83 g/l	1.5	?	EC	?	H315, H319, H332, H351, H360Df, H400, H410
OSIRIS WIN	Basf Agro	époconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	3	25	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H351, H360Df, H400, H410
POLYVERSUM	De Sangosse	Pythium oligandrum	100 g/ha		WP		
PRIAXOR EC	Basf Agro	fluxapyroxad 75 g/l + pyraclostrobine 150 g/l	1.5	55	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H332, H351, H400, H410
PROLINE EC	Basf Agro	prothioconazole 250 g/l	0.8	?	EC		H319, H335, H361d, H400, H410
PROSARO	Bayer CropScience	prothioconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	1	48	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H315, H319, H361d, H410
PYROS EW	Basf Agro	prochloraze 450 g/l	1	19	EW	SGH08, SGH09	H373, H400, H410
RELMER PRO	Basf Agro	metconazole 90 g/l	1	33	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H373, H411
SOLEIL	Philagro	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	1.2	27	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H304, H318, H336, H361d, H410
SUNORG PRO	Basf Agro	metconazole 90 g/l	1	31	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H335, H361d, H373, H411
SYREX	Basf Agro	fluxapyroxad 62.5 g/l	2	36	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H332, H351, H411
TWIST 500 SC	Bayer CropScience	trifloxystrobine 500 g/l	0.5	91	SC	SGH09	H410
UNICORN DF	Nufarm	tébuconazole 45 g/kg + soufre 700 g/kg	5 kg/ha	4.86	WG ?	SGH08, SGH09	H361d, H410
UNIX MAX	Syngenta Agro	cyprodinil 300 g/l	2.5	19	EC	SGH07, SGH09	H317, H410
VITAMINE C							
ZAKEO XTRA	Adama France	azoxystrobine 200 g/l + cyproconazole 80 g/l	1	44	FS	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H332, H361d, H410
ZOXIS	Arysta Life Science	azoxystrobine 250 g/l	1	30	SC	SGH09	H410

Tableau 2 : Les Projets en expérimentation en 2018

Code société	Firmes	Matières actives / Concentration (g/l)	Dose (l/ha)
DSPF016	De Sangosse	phosphonate de potassium 730 g/l	4
FBX49	UPL	mancozèbe 500 g/l	3 à 4
GF-3307	Dow Agrosiences	fenpicoxamid 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	2
CCL 846-1	CCL	21.8 % d'ester méthylique d'acide gras	1 % du volume d'eau
Revy_1	Basf Agro	mefentrifluconazole 100 g/l	1.5
MCW 296 SC	Adama	folpel 500 g/l	1.5
GF-3308	Dow Agrosiences	fenpicoxamid 50 g/l	2
Revy_XA	Basf Agro	mefentrifluconazole 100 g/l + fluxapyroxad 50 g/l	1.5
APN03	Syngenta Agro	pydiflumetofen 62.5 g/l	2.65 à 3.2
APN04	Syngenta Agro	pydiflumetofen 62.5 g/l + prothioconazole 75 g/l	2.65

Tableau 3 : Les Spécialités fongicides équivalentes sur céréales

Spécialités commerciales	Matières actives Concentration g/l	Spécialités fongicides commerciales équivalentes
ABACUS SP	époixiconazole 62.5 g/l + pyraclostrobine 85 g/l	FAVIA, ENVOY
ACTIOL	soufre micronisé 800 g/l	FAETON SC
AMISTAR OPTI	azoxystrobine 80 g/l + chlorothalonil 400 g/l	BRAVO FLEXI
AMPERA	tébuconazole 133 g/l + prochloraze 267 g/l	AGATA, EPOPEE NEO, NEBRASKA NEO, PANAMA
ARIOSTE 90	metconazole 90 g/l	AMBARAC 90, METCOSTAR 90
ATTENTO	tétraconazole 125 g/l	EMINENT
ATTENTO STAR	tétraconazole 62.5 g/l + chlorothalonil 250g/l	EMERALD STAR, EMINENT STAR
BALMORA	tébuconazole 250 g/l	ABNAKIS, BALTAZAR, FLOICURE EW 250, HORIZON EW, MYSTIC EW, TABULON
BANKO 500	chlorothalonil 500 g/l	BRAVO, CHLOROSTAR, CLORIL, DOJO, DORIMAT, ONGIL FL, FUNGISTOP FL
BRAVO	chlorothalonil 500 g/l	BANKO 500, CHLOROSTAR, CLORIL, DOJO, DORIMAT, FONGIL FL, FUNGISTOP FL
BUMPER P	prochloraze 400 g/l + propiconazole 90 g/l	ALBATOR
CARAMBA 60	metconazole 60 g/l	CINCH, SUNORG
CHEROKEE	chlorothalonil 375 g/l + propiconazole 62.5 g/l + cyproconazole 50 g/l	MENARA MAX, MENARA ULTRA, KAYENNE, ZUNI
CLORIL	chlorothalonil 500 g/l	BANKO 500
COMET 200	pyraclostrobine 200 g/l	LYBRO, SOLARAM 200
DJEMBE	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	SAKURA, SOLEIL
ELATUS ERA	benzovindiflupyr 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	AVOLO ERA, CERATAVO ERA, VELOGY ERA
ELATUS PLUS	benzovindiflupyr 100 g/l	VELOGY PLUS
EPOPEE	tébuconazole 133 g/l + prochloraze 267 g/l	DIAMS, GALACTICA, NEBRASKA
FANDANGO S	fluoxastrobine 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	EPHEBE, FOSTER
FOLICURE EW 250	tébuconazole 250 g/l	ABNAKIS, BALMORA, BALTAZAR, HORIZON EW, TABULON
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
HELIOSOUFRE S	soufre 700 g/l	BIOUSOUFRE, HELIOTERPEN SOUFRE, S 700, VERTISOUFRE
ILLIADE	tébuconazole 430 g/l	MYSTIC EXTRA, ULYSSES
IMTREX	fluxapyroxad 62.5 g/l	FYDEX, SYREX
INPUT	prothioconazole 160 g/l + spiroxamine 300 g/l	THESORUS
IXION	azoxystrobine 200 g/l + époixiconazole 100 g/l	RUBRIC XL
JOAO	prothioconazole 250 g/l	CURBATUR, PROLINE EC, VOCAL
JUVENTUS	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, METCOSTAR 90, RELMER PRO, STAFFOR, SUNORG PRO, ZEPRIA
KANTIK	tébuconazole 100 g/l + prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l	BODEGA MAXX, KROMATIK, VOLTAÏK
KARDIX	prothioconazole 130 g/l + bixafen 65 g/l + fluopyram 65 g/l	BENDAY, KEYNOTE, MACFARE, VELDIG, YONEERO
KOREMA	époixiconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	OSIRIS WIN
KROMATIK	tébuconazole 100 g/l + prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l	BODEGA MAXX, KANTIK, VOLTAÏK
LIBRAX	metconazole 45 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	KLASSIX, RIVEXO, TEXAS
MADISON	prothioconazole 175 g/l + trifloxystrobine 88 g/l	ETIAGE, KAPULCO
MAGNELLO	tébuconazole 250 g/l + difénoconazole 100 g/l	VERTARA
MELTOP 500	propiconazole 125 g/l + fenpropidine 500 g/l	ZENIT
METCOSTAR 60	metconazole 60 g/l	ARIOSTE, STARMETCO
METCOSTAR 90	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, JUVENTUS, SUNORG PRO
OPUS MAX	époixiconazole 83 g/l	ACARIUS NEW, IXOS NEW
OPUS NEW	époixiconazole 83 g/l	ACARIUS NEW, IXOS NEW
OSIRIS WIN	époixiconazole 37.5 g/l + metconazole 27.5 g/l	KOREMA
PRIAXOR EC	fluxapyroxad 75 g/l + pyraclostrobine 150 g/l	SENEX, OXAR
PROLINE EC	prothioconazole 250 g/l	CURBATUR, JOAO, VOCAL
PROSARO	prothioconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	PIANO
PYROS EW	prochloraze 450 g/l	SPORTAK EW, VISTA EW
RELMER PRO	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, JUVENTUS, STAFFOR, SUNORG PRO, ZEPRIA
SAKURA	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	DJEMBE, SOLEIL
SOLEIL	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	DJEMBE, SAKURA
SUNORG PRO	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, JUVENTUS, METCOSTAR 90, RELMER PRO, STAFFOR, ZEPRIA
SYREX	fluxapyroxad 62.5 g/l	IMTREX, FYDEX,
UNICORN DF	tébuconazole 45 g/kg + soufre 700 g/kg	STARTWIN
UNIX MAX	cyprodinil 300 g/l	KAYAK, QUALY
ZAKEO XTRA	azoxystrobine 200 g/l + cyproconazole 80 g/l	AMISTAR XTRA, AZERTY XTRA, PRIORI XTRA
ZOXIS	azoxystrobine 250 g/l	AMISTAR, AZOXYSTAR, FRUMIDOR GP, MELUCINE, TAZER 250EC

Intérêt du T1

DE L'INTERET DU T1 DES BLES TENDRES : 41% D'ENTRE EUX SEULEMENT SONT RENTABLES DANS NOS EXPERIMENTATIONS

Contexte

Le premier traitement fongicide des blés (T1) réalisé entre les stades BBCH 31 et 33 (1 à 3 nœuds) est traditionnellement destiné à protéger la culture contre les maladies du pied et les maladies foliaires du blé se déclarant précocement : piétin verse, oïdium, rouille jaune et/ou septoriose. L'utilisation de variétés plus résistantes, combinée à l'évolution des pratiques agronomiques a conduit progressivement à la raréfaction du piétin verse et de l'oïdium qui se limitent à quelques situations très spécifiques et ne font plus que très rarement l'objet d'une lutte fongicide. D'autant plus que les traitements fongicides ont perdu de leur efficacité sur piétin-verse.

Le premier traitement du blé tendre cible donc dans la plupart des cas la septoriose et parfois la rouille jaune pour les variétés les plus sensibles et les régions les plus océaniques.

Le risque rouille jaune peut généralement être contrôlé par l'utilisation de variétés résistantes et dans certaines situations particulières il est géré par une intervention spécifique avant le stade traditionnel d'intervention (BBCH 32 : 2 nœuds). Mais le T1 se résume le plus souvent à une intervention dirigée contre la septoriose uniquement.

Par ailleurs, considérant les 2 ou 3 interventions fongicides réalisées sur le blé tendre, la contribution technique et économique du T1 apparaît comme la plus faible de toutes les interventions, alors qu'il peut représenter jusqu'à 45 % de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT).

Par ailleurs les évolutions génétiques récentes en terme de résistance aux maladies ont contribué à changer

rapidement le paysage des variétés cultivées : il est aujourd'hui plus facile de trouver des variétés productives et en même temps résistantes à la septoriose et aux rouilles (rouille jaune principalement). Sur les dernières années, la proportion de variétés moins sensibles à ces maladies, a en effet fortement évolué.

Si il y a quelques années, l'intérêt de protéger tôt le blé à ce stade ne faisait pas de doute, ces dernières années, ont conduit dans les essais à mesurer un bénéfice limité, sinon négligeable. Dans un contexte de réduction de la dépendance aux pesticides, l'intérêt technique et économique de cette intervention a été réévalué à la lumière des données disponibles.

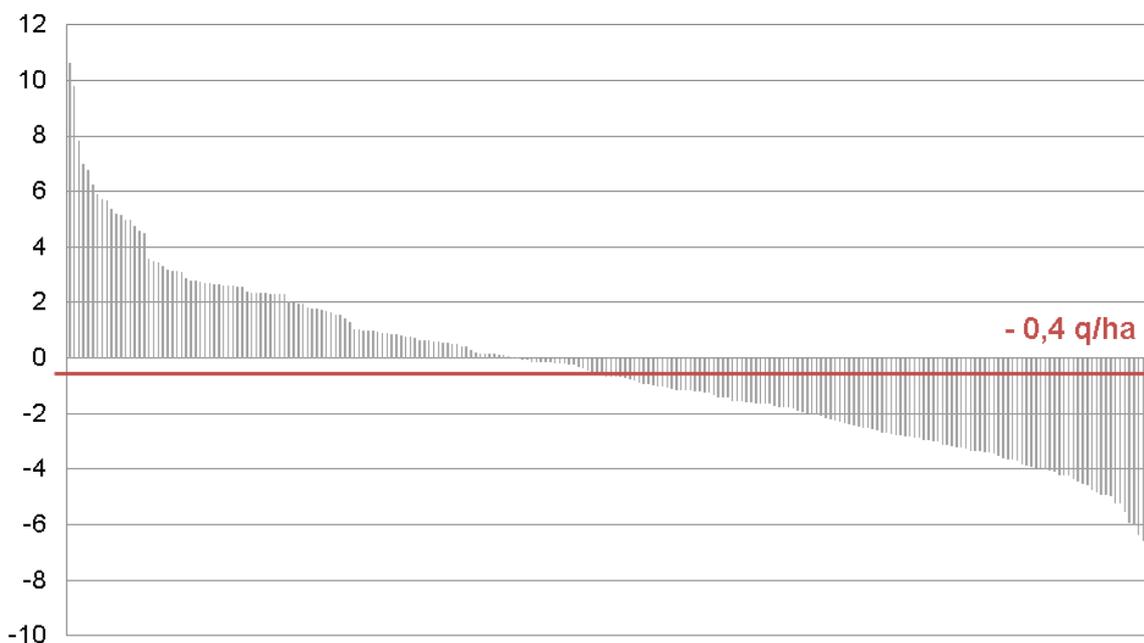
Résultats des essais : chiffrage de l'enjeu du T1

Nous avons consolidé l'ensemble des données dont nous disposons grâce au réseau R2E¹ et aux essais propres à Arvalis-Institut du végétal depuis 2013, principalement sur la moitié nord de la France, soit 350 données. Les gains de rendement en q/ha permis par le T1, précédant un deuxième traitement (T2), ou deux interventions (T2+T3), varient de - 4 q/ha à + 12.5 q/ha. **En moyenne la contribution au rendement du T1 est de + 2.2 q/ha.** Un calcul économique sommaire, tenant compte uniquement du coût des fongicides utilisés et du prix du blé au jour du calcul (16 €/q) montre que le T1 n'est rentable que dans 41 % des cas, et qu'il génère en moyenne une perte économique estimée à - 0.4 q/ha net.

¹ R2E : Réseau d'Excellence Expérimentale, réseau de recherche participatif constitué d'organismes collecteurs agréés BPE (bonnes pratiques expérimentation) ayant vocation à travailler ensemble à l'élaboration de références agronomiques en vue de développer une agriculture multi-performantes.

Figure 1 : Gains nets du T1 en q/ha (n=231)

Le gain net correspond aux augmentations de rendement permises par l'ajout d'un traitement T1 à un programme de référence à 1 ou 2 traitements, diminué du coût des traitements. Les données sont exprimées en q/ha (prix du blé 16 €/q). et proviennent d'essais collectés dans la moitié nord de la France depuis 2013. La ligne rouge représente la moyenne dont la valeur est affichée à droite.



Le gain net du T1 est en moyenne de -0.4 q/ha et le T1 n'est rentable que dans 41% des cas (231 comparaisons de 2013 à 2018).

Une réponse variable du T1 : quels en sont les déterminants ?

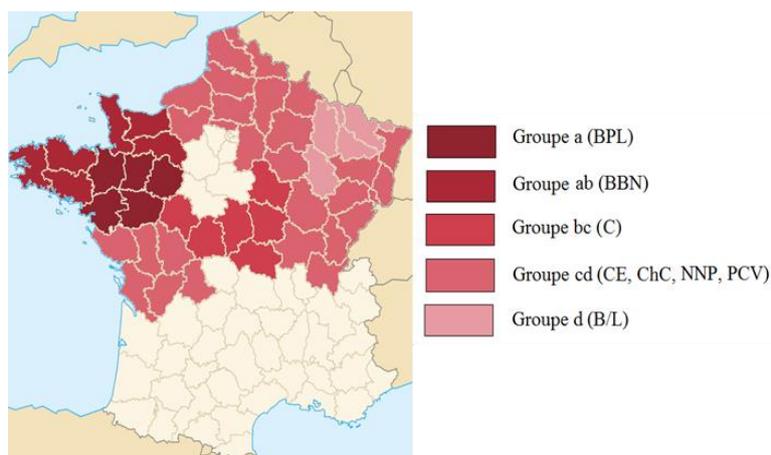
Les facteurs influant sur l'importance économique du T1 ont été approchés par un modèle linéaire mixte. L'analyse de la variance montre que **les facteurs significativement influant sur le poids du T1 sont le stade de ré-intervention du traitement suivant, la région, la date de semis, puis la sensibilité variétale et la présence de maladies autres que la septoriose**. La nature du T1, qu'il soit de biocontrôle ou non, tout comme le nombre de traitement total du programme (2 ou 3) ne semble pas avoir d'influence sur la réponse du T1. En revanche le stade d'application du T2 est le facteur le plus explicatif du poids du T1. Lorsque le T2 intervient tard, après gonflement (BBCH 49 à 59), le poids du T1 est plus important (+ 4.4 q/ha). Si le T2 intervient tôt sur la dernière feuille étalée (stade BBCH 39 à 45), la contribution du T1 est plus limitée : + 1.6 q/ha seulement.

S'agissant de la date de semis, la distinction entre un semis précoce et tardif s'est faite sur la base de la date du 16 octobre. Jusqu'à cette date, les semis sont considérés comme précoces, toutes régions confondues. Malgré cette approche indifférenciée entre région, l'effet date de semis reste particulièrement marqué. Le poids du T1 est estimé à 3.9 q/ha en semis précoce contre 2.2 en semis tardif. La sensibilité variétale intervient également. La réponse du T1 sur une variété sensible (note septoriose <6) est supérieure d'un peu plus d'un quintal à celle d'une variété peu sensible (note > ou = 6). Enfin l'effet région doit être pris en compte. La région où le poids du T1 est le plus important est Bretagne-Pays de Loire (+ 4.8 q/ha), le plus faible Barrois-Lorraine (+ 1.2 q/ha)². Les autres régions se situent entre 2,4 q/ha et 3,7 q/ha.

² NDLR : Ce qui suggère un lien avec la nuisibilité globale des maladies. Cette relation est en cours d'investigation.

Figure 2: Carte de la France représentant le poids du T1

Plus la couleur est foncée, plus le poids du T1 est important : les régions de même couleur appartiennent au même groupe statistique.



L'effet « année » est également explicatif et significatif. Le poids du T1 est estimé à 2.5 q/ha entre 2015 et 2018, son poids est en revanche évalué à 6 q/ha en 2013 (année où les stades végétatifs ont été fortement perturbés par rapport aux dates calendaires habituelles et où les délais entre T1 et T2 l'ont été également).

En résumé, il semble possible de minimiser le poids du T1, au point de pouvoir s'en affranchir plus ou moins systématiquement selon les régions et les années, en jouant sur la date de semis et la sensibilité variétale, et surtout tout en veillant à intervenir assez tôt dès le stade BBCH 39.

La prochaine étape consiste à combiner ce résultat aux outils d'aide à la décision utilisant des indicateurs de

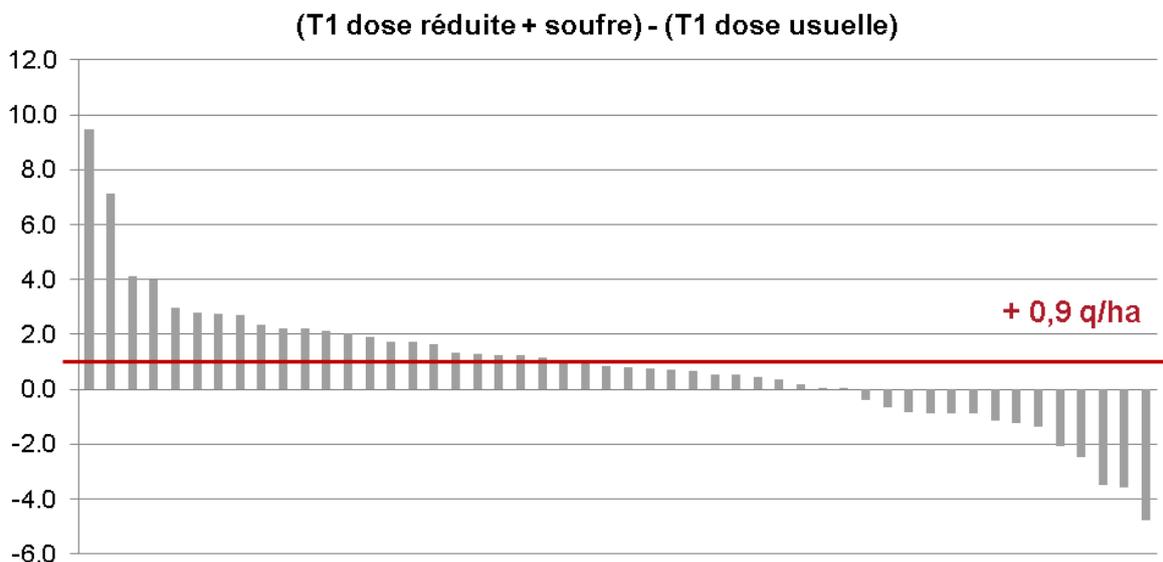
risque agro-climatique comme Septo-Lis ® pour piloter la décision d'im passe du T1, en toute sécurité.

Là où un T1 est nécessaire, le biocontrôle est-il possible ?

L'étude suivante s'est focalisée sur le soufre et sur sa capacité à remplacer une partie du T1, sans affecter ni le résultat technique, ni le résultat économique. Elle rassemble les données acquises dans le cadre du réseau R2E entre 2016 et 2018, soit 50 comparaisons de rendement entre programmes de traitement avec T1 conventionnel (dose usuelle) et T1 dose réduite + soufre. La dose réduite représentant systématiquement la moitié de la dose usuelle.

Figure 3 : Comparaison de T1 sur blé tendre dans le cadre d'un programme fongicide à 2 traitements, entre T1 conventionnel (dose usuelle) et T1 dose réduite + soufre

La dose réduite du T1 représente la moitié de la dose usuelle : prix du blé 16 €/q, écart en q/ha. Les données proviennent du réseau R2E (moitié nord de la France) entre 2016 et 2018. La ligne rouge représente la moyenne des écarts.



Dans 70 % des cas la substitution partielle du T1 par du soufre est techniquement avantageuse par rapport à un T1 conventionnel à sa dose usuelle.

Ce bon résultat mérite d'être pondéré en cas de présence d'autres maladies. Les données collectées n'intègre par exemple pas le cas particulier d'une forte attaque précoce de rouille jaune sur une variété particulièrement sensible. Le soufre étant sans activité pour lutter contre la rouille jaune, la réduction de la dose du partenaire conventionnel du fait de la substitution pourrait théoriquement mettre en difficulté le programme de protection.

Vers un T1 encore plus efficace et 100 % biocontrôle !

Parallèlement Arvalis-Institut du végétal crible au champ des propositions de biocontrôle de la recherche publique et privée, des substances naturelles d'origine minérale, végétale ou issues de microorganismes ou encore des microorganismes eux-mêmes pour lutter contre la septoriose. Comme en 2017, la combinaison soufre + phosphonate a permis d'obtenir, après 4 applications, le meilleur résultat parmi la vingtaine de modalités comparées.

Témoin non traité

Soufre + DSP016



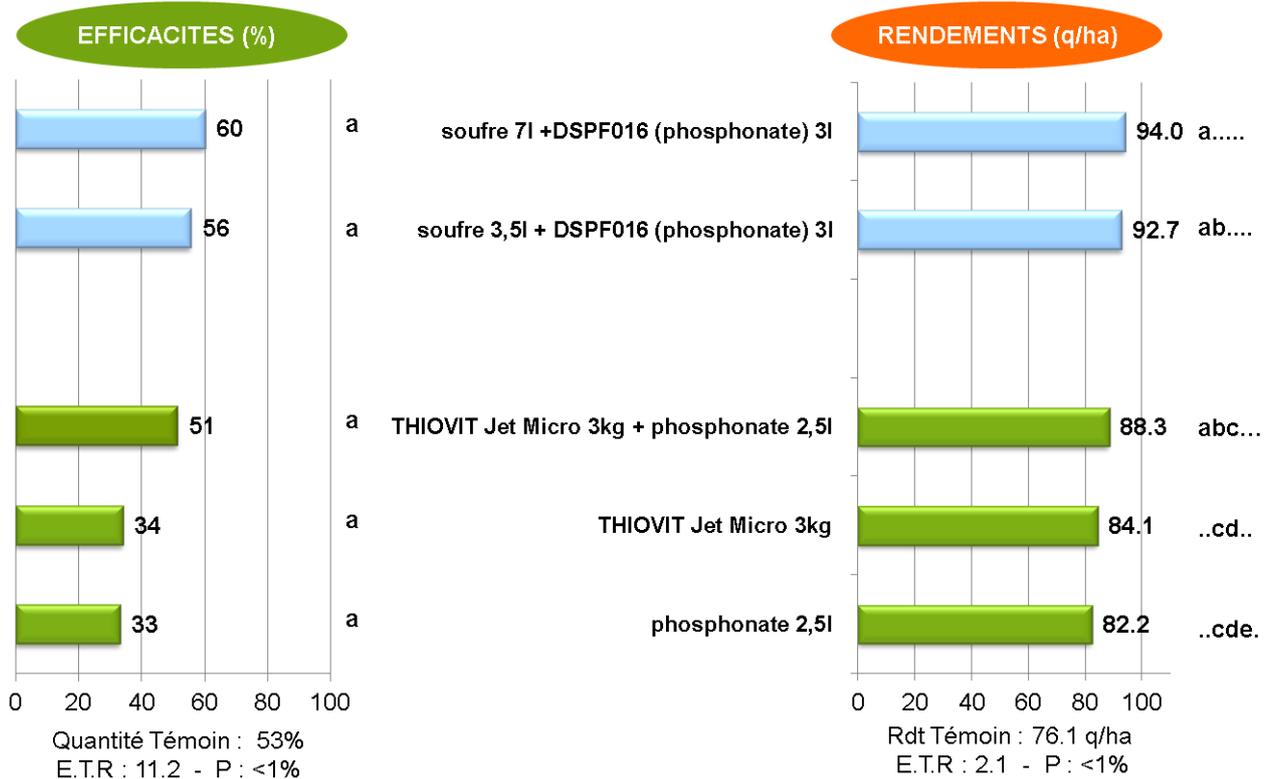
La combinaison soufre (5250 g/ha) + DSP016 (2190 g/ha de phosphonate de potassium) atteint près de 90 % d'efficacité et permet une augmentation de rendement de plus de 20 q/ha dans l'un des 3 essais réalisés en 2018.

L'analyse détaillée des données acquises cette année, suggère que l'efficacité de la combinaison soufre + phosphonate puisse obéir à une loi d'additivité de type Colby ou l'efficacité théorique E du mélange est égale à $X + Y - (XY/100)$, où X et Y représentent l'efficacité des 2 composants du mélange à leur dose d'association.³ Lorsque l'efficacité du soufre (33 %) est ajoutée à une celle d'un phosphonate (34 %), l'efficacité du mélange

théorique est théoriquement par la formule de Colby de 57 % pour une efficacité constatée de 51 % donc très proche du résultat attendu. Il n'est donc pas question d'évoquer une synergie, ni d'ailleurs un antagonisme. En revanche l'augmentation ou la diminution de la dose de l'une ou l'autre des composantes du mélange va affecter le résultat du mélange dans des proportions qui peuvent être appréciée de manière théorique à partir de la courbe de réponse à la dose de chacune des composantes du mélange.

³ Colby, S. R. 1967. Calculating Synergistic and Antagonistic Responses of Herbicide Combinations. Weeds. 15: 20-22. DOI: 10.2307/4041058

Figure 4 : Efficacité (%) moyenne toutes feuilles et toutes dates confondues et rendement en q/ha après 4 applications tous les 10 jours entre 1 Nœud et Dernière feuille Etalée (BBCH 31 et 39) (3 essais : 14, 56, 91)



Différentes formulations de soufre associées à différents phosphonates confirment les bons résultats déjà observés en 2017.

Phosphate, phosphonate ou phosphite

Les phosphates sont un composant principal des engrais à base de phosphore, ex : phosphate d'ammonium, phosphate bicalcique, phosphate de potassium. Ils n'ont pas de propriétés fongicides, mais sont d'excellents fertilisants.

Les phosphonates ou phosphites sont deux sels dérivés de l'acide phosphonique et de l'acide phosphoreux.⁴ Ces deux formes coexistent et sont en équilibre. La forme la plus stable et la plus abondante est de loin la forme phosphonate. Par abus de langage on parle de phosphite, mais il conviendrait davantage de parler de phosphonate. Les phosphonates comme les phosphites ne sont pas des engrais. En revanche ils ont des propriétés antimicrobiennes et de stimulation des défenses des plantes.

Il existe des phosphonates de potassium, de sodium, ou même d'aluminium... Ils sont tous issus d'une synthèse chimique. Mais seuls les sels de sodium et de potassium sont considérés comme existant à l'état naturel et figurent à ce jour sur la liste biocontrôle.

⁴ L'acide phosphonique et l'acide phosphoreux sont deux formes (ou tautomères) de l'acide de formule chimique H_3PO_3

La substitution totale du T1 par une solution de biocontrôle est-elle envisageable ?

Cette question a été abordée dans le cadre du réseau Performance avec environ 3500 g de soufre /ha : soit 4 à 5 l/ha (ou kg/ha) de soufre formulé, en substitution intégrale du T1. Il s'agissait à la fois d'évaluer la viabilité technique et économique de la proposition, mais également d'étudier l'effet d'un T1 de cette nature sur l'évolution des souches résistantes de septoriose.

Les résultats préliminaires indiquent que la substitution totale du T1 par du soufre uniquement n'est possible techniquement, sans pénalité de rendement, que lorsque l'impact global des maladies sur le rendement est limité (< 10 q/ha).

Les essais mis en place par les partenaires du réseau R2E ont apporté une réponse complémentaire à cette même question, en évaluant l'apport d'une solution Héliosoufre S + DSP016 (soufre + phosphonate) aux doses respectives de 3.5 + 3 l/ha en substitution totale du T1 (Figure 5). L'efficacité obtenue est en retrait : 52 % par rapport à 59 % pour le meilleur des T1 testés. La différence est statistiquement significative mais les rendements sont équivalents (+ 0.1 q/ha pour la solution

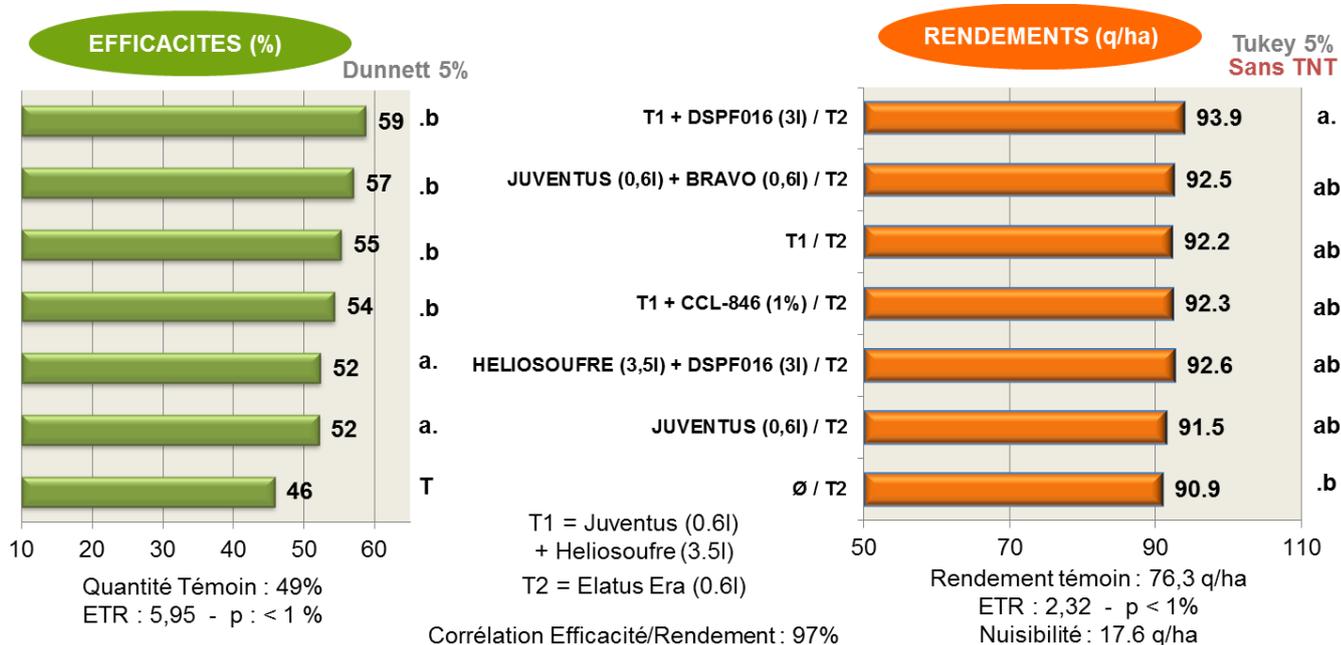
100 % biocontrôle par comparaison à la référence Juventus 0.6 l/ha + Bravo 0.6 l/ha).

L'option 100% biocontrôle semble donc une option à première vue envisageable, lorsqu'il s'agit de lutter uniquement contre la septoriose au T1. En présence de rouille jaune, le recours à une solution conventionnelle ou éventuellement mixte reste nécessaire.

DSP016 (phosphonate de potassium) est en attente d'une autorisation de mise sur le marché. L'année 2018-2019 devrait apporter les confirmations nécessaires, sur la place potentielle de cette solution au T1.

En complément les essais du R2E ont souligné que la modalité triple combinant Juventus + Héliosoufre S + DSP016 procure la meilleure efficacité parmi toutes les solutions testées au T1 (Figure 5). Elle est en effet équivalente, sinon supérieure à la référence conventionnelle associant Juventus 0.6 l/ha + Bravo 0.6 l/ha. L'association double Juventus + Héliosoufre S (associée ou non avec un adjuvant CCL-846) donnent sur ces 10 essais des résultats très proches de la référence conventionnelle. Le soufre et le chlorothalonil seraient interchangeables lorsqu'ils sont associés à un triazole.

Figure 5 : Comparaison de T1 : efficacité (%) moyenne toutes feuilles et toutes dates confondues et rendement en q/ha après 2 applications : T1 à 2 Nœuds BBCH 32 puis T2 Elatus Era 0.6 l/ha à DFE BBCH 39 (10 essais R2E)



Les rendements permis par l'association 100% biocontrôle soufre + phosphonate au T1 montrent que cette solution peut se substituer sans difficulté au T1 conventionnel : Juventus 0.6 + Bravo 0.6.

Combiner résistance génétique et biocontrôle

La protection intégrée a pour principe de combiner les leviers disponibles. Combiner les leviers majeurs que sont la résistance génétique et les solutions identifiées de biocontrôle est donc implicite. Trois essais ont été mis en place dans trois régions où les maladies du blé font régulièrement des dégâts (20, 14, 91). Trois variétés de sensibilité différentes à la septoriose et résistantes à la rouille jaune ont été semées dans chaque site (dispositif de type split-plot). Cinq stratégies de protection ont été comparées sur ces essais :

1	100% biocontrôle 5 passages	Soufre + phosphonate DSP016 (x5) – BBCH 31 à 65
2	100% biocontrôle 3 passages	Soufre + phosphonate DSP016 (x3) – BBCH 37 à 65
3	100% biocontrôle T1 puis T2, 2 passages	Soufre + phosphonate DSP016 puis Kardix 0.8 – BBCH 32 puis 39 à 55
4	T2 (sans T1), 1 passage	Rien puis Kardix 0.8 – BBCH 39 à 41
5	Ref.conv. : T1 puis T2, 2 passages	Juventus 0.7 + Bravo 0.7 puis Kardix 0.8 – BBCH 32 puis 39 à 55

Le principe consiste à explorer sur des variétés plus ou moins sensibles, les potentialités techniques du biocontrôle en substitution totale du T1, mais aussi avec encore plus d'audace (hors contraintes économiques et réglementaires) de tenter une protection totalement basée sur le biocontrôle en répétant 3 ou 5 fois des applications de soufre + phosphonate (apportant par application respectivement 2450 g/ha de soufre et 2190 g/ha de phosphonate de potassium). Voici les premières conclusions :

- **L'interaction entre variétés et stratégie de protection est significative** pour la variable rendement sur 2 des 3 essais (elle n'a pas pu être testée sur l'un d'eux, du fait du dispositif expérimental inadapté). Cela revient à dire que l'effet sur le rendement des stratégies de protection est dépendant de la variété. Exemple : sur LG Absalon (sur le site 91), variété peu sensible, toutes les solutions se valent techniquement. Alors que pour SY Moisson, plus sensible, sur le même site, les meilleures protections sont permises uniquement par la

référence conventionnelle et la substitution totale du T1 par du biocontrôle.

- **La substitution totale du T1 par du biocontrôle paraît donc possible**

- Assurer la protection des céréales uniquement avec du biocontrôle apparaît par ailleurs techniquement faisable en l'absence de risque rouilles, et sous réserve de multiplier les passages, et hors contraintes économiques et réglementaires.⁵

- La solution soufre + phosphonate efficace sur septoriose, est malheureusement très insuffisante sur rouille brune.

Ces premières conclusions méritent d'être confirmées. Les essais 2018-2019 devront en outre tenter d'intégrer davantage les données économiques et réglementaires disponibles.

⁵ Attention le nombre d'application retenu ne tient pas compte du nombre d'application maximum demandé dans le dossier d'AMM.

Figure 6 : Comparaison de 5 stratégies de protection : efficacité contre la septoriose (%) et rendement en q/ha sur 3 variétés x 3 sites expérimentaux (02, 14, 91).

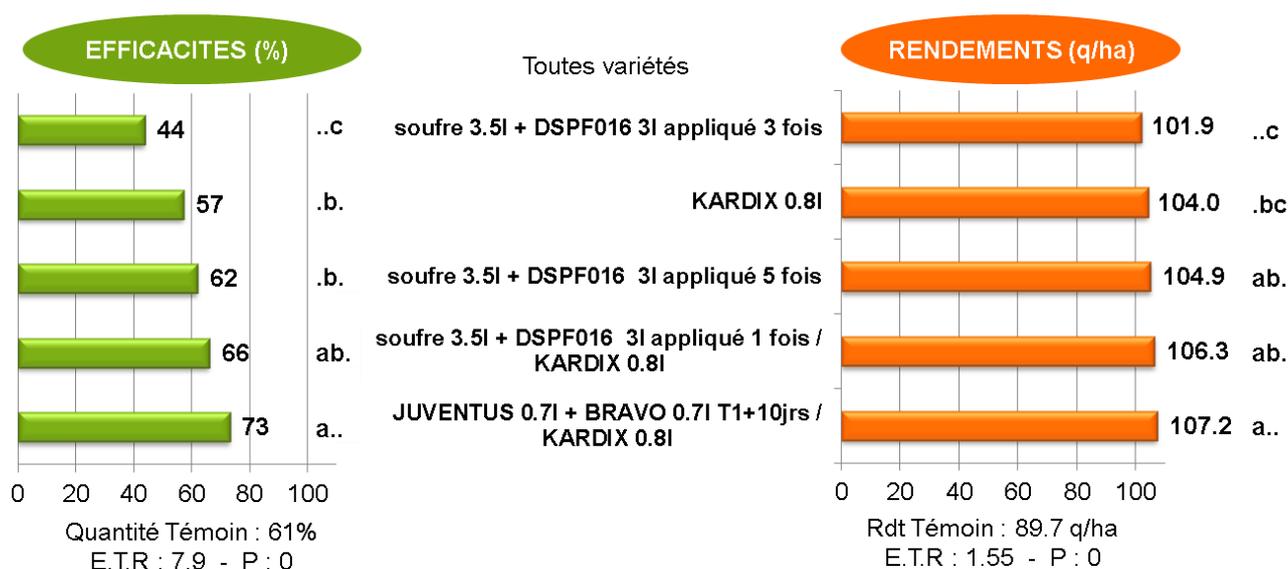
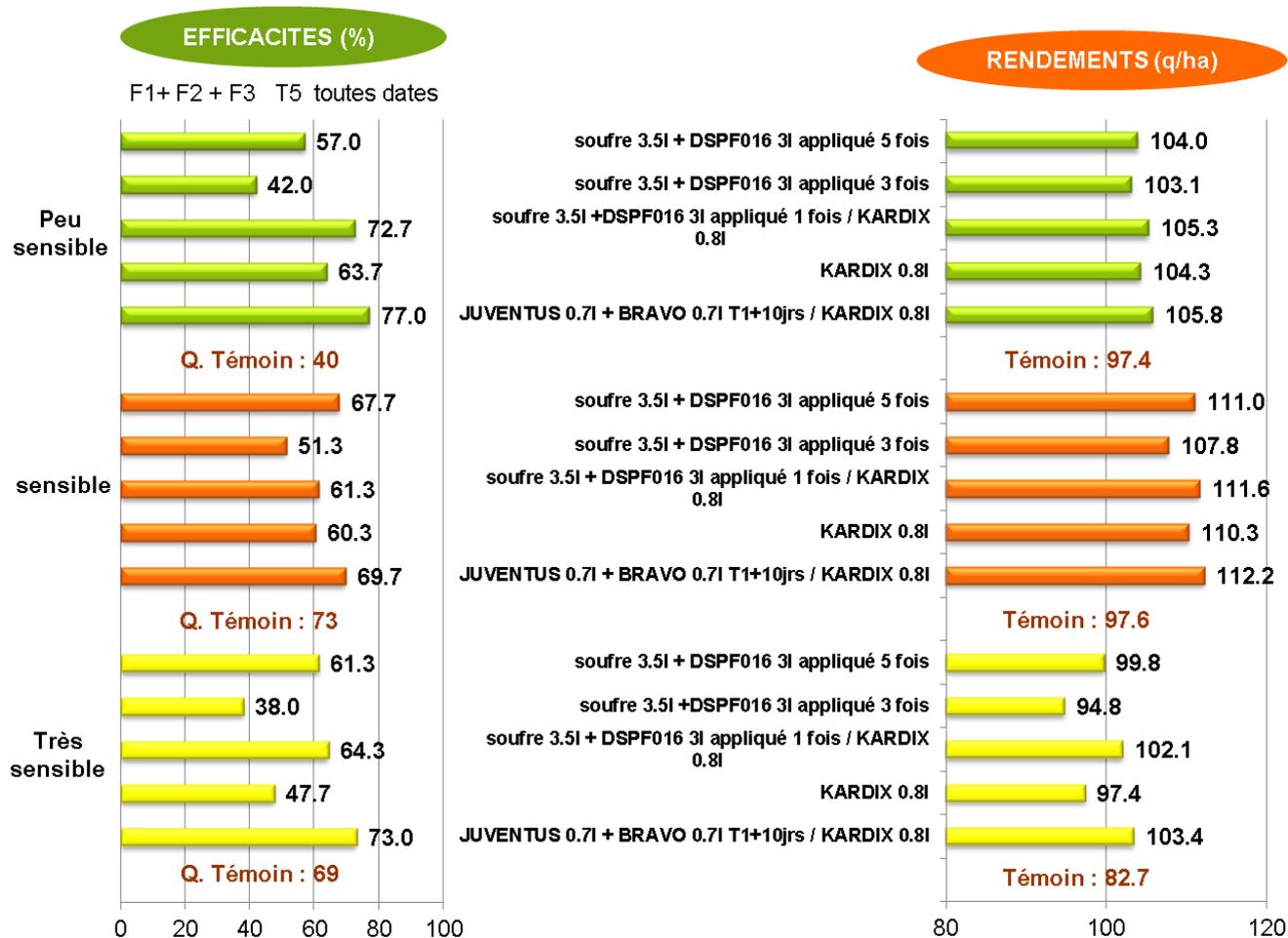


Figure 7 : Comparaison de 5 stratégies de protection en fonction de la sensibilité variétale : efficacité contre la septoriose (%) et rendement en q/ha sur 3 variétés x 3 sites expérimentaux (02, 14 ,91)



La meilleure efficacité et le meilleur rendement est obtenu par la protection conventionnelle, suivi de près par la stratégie T1 100% biocontrôle. (DSPF016 = phosphonates de potassium)

REPERES POUR 2019

- Les évolutions génétiques récentes en terme de résistance aux maladies ont contribué à changer rapidement le paysage variétal en faveur de variétés de plus en plus résistantes.
- L'enjeu du T1 est en moyenne de 2.2 q/ha brut, mais reste variable (synthèse 2013 à 2018 sur 350 données).
- Le T1 n'est rentable que dans 41% des situations et peut se raisonner grâce aux outils d'aide à la décision (synthèse 2013 à 2018 sur 350 données).
- Les facteurs significatifs influant (hors climat) sur le poids du T1 sont : le stade de ré-intervention, la région,

la date de semis, puis la sensibilité variétale et la présence d'autres maladies que la septoriose.

- La substitution partielle du T1 par du soufre est possible. Les associations mixtes de solutions conventionnelles à du soufre sont suffisamment efficaces au T1.
- La substitution totale du T1 par une association biocontrôle à base de soufre + phosphonate est prometteuse.
- Un risque précoce de rouille jaune sur variétés très sensibles devra être géré spécifiquement.
- La combinaison des différents leviers : outils d'aide à la décision, génétique et produits de biocontrôle offre de vraies possibilités de réduction des IFT.

Septoriose

UNE PRESSION TRES FORTE DANS LE SUD

Dès le début du mois de mars, une présence très conséquente d'inoculum de septoriose sur feuilles basses est observée. Les variétés les plus sensibles sont les plus concernées, mais des symptômes sont également présents sur variétés résistantes. Les semis les plus précoces (réalisés et levés avant fin octobre) sont aussi plus touchés, en fréquence et en intensité, par rapport aux semis de novembre.

Par la suite, la régularité des pluies au printemps permet la contamination régulière des feuilles à chacune de leur

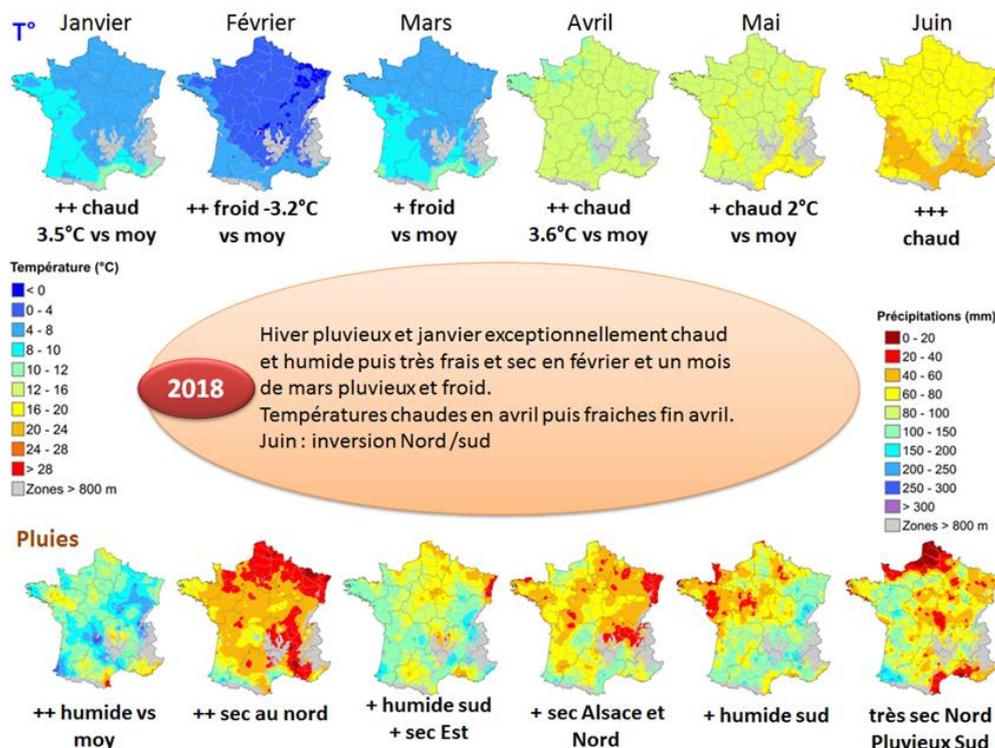
sortie. Les variétés les plus sensibles en blé tendre sont les plus impactées quelles que soient leurs dates de semis. En blé dur, les dates de semis les plus précoces restent les plus touchées. Le modèle SeptoLIS® prévoit des contaminations à chaque nouvelle sortie de feuille. Le risque devient important à modéré dès le stade 2 nœuds. Au final, toutes les situations présentent un risque élevé d'attaques de maladie, dès le stade Dernière Feuille Pointante (BBCH 37). La septoriose restera une maladie majeure pour cette campagne dans le Sud de la France.

UNE PRESSION MODEREE DANS LE NORD

Suite à une période automne-hiver douce et propice au maintien de l'inoculum sortie hiver, les mois de février et mars sont plutôt froids et surtout secs et donc défavorables à la progression de la septoriose. Le mois d'avril très chaud est déterminant dans le ralentissement du développement de la maladie. On assiste à un empilement rapide des stades de végétation dans une période

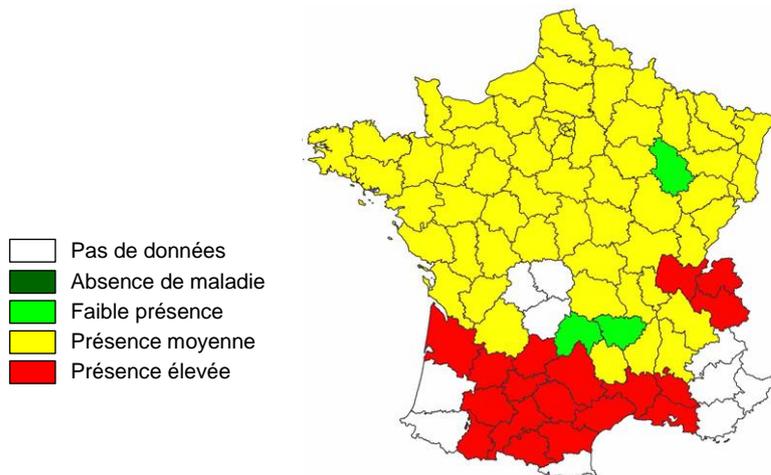
sèche. En fait, les feuilles montent plus vite que la maladie ne progresse, si bien que la pression parasitaire est très faible jusqu'à fin avril. Les premiers symptômes sont tardifs après des contaminations qui interviennent à la sortie de la dernière feuille. Au final, la septoriose avec une arrivée tardive sur les dernières feuilles aura une nuisibilité moyenne.

Figure 1 : Eléments de contexte climatique de janvier à juin 2018 : Températures moyennes mensuelles (cartes en haut) et cumuls de précipitations mensuelles (cartes en bas)



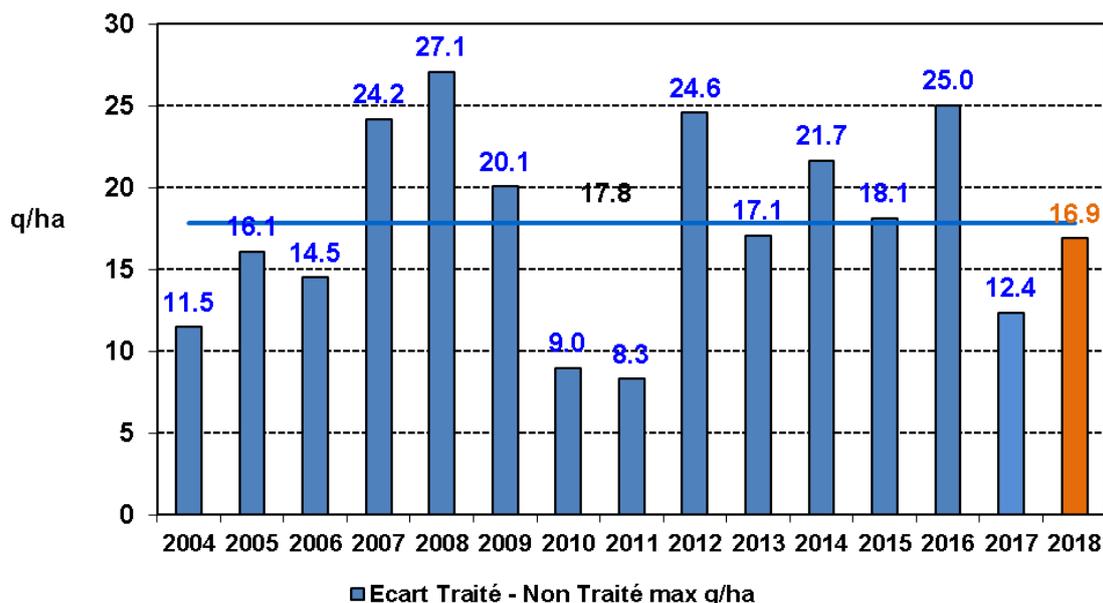
Cette campagne 2018 se caractérise par une différence importante entre le Sud et le Nord avec une inversion des conditions climatiques rencontrées habituellement au printemps. Ce sont pour le Sud, beaucoup de pluies et des températures fraîches, pour le Nord, des températures très chaudes et un début de sécheresse qui s'accroît pendant l'été.

Figure 2 : Estimation de l'intensité de présence de la septoriose pour 2018 (observations réalisées par le réseau régional d'Arvalis)



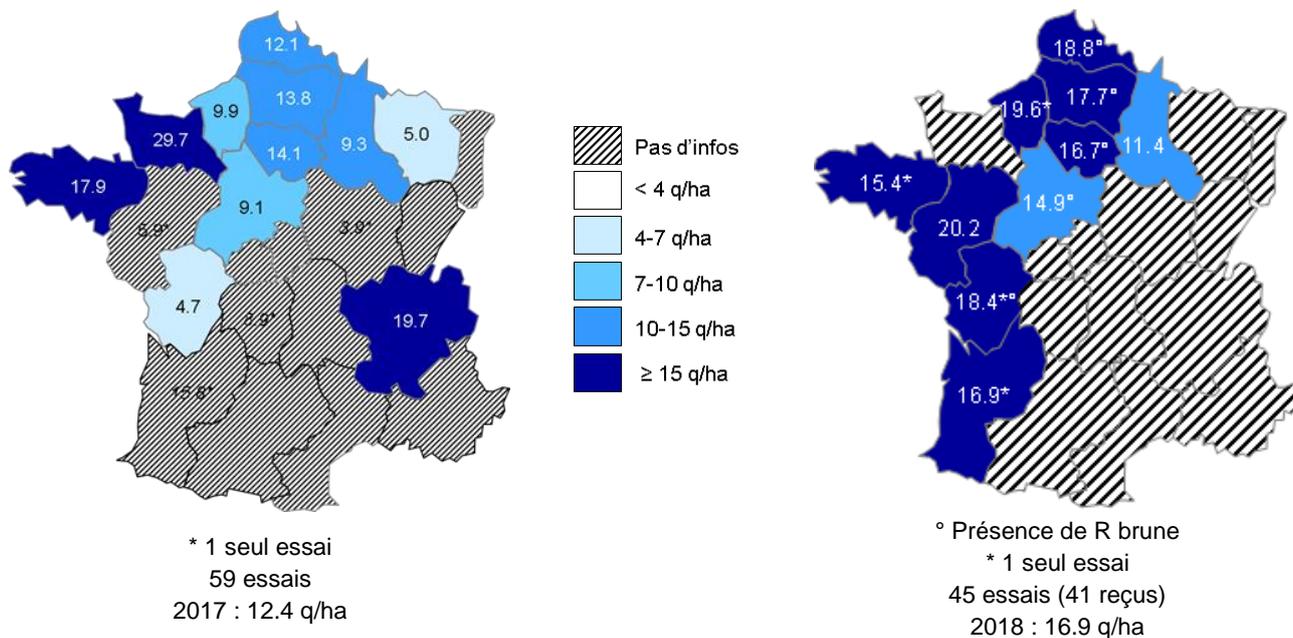
Une pression septoriose plus élevée dans le Sud par rapport au Nord, à l'inverse du scénario habituel.

Figure 3 : Estimation de la nuisibilité des maladies dans les essais à dominante septoriose réponse fongicide entre parcelles traitées et non traitées en q/ha. Données Arvalis et partenaires du Réseau Performance 2018.



En 2018, la pression parasitaire est moyenne, avec 16.9 q/ha de réponse aux traitements fongicides, pour un rendement maximum observé dans les essais de 97.1 q/ha. La nuisibilité potentielle des maladies foliaires est estimée à 19 % du rendement. Elle est cependant supérieure à celle observée en 2017 (12.4 q/ha) et légèrement inférieure à la moyenne pluriannuelle de ces quinze dernières années (17.8 q/ha).

Figure 4 : Estimation de la nuisibilité des maladies, sans rouille jaune, sur variétés sensibles par région (réponse fongicide entre parcelles traitées et non traitées en q/ha) – 45 essais du Réseau Performance et essais Arvalis 2018

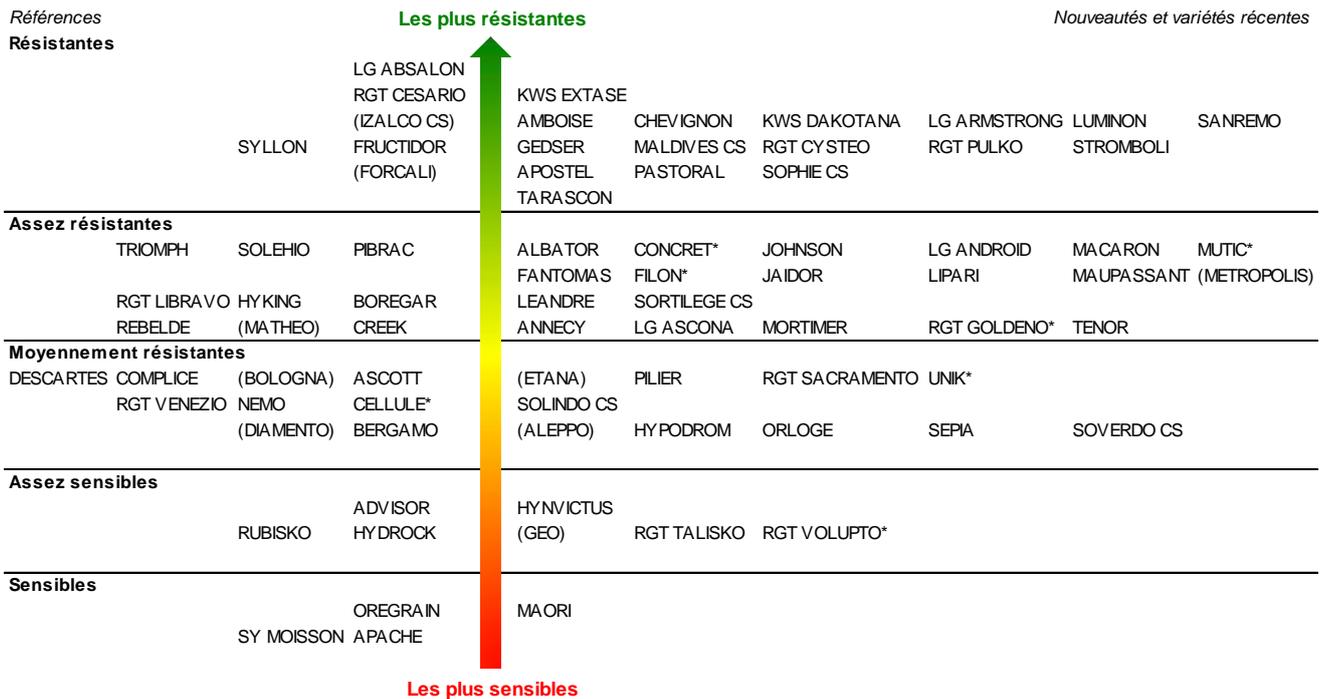


L'impact des maladies foliaires en 2018 (principalement septoriose mais également de la rouille brune tardive) est nettement plus fort qu'en 2017, où les maladies avaient fait des dégâts plutôt faibles. En 2018, la nuisibilité des maladies est importante en Aquitaine, Bretagne, et plus modérée en Normandie et dans les Hauts-de-France.

Tableau 1 : 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

Figure 5 : Echelle de résistance à la septoriose blé tendre

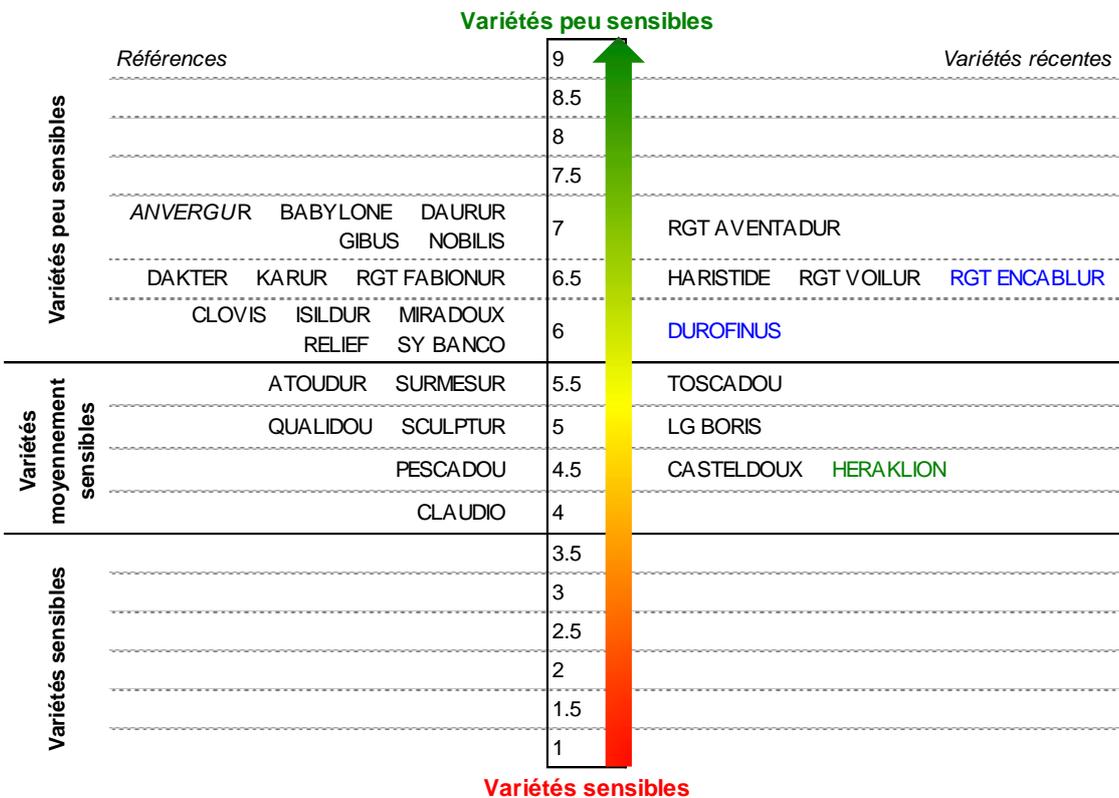


() : à confirmer

* : variétés observées plus sensibles vis-à-vis de certaines souches émergentes.

Source : essais d'inscription (CTPS/GEVES) et de post-inscription (ARVALIS) 2016-2018, jusqu'à 49 en 2018

**Figure 6 : Echelle de résistance à la septoriose blé dur
Classement des variétés par rapport à la tolérance à la septoriose**



Source : essais pluriannuels ARVALIS et CTPS /GEVES (2007-2018)

« RESEAU PERFORMANCE » : LA RESISTANCE PROGRESSE ENCORE ET TOUJOURS !

Le Réseau Performance a collecté cette année 134 échantillons, prélevés en fin de saison sur les parcelles traitées et non traitées. Ces échantillons ont permis d'étudier des populations provenant de toutes les régions céréalières françaises. Près de 75 % des échantillons ont été exploités. Les 25% restant ne présentaient pas ou pas assez de symptômes ou se sont avérés trop sales, contaminés à l'isolement en particulier par des bactéries.

■ **Tableau 2 : Les 35 Partenaires du "Réseau Performance" en 2018**

ACOLYANCE	CA 53	FREDON	SEPAC
ADAMA	CA 80	EMC2	SETAB de Bapaume
AGORA	CA IDF	EURALIS (AGRIHUB) / ASTRIA	STAPHYT
BASF	CA 52-APVA	Interface céréales	SYNGENTA
BAYER	CA 59-62	Nord Négoce	TERRENA
BIOTEK	CETA Champagne Berrichonne	NORIAP	TERNOVEO
DOW	CETA de HAM Vermandois	PHILAGRO	UCATA
CA 02	CRA-W	PHYTEUROP	UNEAL
CA 03	FDCETA 02	SANATERRA	

LE POINT SUR LES RESISTANCES

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

Résistance aux IDM

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

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

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

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

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

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

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

Résistance aux SDHI

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

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

En France, il n'y a pas lieu de craindre pour l'efficacité des SDHI en pratique pour 2017. Ces constats nous incitent cependant à maintenir une pression de sélection aussi faible que possible sur ce mode d'action et légitiment notre recommandation de n'utiliser les SDHI qu'une seule fois par saison.

¹ : IDM : Inhibiteur de DéMéthylation (triazoles, imidazoles principalement).

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.

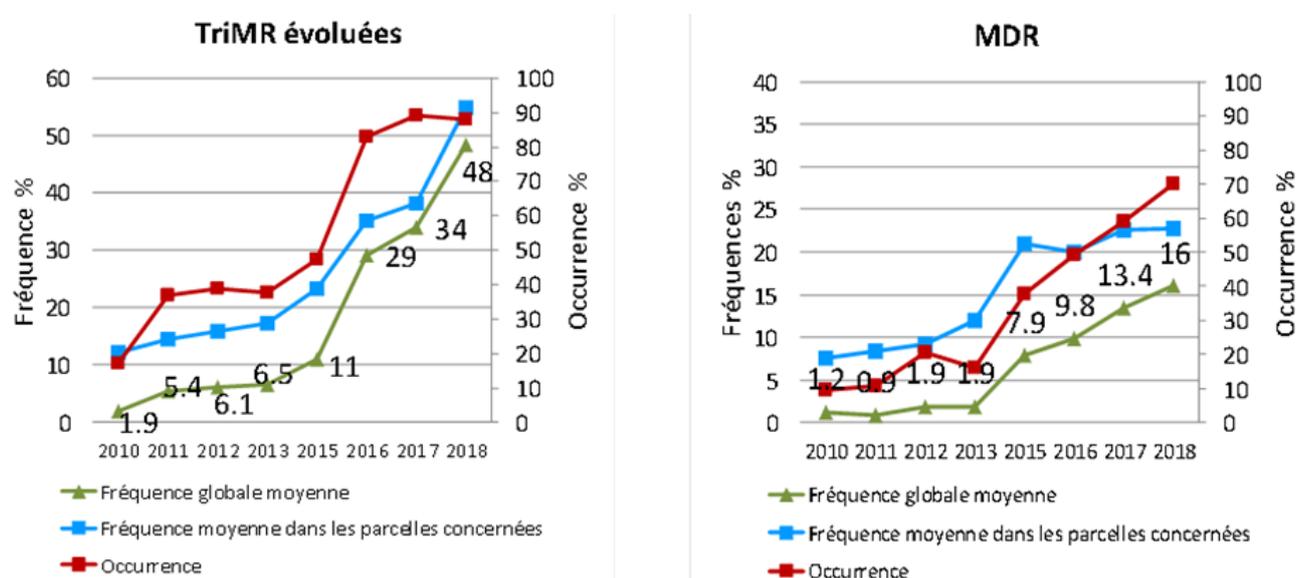
En 2018 : Près d'une souche sur deux est de phénotype TriMR évolué

Sur la base des analyses du seul réseau Performance, les souches MDR³ représentent désormais 16 % de la population contre 13 % l'année dernière. Les souches dites « TriMR évoluées » quant à elles représentent 48 % de la population, contre 34 % en 2017 et 29 % en 2016 (Figure 7). Ces dernières résistent spécifiquement aux IDM, avec des niveaux de résistance moyens à forts selon les molécules. Elles combinent en effet plusieurs mutations, jusqu'à 9, sur le gène CYP 51⁴, en particulier, des combinaisons intégrant la substitution S524T.

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

Figure 7 : Evolution des phénotypes les plus résistants (TriMR évolués + MDR) de *Z. tritici* dans les échantillons du Réseau Performance depuis 2010



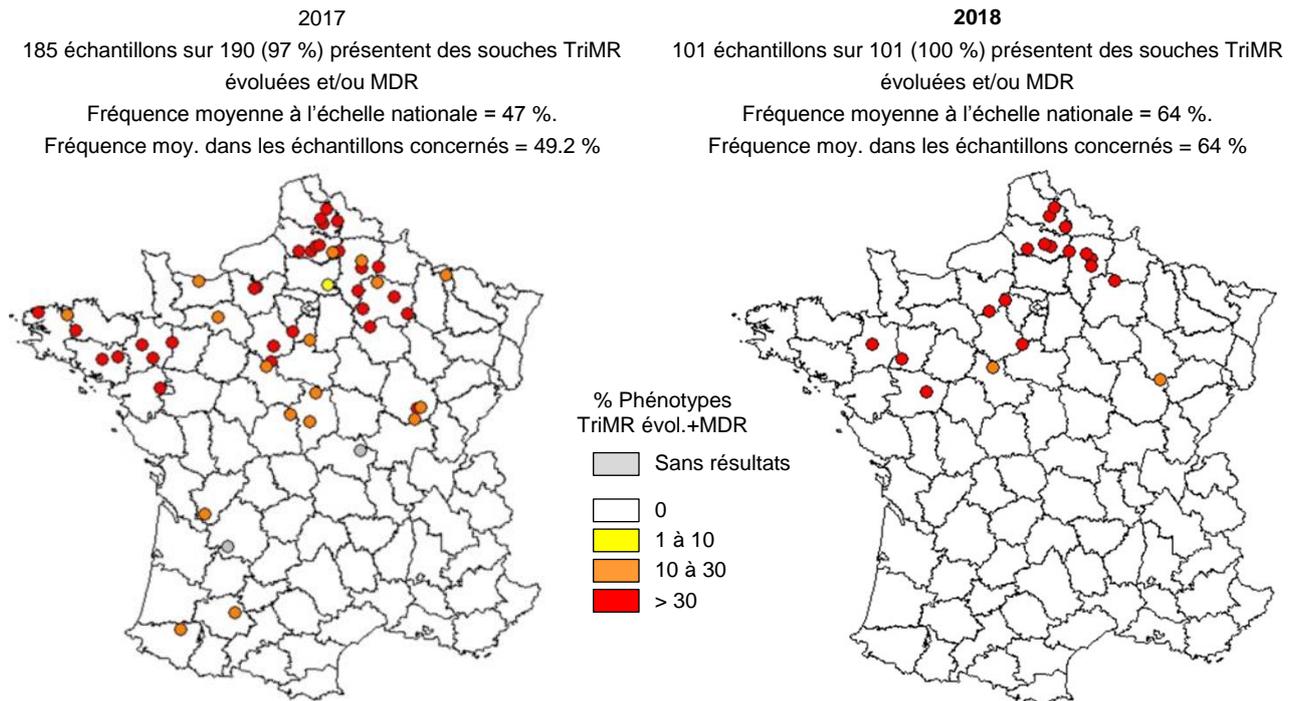
La fréquence globale moyenne (en vert) des souches TriMR évolués et MDR progresse significativement. Leur total passant de 48 % à 64 % entre 2017 et 2018. Au total, plus de 60 % des souches sont désormais MDR et/ou TriMR évoluée et donc difficiles à contrôler.

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 2018, sur l'ensemble du monitoring, 22 populations (soit 5 % des populations analysées) présentent des filaments longs aux doses discriminantes de SDHI (boscalid et bixafen) (analyses l'INRA BIOGER). Un travail complémentaire

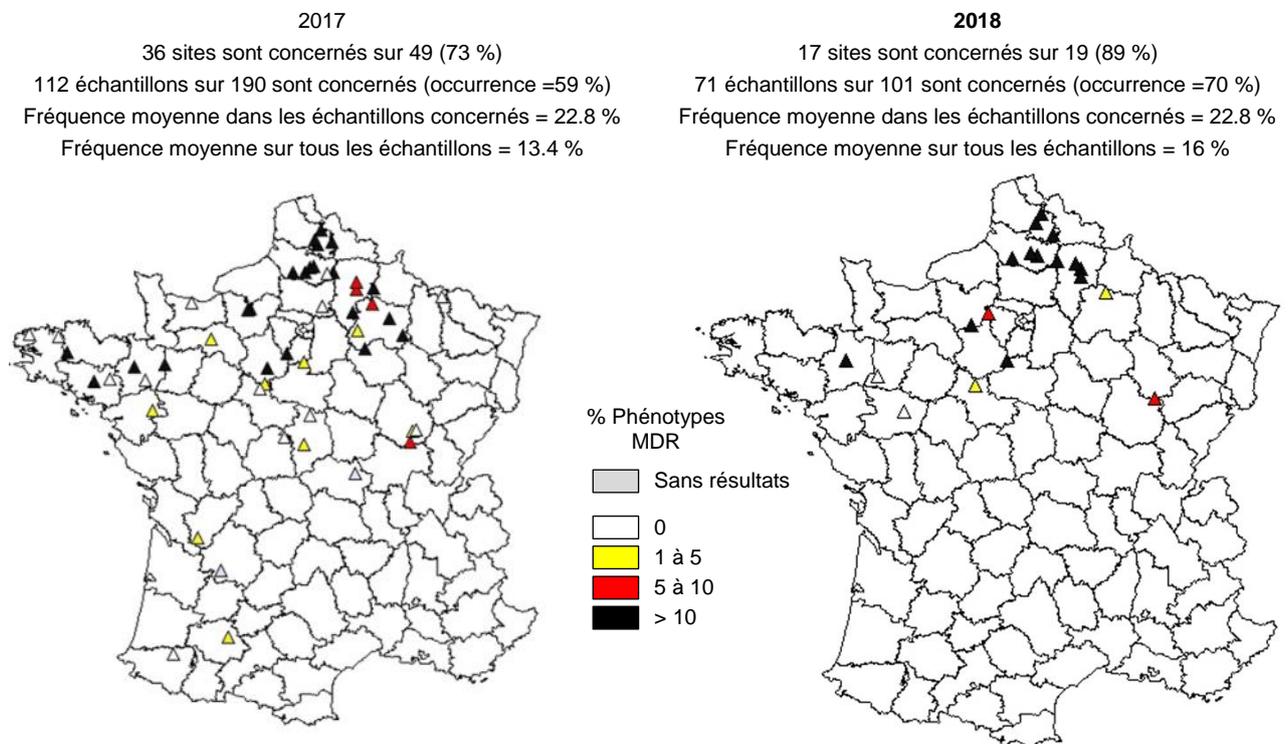
est en cours pour isoler ces phénotypes résistants, puis les « génotyper » et confirmer (ou non) une éventuelle résistance spécifique. Rappelons que la famille des SDHI est déjà concernée par le mécanisme de résistance MDR, avec des facteurs de résistance compris entre 5 et 15, et qu'à ce titre il est important de confirmer l'incidence des SDHI sur la sélection de souches de type MDR et également d'anticiper le risque de résistance multiple CarR + MDR ».

Figure 8 : Distribution des phénotypes TriMR évolués + MDR de *Z. tritici* sur le Réseau Performance en 2017 et 2018



Toutes les populations de septoriose échantillonnées, contiennent des souches TriMR évolués et/ou MDR.

Figure 9 : Distribution des souches MDR (MultiDrug résistantes) de *Z. tritici* sur le Réseau Performance en 2017 et 2018



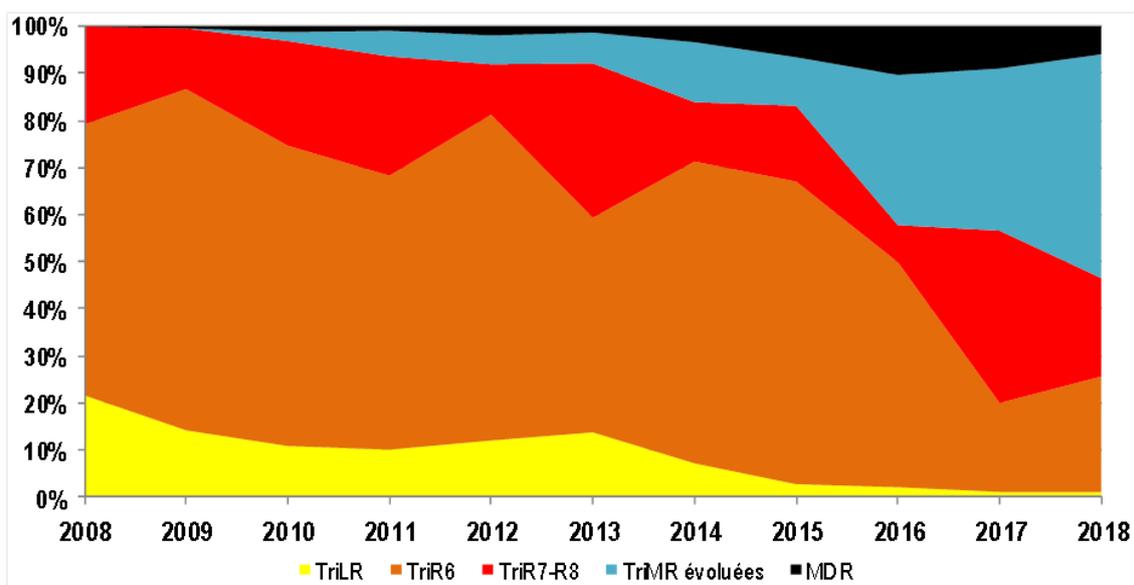
Les souches MDR sont présentes dans près de sept échantillons sur dix en 2018

Tableau 3 : Structure type de la population de *Z. tritici* sur le "Réseau Performance" en 2016, 2017 et 2018 (tous échantillons)

				2016 (%)	2017 (%)	2018 (%)
TriS (Sensible)	Phénotypes déjà présents avant 2008	Tri R1/R3	Les souches sensibles ont disparu	0	0	0
TriLR (Faiblement résistant)	Phénotypes déjà présents avant 2008	Tri R2/R4 Tri R5	Les souches faiblement résistantes sont minoritaires	1.9	1.0	0.6
TriMR (Moyennement à fortement 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	59.2	51.4	35.0
	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 (jusqu'à X mutations combinées)	29.1	34.2	48.3
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	9.8	13.4	16.0

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

Figure 10 : Evolution des populations de *Z. tritici* entre 2008 et 2018 sur les témoins non traités en fin de saison

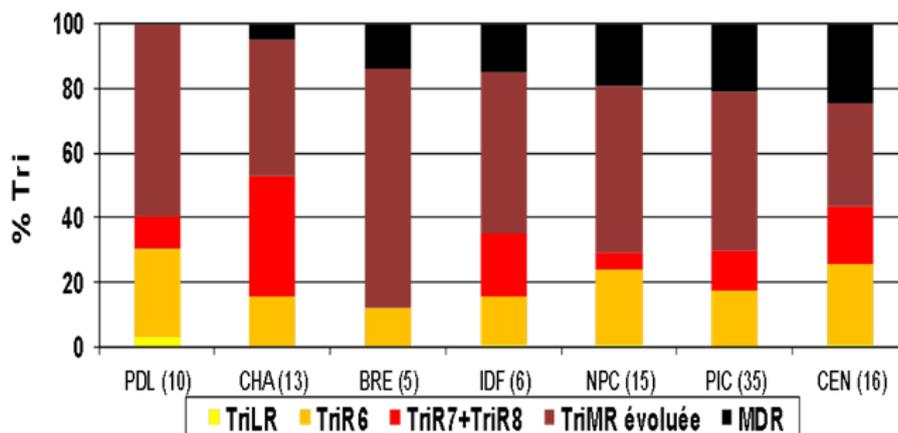


La progression des souches TriMR évoluées (en bleu) est forte en 2018. Elles représentent néanmoins 48% des souches prélevées dans les témoins non traités en fin de saison.

Au plan de la structure générale de la population (Tableau 3 et Figure 10), les souches les plus sensibles (TriLR), déjà marginales en 2017, ont quasiment disparu en 2018. Les souches TriMR régressent fortement au profit des TriMR évoluées qui sont désormais dominantes (48 %). Les souches les plus résistantes encore minoritaires en 2016 progressent de façon inquiétante

en particulier les phénotypes MDR sur les parcelles traitées. Cette progression concerne presque toutes les régions. La présence des souches MDR reste toutefois plus marquée dans les régions Nord (Figure 11). Cette proportion atteint 20 % dans le Nord-Pas-de-Calais, en Picardie, et près de 25 % dans le Centre.

Figure 11 : Répartition des populations de *Z. tritici* en fonction des régions - 101 populations 2018



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

Un total de 45 essais a été mis en place en 2018 par les 35 partenaires du réseau, répartis sur différentes zones céréalières. Les essais sont systématiquement accompagnés par des analyses de résistance. Cette année, le Réseau Performance offrait le choix pour le tronc commun entre trois spécialités à base de SDHI + triazole

(Kardix, Elatus Era, Librax). Les résultats sont donc présentés de manière générique. Les résultats qui suivent portent sur les 41 essais qui nous parvenus à l'heure où nous écrivons, et les comparaisons réalisées, chaque fois que cela est possible, s'efforcent de maximiser le nombre d'essais pris en compte.

Tableau 4 : Principales modalités mises en place dans le "Réseau Performance" en 2018 – double application : BBCH 32 (2 Nœuds) puis BBCH 37-45 (DFE-Gonflement)

Module Kardix, base prothioconazole

	T1 de Z32 à Z33	T2 de Z39 à Z45	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	Tr + C : Juventus 0,7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha	79	1.8
3	Tr + C : Juventus 0,7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHIs + C : Kardix 0.75 l/ha + chloro 500 g/ha	79	2.3
4	Tr + SO : Juventus 0.7 l/ha + soufre 2450 g/ha	Tr+SDHIs + SO : Kardix 0.75 l/ha + soufre 2450 g/ha	97	2.4
5	SO : soufre 3500 g/ha	Tr+SDHIs + C : Kardix 0.75 l/ha + chloro 500 g/ha	74	2
6	C750 : chlorothalonil 750 g/ha	Tr+SDHIs + SO : Kardix 0.75 l/ha + soufre 2450 g/ha	71	2.1
7	C + SO : chloro 500 g/ha + soufre 2450 g/ha	Tr+SDHIs + SO : Kardix 0.75 l/ha + soufre 2450 g/ha	84	2.3
8	Tr + C : Juventus 0,7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHIs + PRZ : Kardix 0.75 l/ha + prochloraze 270 g/ha	83	2.3
9	Tr + FP : Juventus 0,7 l/ha + folpel 500 g/ha	Tr+SDHIs + FP : Kardix 0.75 l/ha + folpel 750 g/ha		

Module Elatus Era, base prothioconazole

	T1 de Z32 à Z33	T2 de Z39 à Z45	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	Tr + C : Juventus 0,7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI : Elatus Era 0.8 l/ha	84	2
3	Tr + C : Juventus 0,7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI + C : Elatus Era 0.67 l/ha + chloro 500 g/ha	84	2.5
4	Tr + SO : Juventus 0.7 l/ha + soufre 2400 g/ha	Tr+SDHI + SO : Elatus Era 0.67 l/ha + soufre 2400 g/ha	90	2.1
5	SO : soufre 3520 g/ha	Tr+SDHI + C : Elatus Era 0.67 l/ha + chloro 500 g/ha	70	1.8
6	C750 : chlorothalonil 750 g/ha	Tr+SDHI + SO : Elatus Era 0.67 l/ha + soufre 2400 g/ha	69	2
7	C + SO : chloro 500 g/ha + soufre 2400 g/ha	Tr+SDHI + SO : Elatus Era 0.67 l/ha + soufre 2400 g/ha	75	2
8	Tr + C : Juventus 0,7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI + PRZ : Elatus Era 0.67 l/ha+ prochloraze 270 g/ha	86	2.4

Module Librax, base metconazole

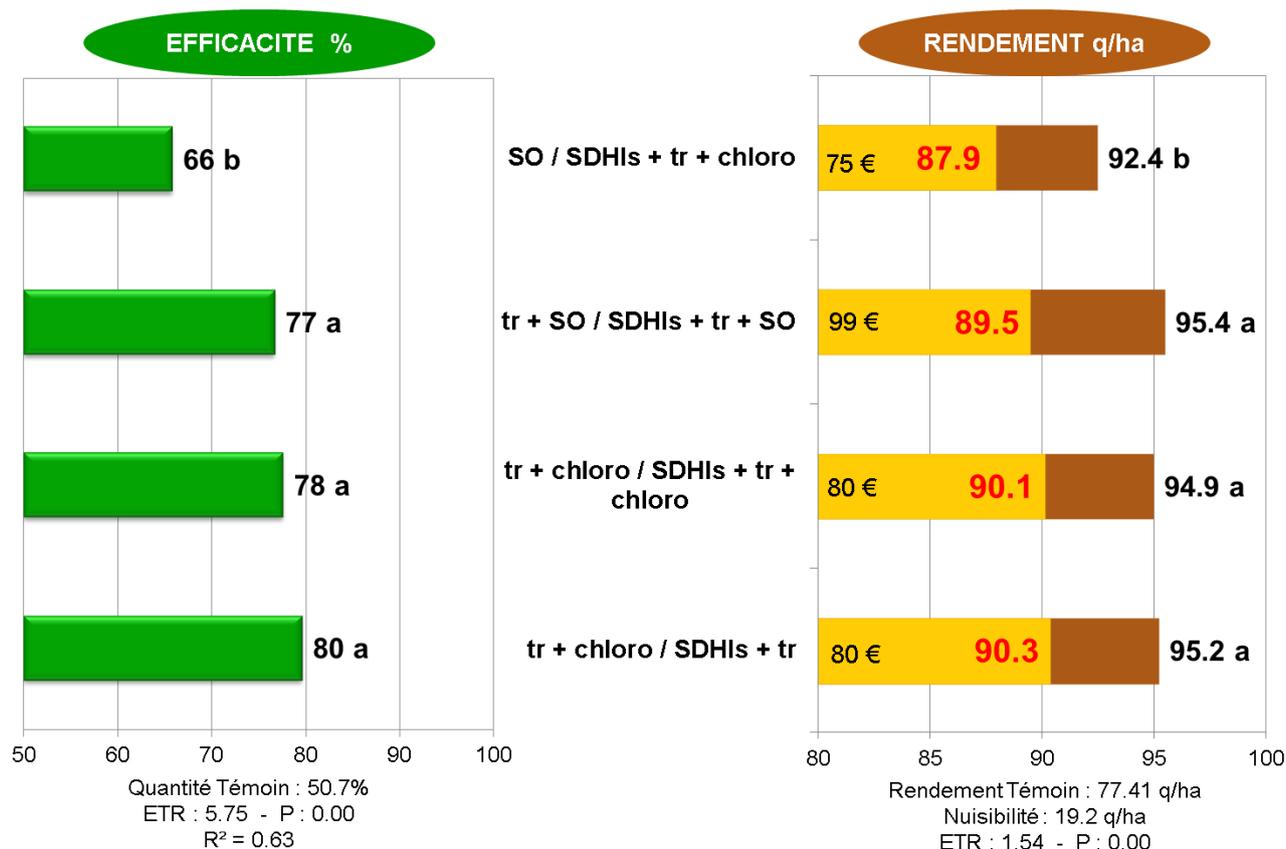
	T1 de Z32 à Z33	T2 de Z39 à Z45	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	Tr + C : Joao 0,33 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI : Librax 1 l/ha	82	1.4
3	Tr + C : Joao 0,33 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI + C : Librax 0.8 l/ha + chloro 500 g/ha	81	1.9
4	Tr + SO : Joao 0,33 l/ha + soufre 2400 g/ha n	Tr+SDHI + SO : Librax 0.8 l/ha + soufre 2400 g/ha	86	1.4
5	SO : soufre 3520 g/ha	Tr+SDHI + C : Librax 0.8 l/ha + chloro 500 g/ha	65	1.5
6	C750 : chlorothalonil 750 g/ha	Tr+SDHI + SO : Librax 0.8 l/ha + soufre 2400 g/ha	65	1.7
7	C + SO : chloro 500 g/ha + soufre 2400 g/ha	Tr+SDHI + SO : Librax 0.8 l/ha + soufre 2400 g/ha	71	1.7
8	Tr + C : Juventus 0,7 l/ha + chloro 350 g/ha	Tr+SDHI + PRZ : Librax 0.8 l/ha+ prochloraze 270 g/ha	81	2.2

Tr signifie : prothioconazole ou metconazole ; C : chlorothalonil ; SDHI : benzovindiflupyr, fluopyram+bixafen, ou fluxapyroxad ; SO : soufre ; FP : folpel ; PRZ : prochloraze

Le "Réseau Performance" offre une certaine liberté dans le choix du module testé. Les résultats présentés ici correspondent au tronc commun (modalité 1 à 5 et à 2 des modalités optionnelles insérées par les partenaires). Il n'est pas tenu compte dans la synthèse de la nature des produits retenus dans chaque module. En 2018, un total de 37 essais avec mesure des rendements sur

toutes les modalités du tronc commun a pu être exploité: 18 essais avec mesures des rendements et des efficacités et 18 essais avec rendements et résultats d'analyses. Les essais complets regroupant l'ensemble des informations (efficacités, rendements, analyses) sont en nombre limité, les résultats ne sont pas présentés.

Figure 12 : Efficacité sur septoriose et rendement des modalités du Réseau Performance - Prix du blé 16.5 €/q - 18 essais 2018 - délai moyen T1/T2 : 21 j. - Date moyenne T2 : 10/05 - Phénotypes TriMR évolués + MDR : 48% (TriMR évolués : 38% - MDR : 10%)



Un ou deux chlorothalonil, quel bénéfice?

Sur 18 essais, l'ajout de 500 g de chlorothalonil au T2 soit sur une base Kardix 0.9 l/ha (10 essais), soit Elatus Era 0.8 l/ha (6 essais), soit Librax 1 l/ha (2 essais), apporte ni avantage technique ni économique par rapport au même T2 sans chlorothalonil (Figure 12). Comme en 2017, et contrairement à ce qui avait pu être observé en 2016 (dans certaines situations curatives), nous n'observons pas d'effet négatif du chlorothalonil associé aux différentes solutions SDHI du T2.

Un soufre en T1, avec ou sans triazole?

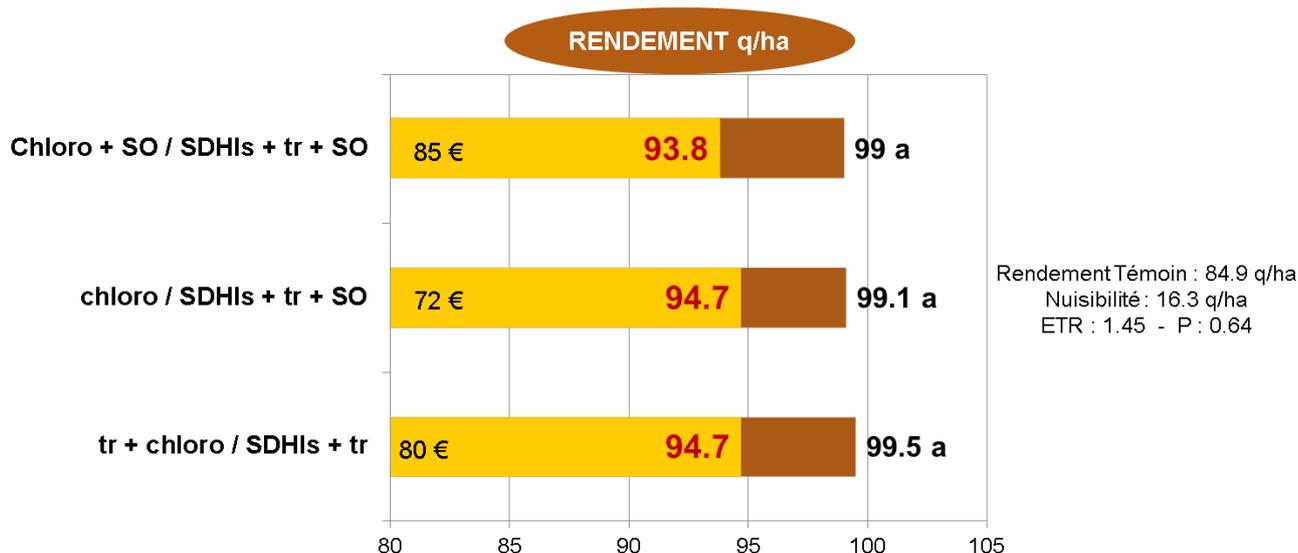
Sur ces mêmes 18 essais, le soufre appliqué seul à 3500 g/ha, au T1 obtient des résultats d'efficacité et de rendements significativement inférieurs à l'association de triazole + soufre (Figure 12). L'utilisation de soufre solo au T1 procure une efficacité de 12 points inférieure à la référence T1 (tr+chloro) et un rendement de 2.5 q/ha inférieur (à T2 équivalent). Bien qu'un peu moins cher le programme avec soufre solo (75 € au lieu de 80 €), donne des résultats économiquement moins avantageux. Notez par ailleurs que si la comparaison est ici en

faveur d'un T1 « complet », rien ne permet d'affirmer que celui est rentable dans toutes les situations. Une analyse plus poussée montre en effet que lorsque la pression parasitaire est faible (<10 q/ha), une solution basée sur du soufre au T1 uniquement est envisageable (résultats non présentés).

Un triazole est-il toujours nécessaire au T1?

Sur un regroupement de 15 essais, 750 g/ha de chlorothalonil appliqués seuls au T1 ou 500 g/ha de chlorothalonil associés avec 2450 g/ha de soufre présentent des rendements bruts et nets similaires entre eux, et proches de la modalité Juventus 0.7 + Bravo 0.7 L/ha (13 essais sur 15) ou Joao 0.33 + Bravo 0.7 L/ha (2 essais sur 15) (Figure 13). En l'absence d'autres maladies que la septoriose, une certaine souplesse semble donc s'exprimer sur le choix du T1. Un triazole ne serait pas toujours nécessaire, surtout dans un contexte maladie dominée presque exclusivement par la septoriose, comme ce fut le cas du réseau Performance en 2018.

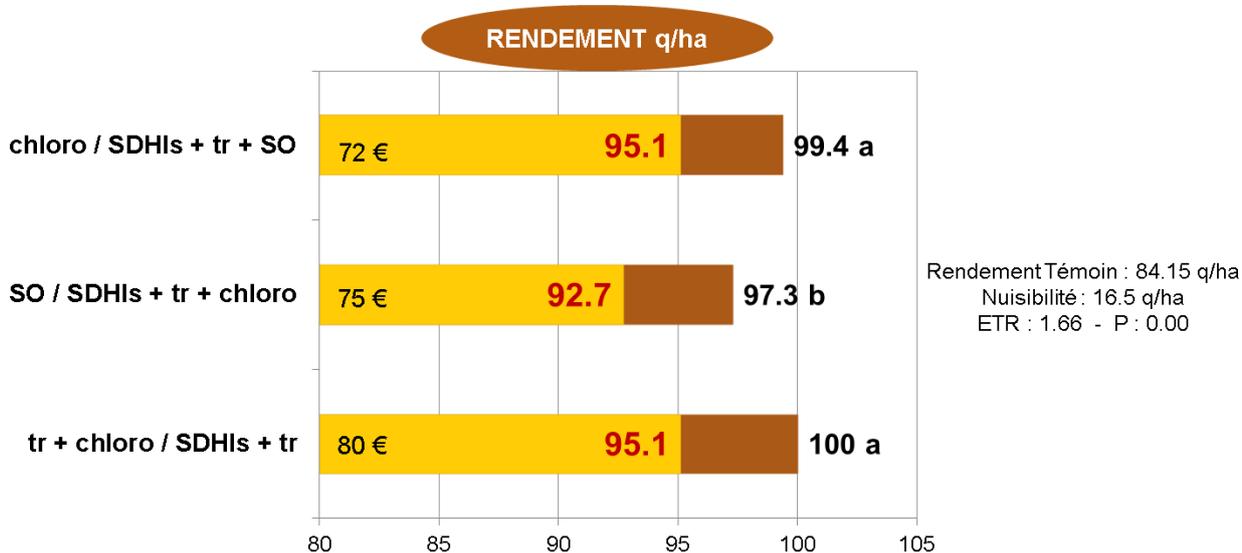
Figure 13 : Rendement des modalités du Réseau Performance - 15 essais avec chloro solo et en association avec du soufre au T1. – délai moyen T1/T2 : 24 j- date moyenne T2 : 14/05-- Phénotypes TriMR évolués + MDR : 46.7% (TriMR évolués : 34.2% - MDR : 12.5 %) Prix du blé 16.5 €/q



La contribution de l'association triazoles (metconazole ou prothioconazole) + 350 g/ha de chlorothalonil au T1 est proche, voire légèrement supérieure à 750 g/ha de chlorothalonil solo et 500 g/ha de chlorothalonil associé à 2450 g/ha de soufre.

Quelle stratégie privilégier : du soufre au T1 puis du chlorothalonil associé au T2 ou l'inverse?

Figure 1 : Rendement des modalités du Réseau Performance - 16 essais avec chlorothalonil et soufre au T1. – délai moyen T1/T2 : 24 j- date moyenne T2 : 14/05-- Phénotypes TriMR évolués + MDR : 46.7% (TriMR évolués : 34.2% - MDR : 12.5 %) Prix du blé 16.5 €/q

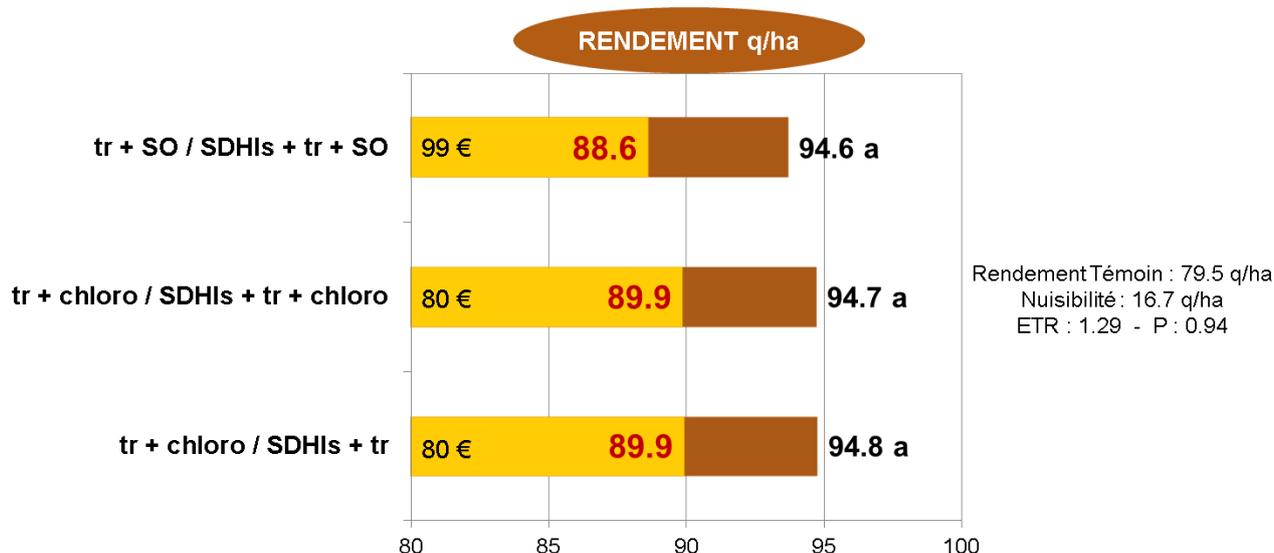


Sur ce regroupement de 16 essais, le programme soufre au T1 puis chlorothalonil associé au T2, donne des résultats inférieurs au programme qui démarre avec un chlorothalonil suivi d'un soufre. Le rendement brut du du premier est de 2.1 à 2.7 q/ha inférieur à celui permis par le second. Le positionnement du soufre et du chlorothalonil appliqués au T1 et au T2, ne pourraient donc pas

être intervertis. Mais attention aux conclusions.. L'infériorité du soufre au T1 pourrait tout aussi bien être due à une interaction négative du chlorothalonil avec le T2! On peut simplement affirmer que la séquence soufre (T1) puis chlorothalonil (T2) est inférieure à la séquence chlorothalonil (T1) puis soufre (T2), toutes choses égales par ailleurs.

Peut-on substituer au T1 et au T2, deux chlorothalonil par deux soufres?

Figure 15 : Rendement des modalités du Réseau Performance - 37 essais avec deux chlorothalonil et deux soufres. – délai moyen T1/T2 : 22 j- date moyenne T2 : 12/05-- Phénotypes TriMR évolués + MDR : 54.3% (TriMR évolués : 48.5% - MDR : 5.8 %) Prix du blé 16.5 €/q



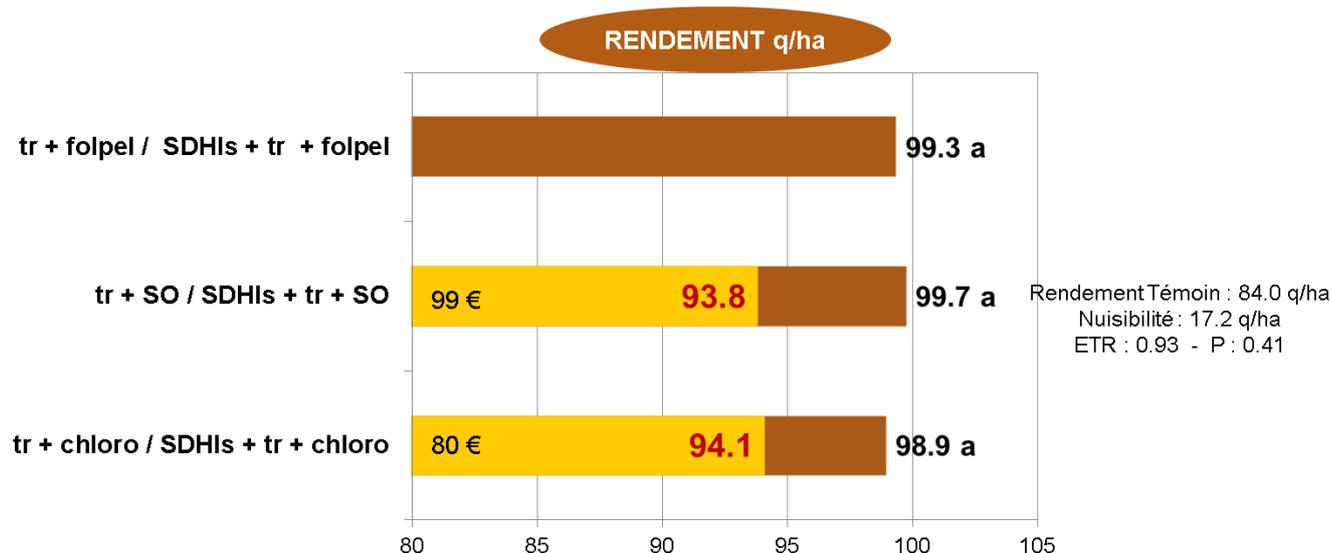
Sur 37 essais, le rendement brut de la modalité avec soufre associé au T1 et au T2 est très proche de celle incluant deux applications de chlorothalonil dans les mêmes conditions. Insérés dans des programmes de traitement, en association au T1 et au T2, le soufre et le chlorothalonil apparaissent équivalents et donc interchangeables.

Notez par ailleurs que le calcul économique (rendement net), du fait du moindre coût du programme avec chlorothalonil est à l'avantage de celui-ci : + 1.3 q/ha net.⁵

⁵ : Attention le prix du soufre est variable selon les formulations. Le prix retenu correspond ici au haut de la fourchette observée. Par ailleurs le prix du chlorothalonil est appelé à augmenter significativement en fonction de la hausse annoncée de la RPD.

Le folpel apporte-il un bénéfice comparable au chlorothalonil ou au soufre?

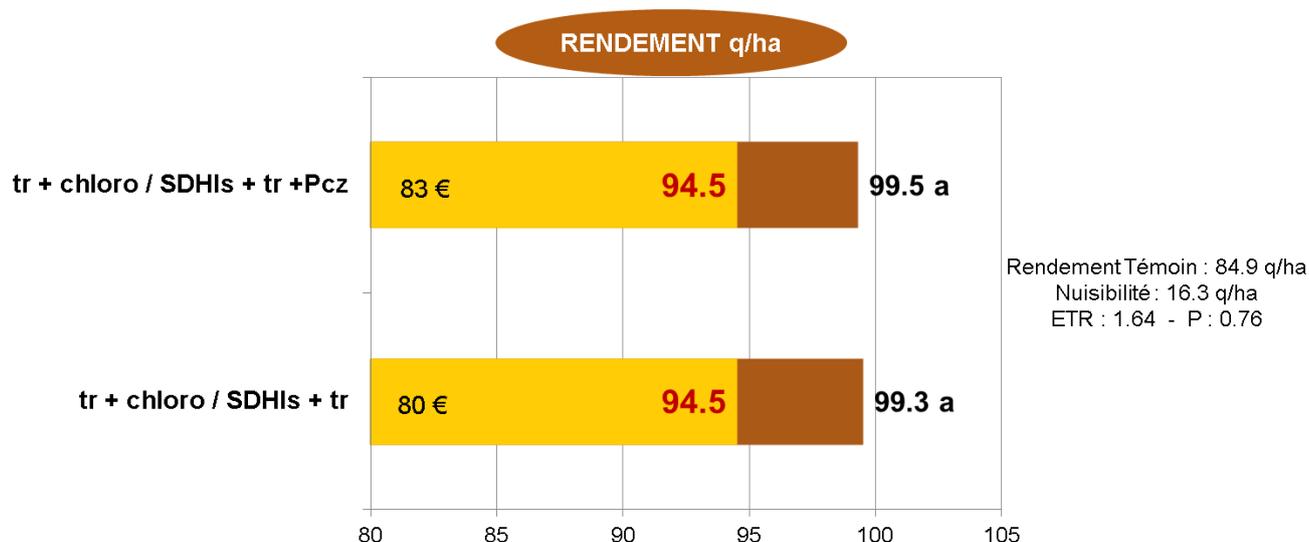
Figure 16 : Rendement des modalités du Réseau Performance - 5 essais avec deux chlorothalonil, deux soufres ou deux folpel. – délai moyen T1/T2 : 26 j- date moyenne T2 : 12/05-- Phénotypes TriMR évolués + MDR : 31.6% (TriMR évolués : 28.3% - MDR : 3.3 %) Prix du blé 16.5 €/q



Sur un nombre limité d'essais (5 essais), la modalité avec deux applications de folpel à la dose de 500 g/ha, associé au T1 et au T2, ne présentent pas de différence significative avec les modalités de référence avec chlorothalonil (350 g/ha) ou soufre (2450 g/ha) apportés dans les mêmes conditions. Le coût du folpel, n'étant pas disponible, le calcul économique reste à faire.

L'apport de prochloraze au T2 est-il bénéfique?

Figure 17 : Rendement des modalités du Réseau Performance - 15 essais avec prochloraze au T2 – délai moyen T1/T2 : 24 j- date moyenne T2 : 14/05-- Phénotypes TriMR évolués + MDR : 46.7% (TriMR évolués : 34.2% - MDR : 12.5 %) Prix du blé 16.5 €/q.



Sur ce regroupement de 15 essais, le rendement de la modalité associant au T2 du prochloraze à 270 g/ha est quasi identique avec celui obtenu sans prochloraze. Le prochloraze compense ici la légère réduction de dose appliquée du T2 qui lui est associé. Le résultat économique est identique pour les deux options, ce qui fait du prochloraze une option relativement neutre techniquement et économiquement.

Incidence des traitements sur la résistance : structure des populations après traitements

Figure 18 : Effet des différentes modalités de traitement du tronc commun du Réseau Performance sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 16 essais.

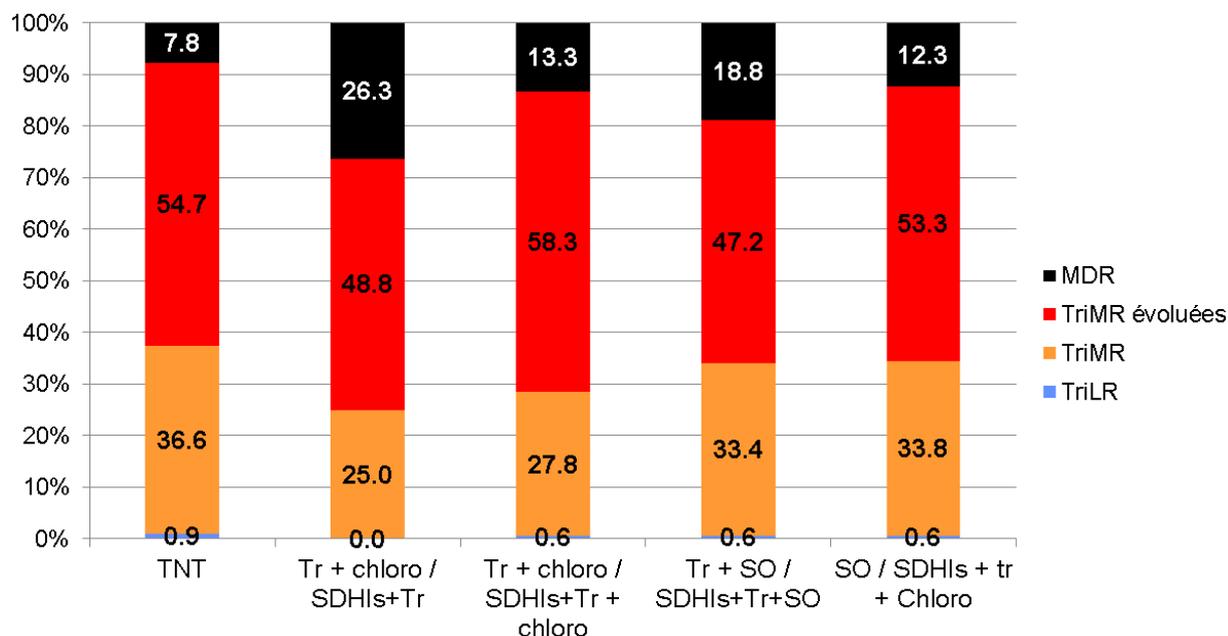


Figure 19 : Effet des différentes modalités de traitement du tronc commun du Réseau Performance sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 16 essais – moyennes ajustées et intervalle de confiance à 95% – Modèle mixte généralisé bayésien avec inflation de 0.

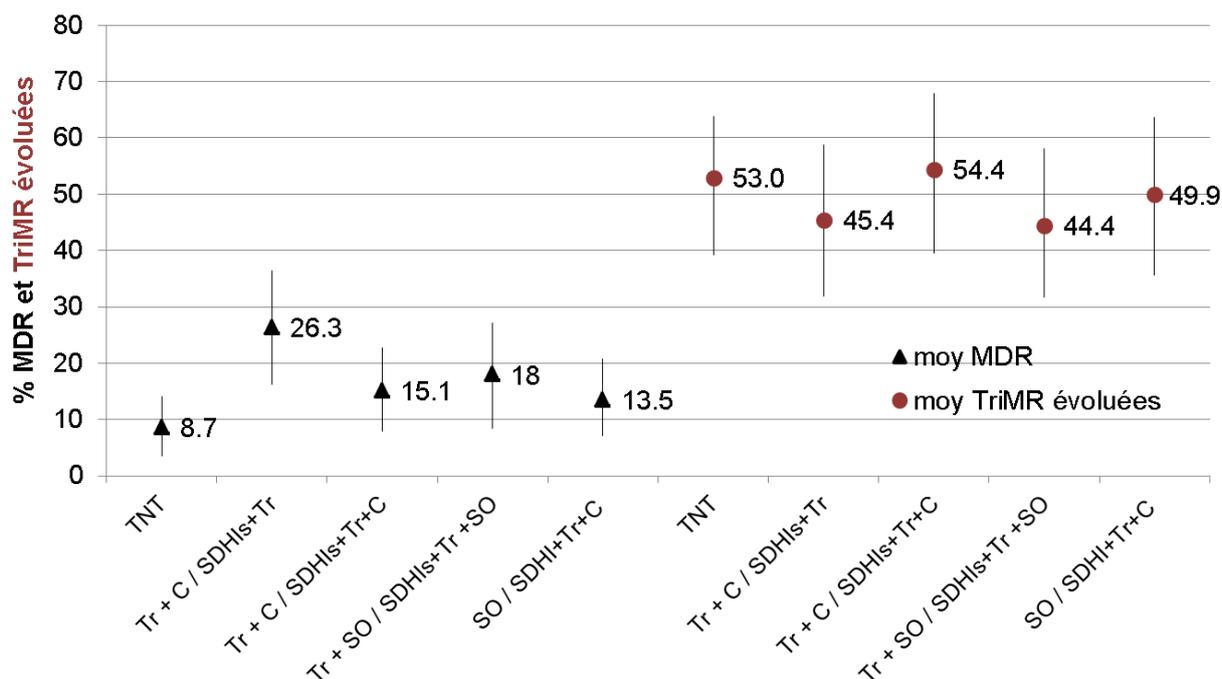


Tableau 5 : Tableaux de comparaison des % de MDR et de TriMR évolués après traitement pour les 5 modalités du tronc commun du réseau Performance 2018 : % d'écart négatifs entre modalités (ligne-colonne) < 0 en %) – Modèle mixte généralisé bayésien avec inflation de 0.

MDR	TNT	Tr + C / SDHIs+Tr	Tr + C / SDHIs+Tr+C	Tr + SO / SDHIs+Tr +SO	SO / SDHI+Tr+C
TNT		100 **	94.2 **	98.3 **	89.4*
Tr + C / SDHIs+Tr			2.5 **	1.8 **	1.2 **
Tr + C / SDHIs+Tr+C				70.7 NS	35.8 NS
Tr + SO / SDHIs+Tr +SO					18.8 NS
SO / SDHI+Tr+C					

TriMR évolués	TNT	Tr + C / SDHIs+Tr	Tr + C / SDHIs+Tr+C	Tr + SO / SDHIs+Tr +SO	SO / SDHI+Tr+C
TNT		16.4 *	57.2 NS	13.5 *	36.4 NS
Tr + C / SDHIs+Tr			88.2 *	45.1 NS	28.1 NS
Tr + C / SDHIs+Tr+C				10.1 *	29.2 NS
Tr + SO / SDHIs+Tr +SO					24.5 NS
SO / SDHI+Tr+C					

Les valeurs des tableaux représentent le % d'écart négatifs résultant de la différence de proportions de souches MDR et TriMR évolués entre 2 modalités. Exemple : "100" (en haut à gauche) signifie 100% d'écarts négatifs sur la proportion de MDR entre TNT et Tr+C/SDHIs+tr, autrement dit, il y a systématiquement moins de MDR dans la modalité TNT (non traitée) que dans la modalité traitée – (**différence significative % d'écart négatifs >90 ou <10, * différence significative % d'écart négatifs >80* ou <20*, NS différence non significative). En rouge augmentation et en vert diminution des MDR ou TriMR évolués pour la modalité indiquée dans la colonne par rapport à celle indiquée sur la ligne.

MDR (Tableau 5) : toutes les modalités présentent un % de souches MDR après traitement supérieur à celui observé dans le témoin non traité. Autrement dit, tous les programmes de protection sélectionnent des souches MDR, mais certains plus que d'autres. Le programme de référence Tr+C puis SDHI+Tr augmente significativement la proportion de souche MDR dans la population (26 %), mais plus que tous les autres programmes testés (équivalents entre eux). En effet les modalités avec soufre ou chlorothalonil au T1 et au T2, ainsi que la modalité SO puis SDHI+Tr+C, présentent des proportions de souches MDR statistiquement équivalentes entre elles, respectivement (18 %, 15 % et 13 %).

Tri MR évoluées (Tableau 5) : Deux modalités permettent de réduire la fréquence de souches résistantes de type TriMR évoluées. Il s'agit des modalités correspondant au programme de référence Tr+C puis SDHI+Tr et du programme avec soufre au T1 et au T2. Dans les deux cas cette baisse s'accompagne d'une augmentation des proportions de souches MDR. L'augmentation est significative moins importante pour le programme avec soufre que pour le programme de référence. Par ailleurs l'apport du chlorothalonil au T2 augmente significativement la proportion de souches TriMR. Enfin la comparaison chlorothalonil / soufre au T1 et au T2, à l'avantage du soufre qui présente une proportion significativement plus faible de souches Tri MR évoluées (44 % contre 54 %).

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.

Les bienfaits du chlorothalonil au T2 se confirment

L'adjonction de chlorothalonil au T2, semble ralentir la pression de sélection exercée sur les souches MDR par le programme de référence Tr+chloro puis Tr+SDHI... Mais cet ajout induit également une augmentation significative de la proportion de souches TriMR évoluées. Ce constat pose indirectement la question des préjudices respectifs associés au développement de chacun de ces 2 types de souches : lequel est à éviter en priorité? Les souches MDR, bien que moins nombreuses et présentant des facteurs de résistances moins élevés, nous semblent a priori les plus redoutables, parce qu'elles constituent un terrain favorable de recombinaison avec des souches présentant des résistances spécifiques émergentes, et de ce fait représenteraient un risque d'accélération de la résistance en pratique, quel que soit le mode d'action considéré.

Le soufre semblerait apte à contenir la progression des MDR, mais encore plus celle des TriMR évoluées?

Toutes choses égales par ailleurs, lorsque l'on compare le soufre et le chlorothalonil, tous deux multisites, appliqués associés au T1 et au T2, les populations résiduelles présentent des profils sensiblement différents. Après traitement avec chlorothalonil la proportion de souches de type MDR (13 %) est proche de celle observée après traitement avec du soufre (18 %) : la différence est non significative. Mais la proportion de souches TriMR évoluées est significativement plus importante après traitement avec du chlorothalonil (58%) qu'après traitement avec du soufre (47%). Ces observations tendent à souligner l'intérêt du programme avec soufre au T1 et au T2, elles méritent d'être confirmées.

Alléger le T1 : une solution à explorer davantage ?

La modalité avec soufre sans triazole au T1 et chlorothalonil au T2 semble également limiter la progression de la résistance, des souches MDR et des souches TriMR. Il ne s'agit que d'une tendance, mais suffisante pour inviter à poursuivre les investigations dans ce sens. Un T1 allégé, avec soufre par exemple, voire une impasse de T1 peuvent-elles contribuer, et dans quelles proportions, à contenir l'évolution de la résistance? A suivre.

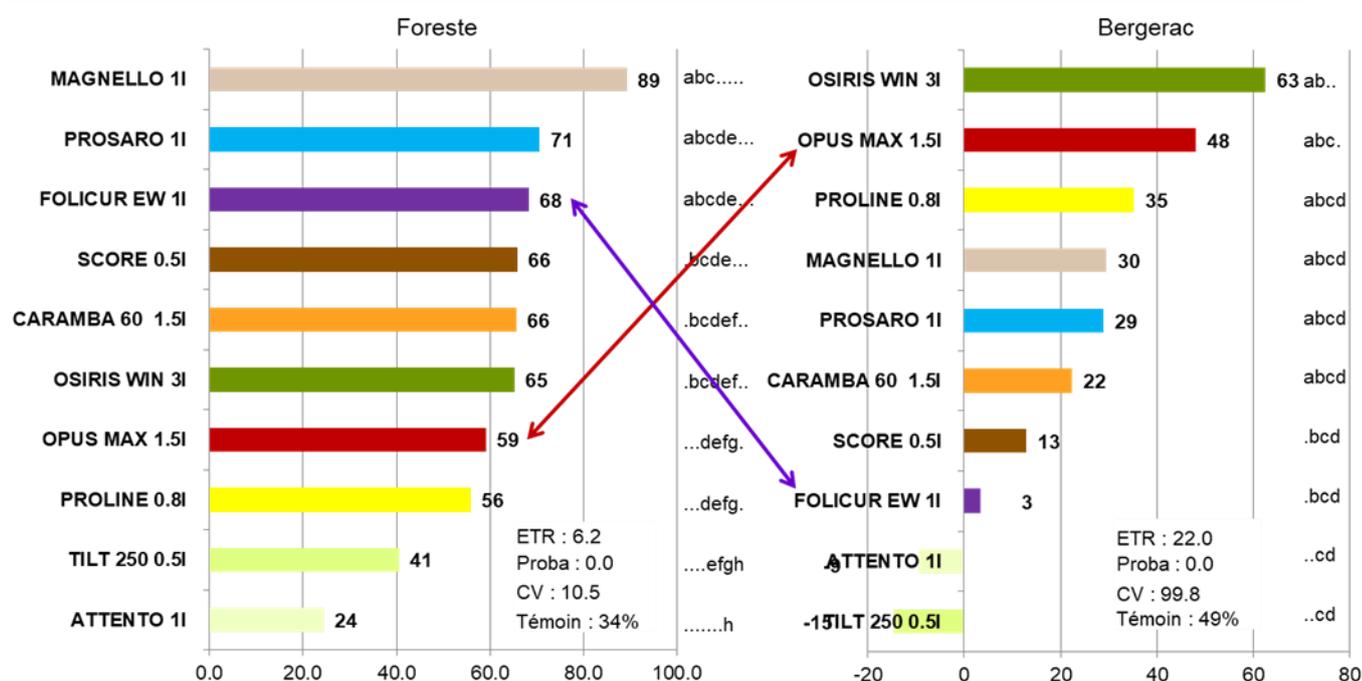
RÉSULTATS DU RÉSEAU EUROWHEAT

Eurowheat est un projet européen initié en 2015 pour collecter des données d'efficacité sur la base d'un même protocole dans différents pays (BE, DE, DK, F, HU, IE, LT, UK, PL). L'objectif est de comparer l'efficacité de plusieurs triazoles sur les principales maladies du blé,

en particulier sur septoriose dans différentes régions d'Europe. Les populations de chaque pathogène sont caractérisées sur le plan de la résistance pour mieux comprendre les différences et ressemblances entre les profils d'efficacité obtenus.

Rappel 2017

Figure 1 : Efficacité en % sur F2 (T+42 jours) de 7 triazoles utilisés seuls (ou associés entre eux) pour contrôler la septoriose du blé sur deux sites expérimentaux : Foreste (02) et Bergerac (24)



MAGNELLO, difénoconazole (100 g/l) + tébuconazole (250 g/l) ; PROSARO, prothioconazole (125 g/l) + tébuconazole (125 g/l) ; FOLI-CUR, tébuconazole (250 g/l) ; SCORE, difénoconazole (250 g/l) ; CARAMBA 60, metconazole (60 g/l) ; OSIRIS WIN, époxiconazole (37.5 g/l) + metconazole (27.5 g/l) ; OPUS MAX, époxiconazole (125 g/l) ; PROLINE, prothioconazole (200 g/l) ; TILT 250, propiconazole (125 g/l) ; ATTENTO, tétraconazole (125 g/l).

Ce que l'on retenait en 2017

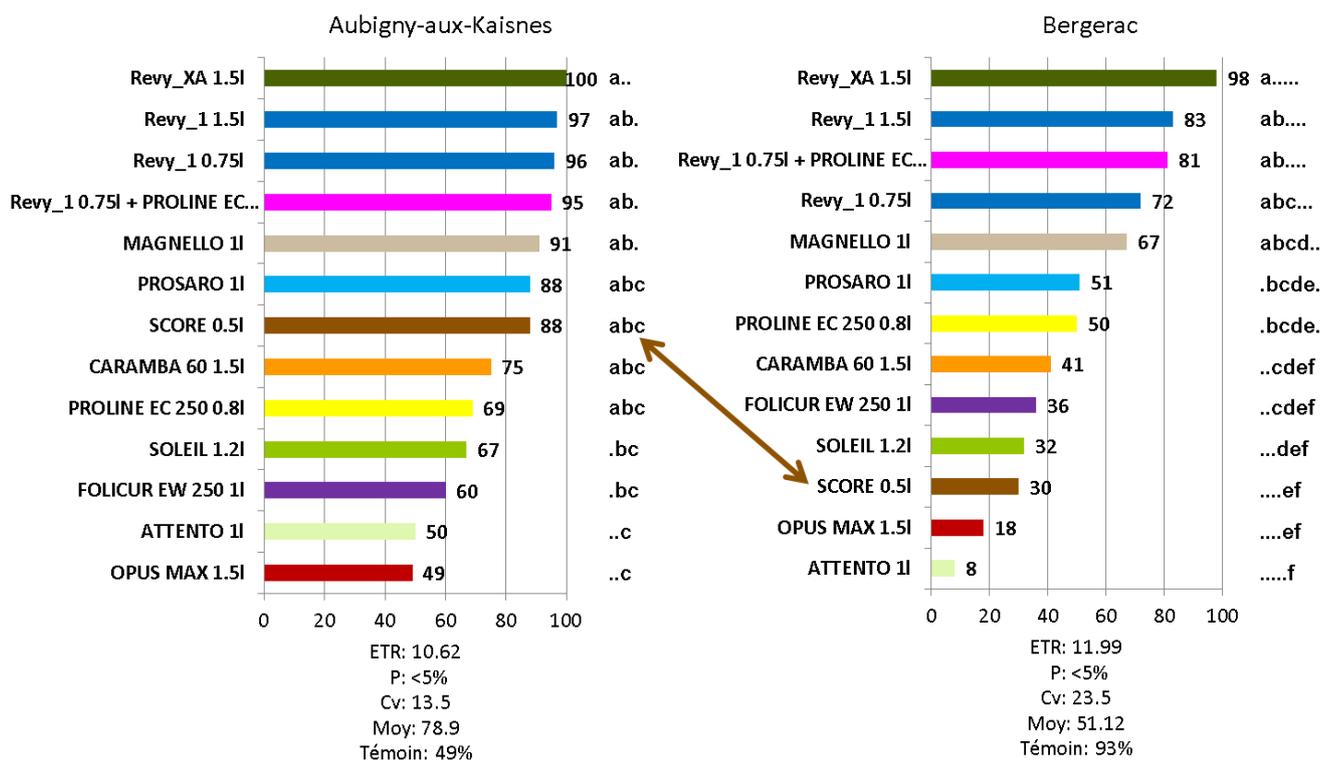
- La hiérarchie des triazoles semble dépendante du site expérimental. Certains triazoles sont plus efficaces dans le Nord (Foreste : 02) que dans le Sud (Bergerac : 24), et inversement.
- Les analyses phénotypiques (CI50) et génotypiques (fréquence de mutation du gène CYP51) des populations résiduelles après traitement expliquent en partie l'efficacité variable de certains d'entre eux.
- Ex : le tébuconazole est en valeur relative, plus efficace dans l'essai de l'Aisne que dans l'essai de Dordogne. Les CI 50 du tébuconazole sur les souches provenant de l'essai de l'Aisne sont plus faibles et les mutations V136A et D134G plus fréquentes, confirmant des résultats acquis par ailleurs¹.

- La diversité génétique du groupe de souches dites Tri MR évoluées, parmi lesquelles on trouve les souches les plus résistantes, est susceptible de conduire à des résultats d'efficacité variables d'une région à l'autre, voire d'un site à l'autre.
- La variabilité du comportement des triazoles plaide pour le maintien de leur diversité et leur alternance en pratique.

¹ : Plusieurs publications suggèrent que les souches présentant ces mutations tendent à rester plus sensibles à des triazoles comme le tébuconazole et le difénoconazole. Voir notamment : Cools HJ, Fraaje BA, 2008, Are azole fungicides losing ground against Septoriawheat disease? Resistance mechanisms in *Mycosphaerella graminicola*, *Pest Management Science* 64, 681-4

Résultats 2018

Figure 2 : Efficacité en % sur F2 (T+40 jours) de 7 triazoles utilisés seuls (ou associés entre eux) pour contrôler la septoriose du blé dans deux sites expérimentaux : Aubigny-aux-Kaisnes(02) & Bergerac (24)



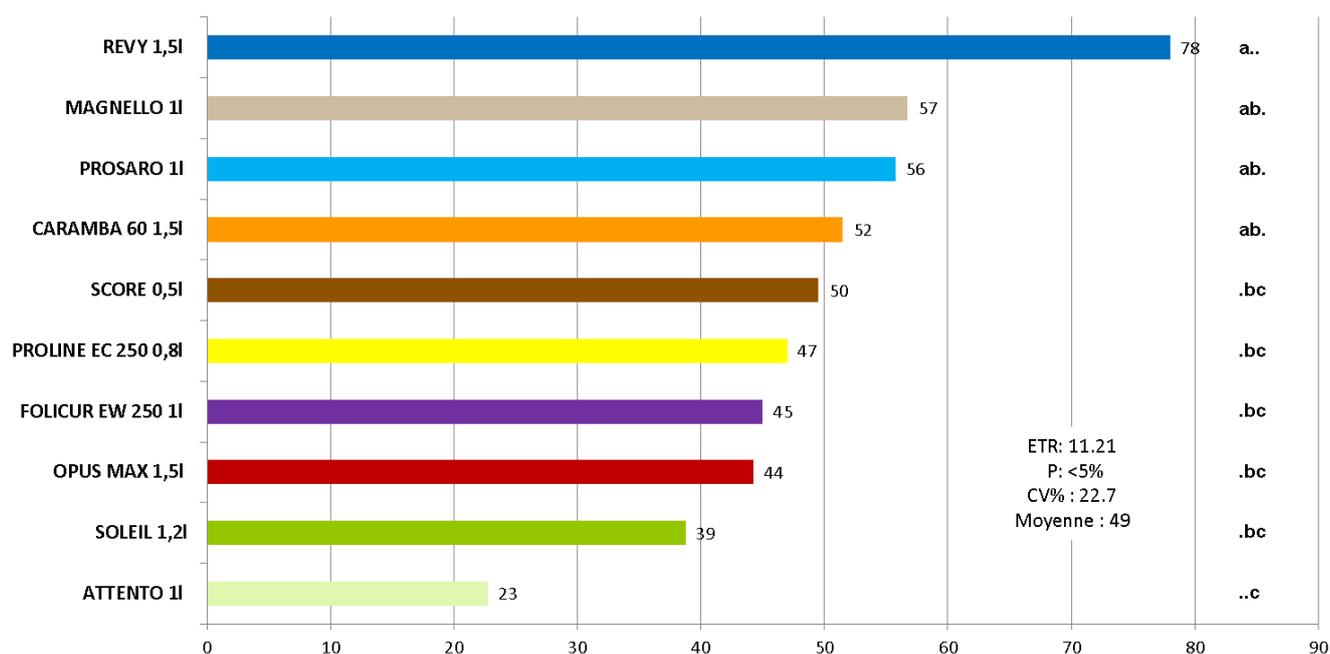
REVV_XA, mefentrifluconazole (100 g/l) + fluxapyroxad (50 g/l) ; REVY_1, mefentrifluconazole (150 g/l) ; PROLINE, prothioconazole (250 g/ha) ; MAGNELLO, difénoconazole (100 g/l) + tébuconazole (250 g/l) ; PROSARO, prothioconazole (125 g/l) + tébuconazole (125 g/l) ; SCORE, difénoconazole (250 g/l) ; CARAMBA 60, metconazole (60 g/l) ; SOLEIL, bromuconazole (167 g/l) + tebuconazole (107 g/ha) ; FOLICUR, tébuconazole (250 g/l) ; ATTENTO, tétraconazole (125 g/l) ; OPUS MAX, époxiconazole (125 g/l).

En 2018, un nouveau triazole, le **Revysol** (Revy_1) a été introduit dans le dispositif à 1.5 l/ha soit 150 g/ha de mefentrifluconazole. Les résultats montrent que ce nouveau triazole **présente une excellente efficacité sur les deux sites**. Seules certaines associations de triazoles comme Magnello ou Prosaro atteignent des niveaux d'activité (tout juste) comparable à la dose réduite de Revysol (0.75 l/ha). Par ailleurs, il est intéressant d'observer que Magnello contient à la fois du difénocozazole et du tébuconazole, deux molécules qui semblent conserver une efficacité sur les souches portant les mutations D134G et V136A, très fréquente dans les essais de l'Aisne en 2016 et 2017. Les analyses des populations de 2018 ne sont pas encore disponibles.

Elles apporteront peut-être des confirmations quant à la nature des mutations en présence.

Enfin, si en 2017 on observait pour des triazoles comme l'époxiconazole ou tébuconazole, des efficacités variables d'un site à l'autre, le contraste entre le Nord et le Sud est moins frappant en 2018. Seul **Score (difénocozazole 250 g/l) se distingue par sa bonne efficacité dans l'essai Nord**. Pour le reste pas trop de changement, à l'exception de l'efficacité de l'époxiconazole qui semble s'être érodée dans l'essai Sud. Le tétraconazole obtient sur les deux sites de faibles efficacités. L'efficacité de l'association de bromuconazole et de tébuconazole (Soleil) reste en retrait par rapport aux autres mélanges doubles.

Figure 3 : Regroupement de 4 essais : efficacités sur F1+F2+F3 (toutes dates d'observation) en % de 7 triazoles utilisés seuls (ou associés entre eux) à Foreste 2017, Aubigny-aux-Kaisnes 2018, & Bergerac 2017 et 2018.



Revysol sur 2 ans et 2 sites expérimentaux domine très largement par sa remarquable efficacité sur septoriose

Si la tendance est là, l'efficacité des triazoles apparaît statistiquement indépendante du lieu d'essai

Le regroupement des modalités communes aux 4 essais de 2017 et 2018 offre la possibilité de tester l'interaction entre modalités et lieu d'essai. Autrement de tester si l'efficacité des triazoles ou de certains d'entre eux est dépendante du lieu d'essai (et de l'année). Sur la base des essais réalisés (en nombre limité), le test statistique est non significatif, la probabilité est de 15% (pour un seuil de signification généralement admis à 5%). Cela nous amènerait à conclure que l'efficacité des triazoles n'est pas fonction du lieu. Une autre lecture nous invite à plus de prudence. Les résultats ne sont pas très loin du seuil de signification et sont par ailleurs corroborés par d'autres observations de terrain.

Les résultats d'analyse apporteront peut être un complément utile à l'interprétation. La figure 3 est le reflet "moyen" de l'efficacité des solutions testées sur les quatre essais.

Ce qu'il faut retenir en 2018

- Sur deux ans, l'efficacité de certains triazole apparaît variable entre le Nord et le Sud, en particulier celle du difénoconazole et du tébuconazole, voire même de l'époxiconazole
- Il n'y a pourtant pas d'interaction efficacité x lieu statistiquement significative pour les triazoles testés ($p=0.15$)
- Revysol et les produits ou mélanges qui en contiennent donnent tous d'excellents résultats sur septoriose
- Les doubles triazoles, contenant du difénoconazole et/ou du tébuconazole donnent de très bon résultats, ex : Magnello, Prosaro sans pour autant égaler les solutions Revysol à dose pleine.
- L'intérêt de substances actives comme le difénoconazole et le tébuconazole sur septoriose est peut-être à (re)considérer.

RÉSULTATS DES ESSAIS D'ÉVALUATION «PRODUITS» 2018 ARVALIS - INSTITUT DU VÉGÉTAL

Cette année, cinq essais ont été mis en place dans les départements 18, 24, 27, 41, 56. Ils visent d'une part à comparer des solutions au premier passage d'un programme (T1) au stade « 2 Nœuds » (les différences d'efficacité sont statistiquement significatives), d'autre part : ils visent à comparer des solutions au deuxième passage (T2) au stade "dernière feuille étalée" et les différences d'efficacité sont également statistiquement significatives.

Les cinq essais mis en place, ont été regroupés et font l'objet de notations et d'une récolte.

Rappel méthodologique : Ces essais dits d'évaluation ont pour unique but de comparer l'efficacité de différents produits, à une ou plusieurs doses dans un contexte particulièrement favorable au développement de la maladie ciblée. Le choix des doses est raisonné principalement en fonction du prix des produits pour établir des comparaisons sur la base d'un même coût / ha : autour de 30 € pour les produits du T1 et environ 50 € pour le T2, voire plus dans certains cas. L'objectif est d'évaluer

chaque solution selon leur rapport qualité prix, dans un contexte maladie discriminant. Les écarts observés entre les solutions testées sont donc "amplifiés" volontairement par les conditions de l'étude.

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

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

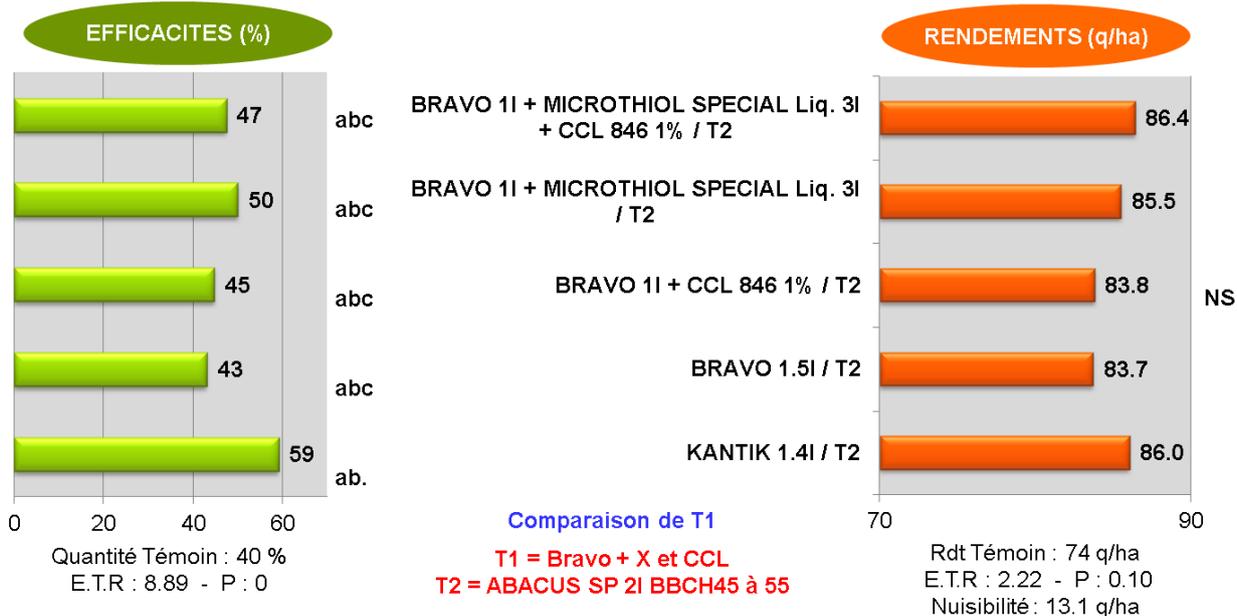
La plupart des observations portent sur les 3 étages foliaires F1, F2 et F3 (avec en moyenne 40 % de surface malade tous étages confondus).

Figure 1 : Efficacités en % de différentes associations sur une base Juventus 0.7l/ha sur septoriose du blé - appliquées au T1 au stade 2 nœuds - 5 essais : 18, 24, 27, 41, 56.



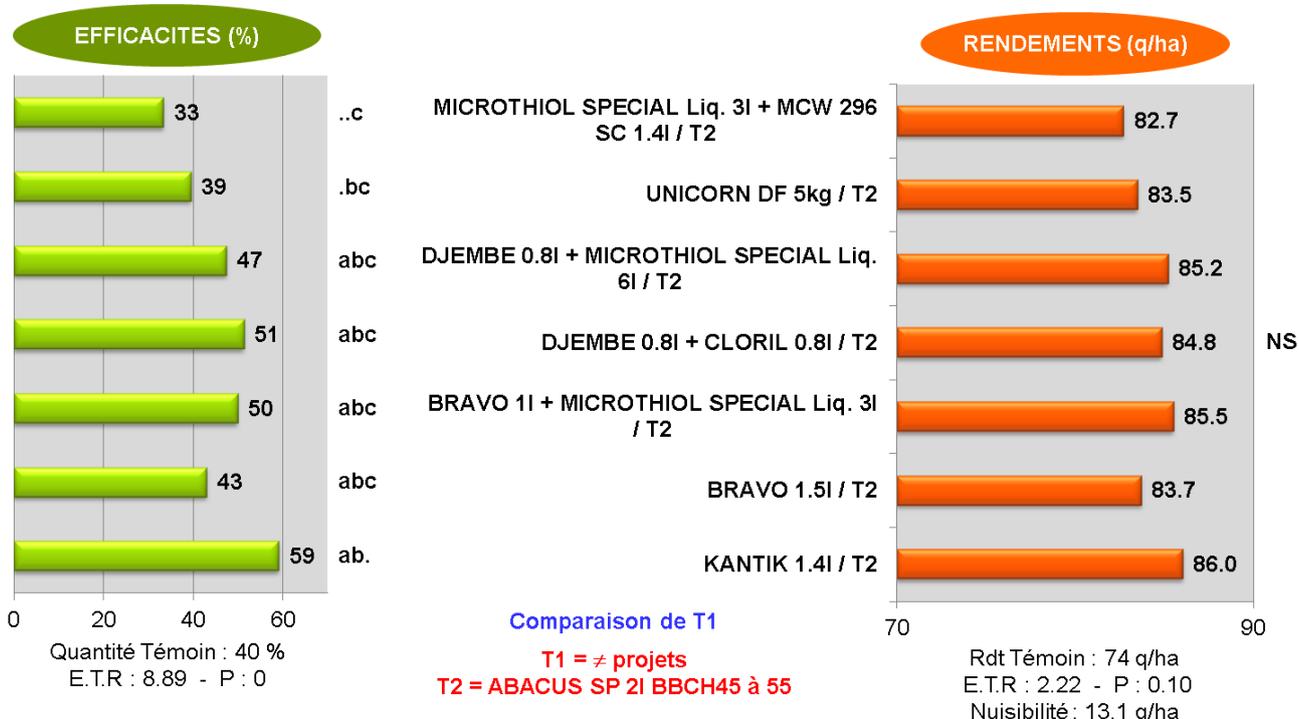
Sur une base Juventus 0.7 l/ha, nous avons testé au T1, plusieurs partenaires en comparaison avec une nouvelle référence. Cherokee servait jusqu'ici de référence, mais ce produit étant appelé à disparaître prochainement du fait du retrait du propiconazole, nous lui avons préféré Kantik 1.4 l/ha. Parmi les associations les plus performantes, on trouve le soufre, le chlorothalonil et le prochloraze et MCW 296 SC. Il s'agit d'une formulation liquide de folpel. Les deux autres projets FBX49 (mancozèbe) et DSPF016 (phosphonate) sont des partenaires du metconazole de moindre intérêt.

Figure 2 : Efficacités en % d'un projet adjuvant associé à des produits de contact sur septoriose du blé - appliquées au T1 au stade 2 nœuds - 5 essais : 18, 24, 27, 41, 56.



Un adjuvant en projet sur céréales portant le code CCL-846 à été testé en mélange avec Bravo (1 l/ha) et avec l'association Bravo + Microthiol Spécial Liquide (1 + 3 l/ha). Dans le premier cas, on constate des efficacités et des rendements très proches de la référence Bravo 1.5 l/ha, différences non significatives. L'adjuvant compenserait la baisse de dose du chlorothalonil. Vis-à-vis du mélange Bravo + Microthiol Spécial Liquide, l'ajout de l'adjuvant n'apporte d'efficacité supplémentaire, mais un léger "plus" sur le rendement (non significatif).

Figure 3 : Efficacités en % de différentes associations sur septoriose du blé - appliquées au T1 au stade 2 nœuds - 5 essais : 18, 24, 27, 41, 56.



La spécialité Djembe 0.8 l/ha (bromuconazole + tébuconazole) est associée au Cloril 0.8 l/ha ou au Microthiol Spécial liquide 6 l/ha. Les résultats de ces deux modalités sont très comparables et eux-mêmes proches de l'association chlorothalonil + soufre (Bravo 1l/ha + Microthiol Spécial liquide 3l/ha).

Le produit Unicorn DF (soufre + tébuconazole) à 5kg/ha est en retrait de manière significative au niveau de l'efficacité, en tendance pour le rendement. L'association de soufre avec du folpel (Microthiol Sp + MCW 296 SC) apparaît peu pertinente dans cette série d'essais.

Figure 4 : Rendements nets et bruts (q/ha) de différentes associations sur septoriose du blé - Comparaison de différents T1 au stade 2 nœuds - 5 essais : 18, 24, 27, 41, 46.



La figure 22 présente les rendements bruts et nets des trois essais récoltés, pour les seuls produits commercialisés. Les calculs sont basés sur du blé à 16.5 €/q et les prix des fongicides sont les prix utilisateurs de la campagne 2017/2018.

L'année, peut être en raison d'un printemps sec et/ou d'un remplissage écourté, a atténué les écarts de rendements entre modalités pourtant bien visibles en fin de saison. La nuisibilité maximale observée est de l'ordre de 13.1 q/ha. Les résultats de rendement brut ne présentent pas de différences significatives entre modalités. Entre les extrêmes, l'écart de rendement est seulement d'un peu plus de 4 q/ha. Rappelons que toutes les modalités sauf le témoin reçoivent au T2 une application d'Abacus 2 l/ha, dont l'efficacité est inférieure aux standard SDHI+triazole.

Sur le plan économique, l'écart de rendement net entre les extrêmes, Juventus + Jubilé et Unicorn DF est de 3.4 q/ha, mais de moins de 2 q/ha si l'on excepte les multisites solo. Le nombre de possibilités comparables au T1 s'avère finalement assez large.

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

Les produits ont été comparés sur la base d'une seule application réalisée autour du stade dernière feuille étalée (BBCH 39). Auparavant, une protection généralisée a été réalisée au stade 2 nœuds (BBCH 32) avec 1 l/ha de Bravo.

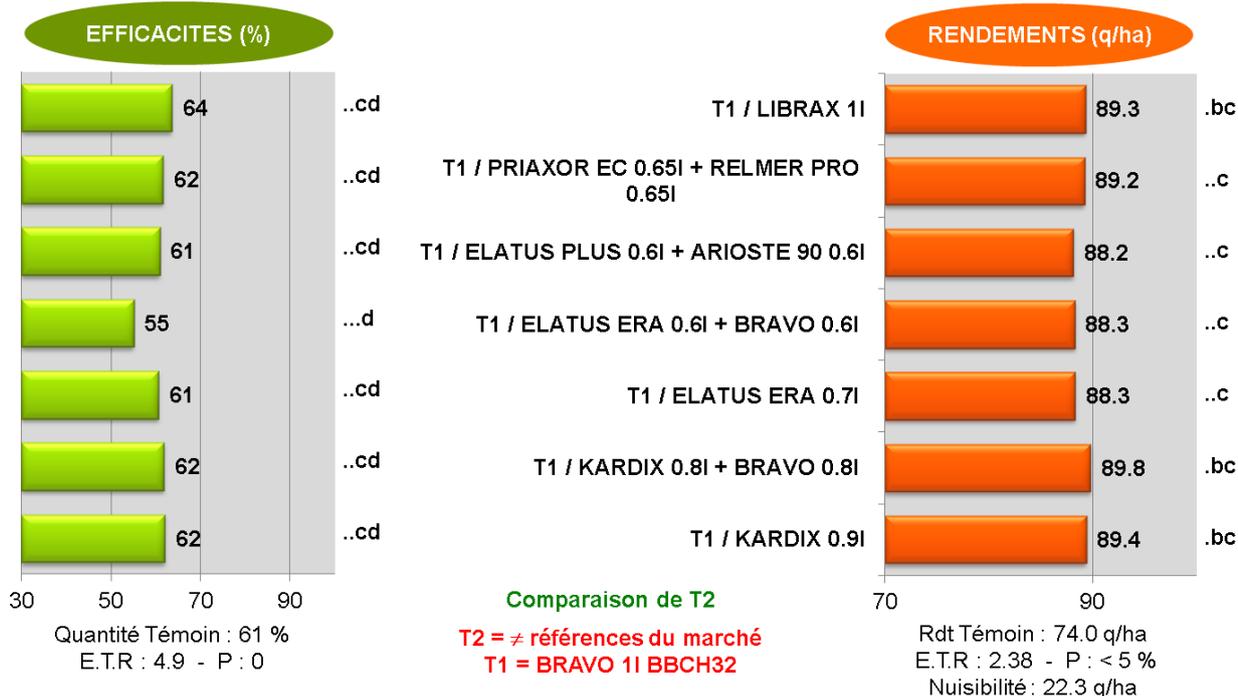
Le jour de l'application, les feuilles des derniers étages foliaires sont échantillonnées afin de quantifier par voie moléculaire l'ADN de *Zymoseptoria tritici* présent. Les résultats d'analyse permettent de qualifier comme « préventif » ou « curatif », le positionnement des produits par rapport à la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

Il en résulte que sur les cinq essais étudiés, les traitements ont été réalisés "préventivement" sur la dernière feuille. Le printemps particulièrement sec n'a en effet pas permis à la septoriose de s'installer précocement sur la dernière feuille dès son émission.

Les modalités sont pour la plupart à base de SDHI. Leur dose est raisonnée pour correspondre à un coût d'une cinquantaine d'euros.

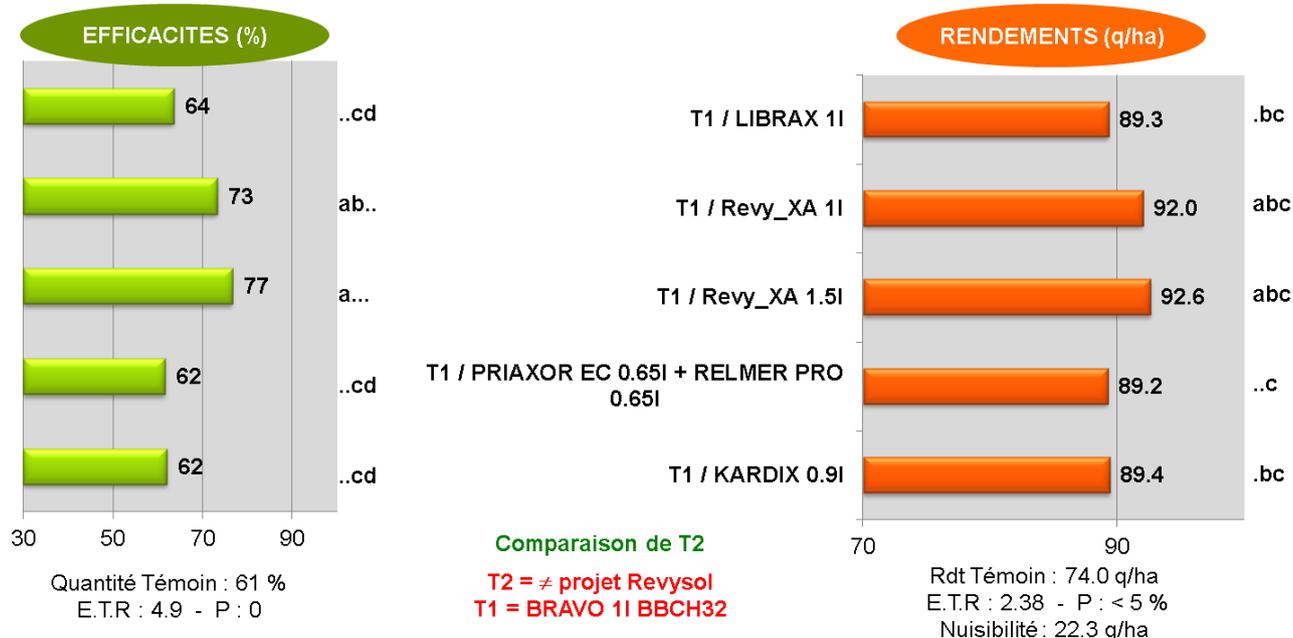
L'évolution de la septoriose aboutit un niveau de présence dans les témoins de 61 % de maladie. Des différences visuelles entre modalités et significatives au plan statistique sont observées.

Figure 5 : Efficacités (%) des différentes associations sur septoriose du blé - Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 5 essais : 18, 24, 27, 41, 56



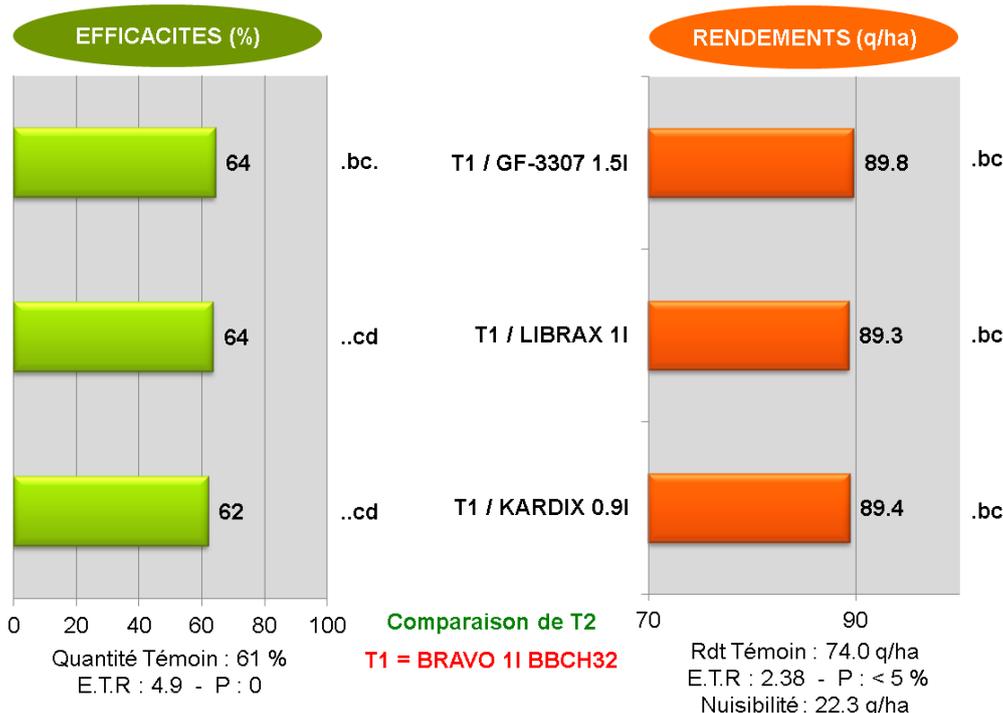
Les spécialités commerciales prêtes à l'emploi les plus utilisées au T2 : Kardix, Librax et Elatus Era vis-à-vis de la septoriose montrent aux doses étudiées des résultats très proches et sont à considérer comme identiques. L'ajout de chlorothalonil en T2 (en réduisant légèrement la dose de Kardix ou d'Elatus Era) est neutre sur les efficacités et les rendements. En fonction des années et selon le partenaire, l'apport de chlorothalonil a pu être positif ou inversement négatif lorsque le traitement a été positionné curativement sur la dernière feuille. Cette année, les produits ont plutôt été appliqués préventivement après une période de sèche durant la montaison, défavorable aux contaminations.

Figure 6 : Efficacités (%) du projet à base de Revysol sur septoriose du blé - Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 5 essais : 18, 24, 27, 41, 56



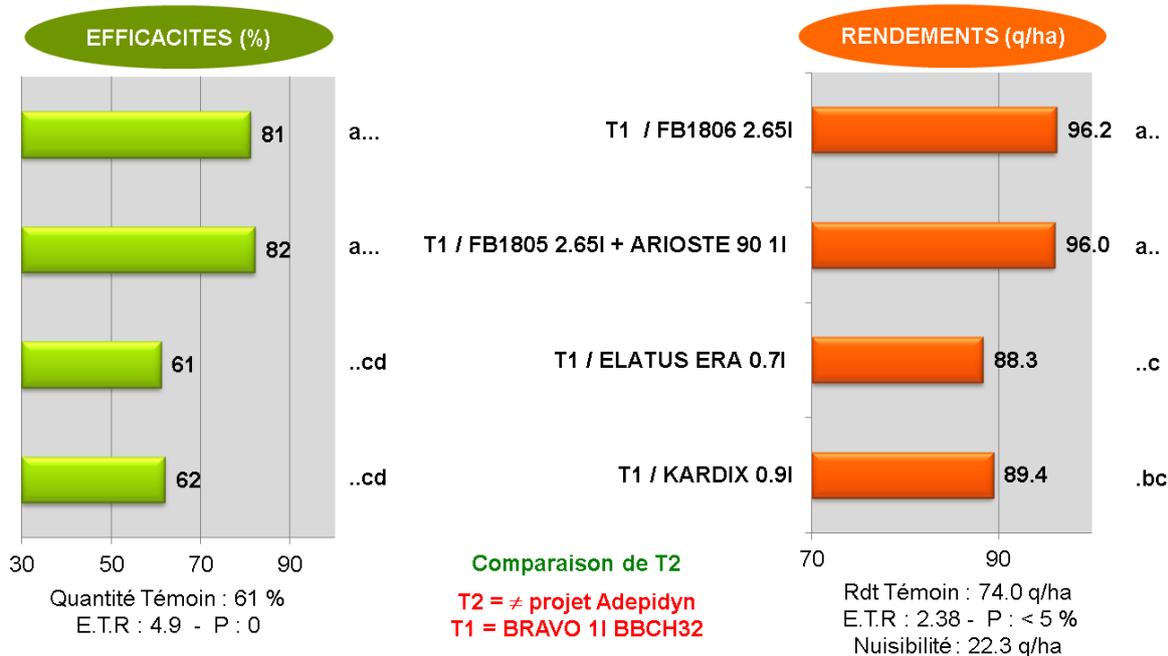
L'association de Priaxor EC 0.65 l/ha + Relmer Pro 0.65 l/ha présente des efficacités et des rendements équivalents à Librax 1 l/ha. Le projet Revy_XA est une association de mefenftrifluconazole (appelé plus couramment revysol) et d'un SDHI, le fluxapyroxad. A pleine dose, soit 1.5 l/ha, Revy_XA est significativement supérieur à Librax 1 l/ha avec une efficacité de 77 % contre 64 %. A la dose de 1 l/ha (soit 2/3 de la dose prévue pour l'AMM), REVY_XA conserve une très bonne efficacité (73 %), également supérieure à Librax 1 l/ha.

Figure 7 : Efficacités (%) du projet à base d'Inatreq sur septoriose du blé - Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 5 essais : 18, 24, 27, 41, 56



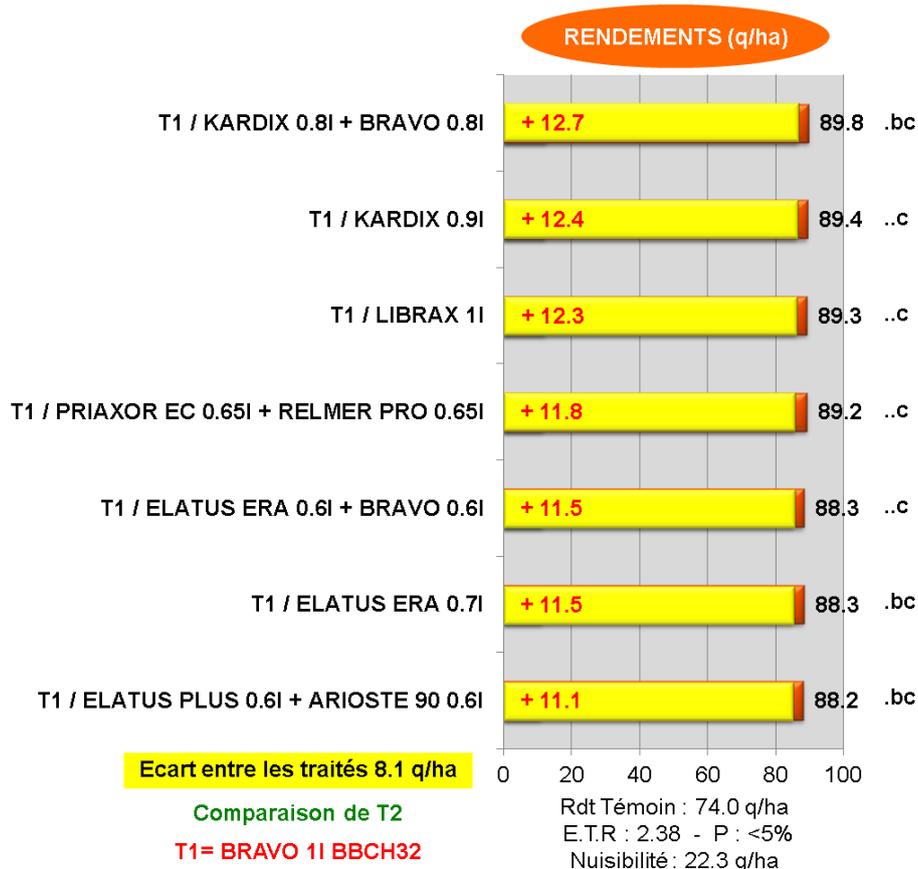
Le projet Inatreq ou plus précisément le fenpicoxamide 50 g/l associé au prothioconazole 100 g/l a été testé sous le code GF 3307. Les résultats à la dose de 1.5 l/ha (dose d'AMM) sont vis-à-vis de la septorise, du même niveau que les références Kardix 0.9 l/ha et Librax 1 l/ha.

Figure 8 : Efficacités (%) de projets à base de d'Adepidyn sur septoriose du blé - Comparaison de différents T2 au stade DFE/épiaison Z39/51 - 5 essais : 18, 24, 27, 41, 56



Un autre projet FB1806 composé de 62.5 g/l de pydiflumetofan (adepidyn) et de 75 g/l de prothioconazole a été comparé aux références Elatus Era et Kardix. Le pydiflumetofen (ou adepidyn) est un nouveau SDHI. Le projet FB1805 (pydiflumetofen seule) est associé à du metconazole sous le nom commercial Arioste 90. Les résultats de ces deux projets sont excellents aux doses étudiées (pleines doses), et surclassent très nettement les références tant sur le plan des efficacités que sur celui des rendements.

Figure 9 : Rendements nets et bruts (q/ha) de différentes associations sur septoriose du blé - Comparaison de différents T2 au stade dernière feuille étalée - 3 essais : 27, 41, 46.



La figure 27 présente les résultats de rendement de 5 essais récoltés pour les modalités déjà commercialisées et pour lesquels un calcul économique est possible. Les calculs sont basés sur un prix du blé estimé à 16.5 €/q et prix des fongicides utilisés sont ceux issus de la campagne 2017/2018.

Les gains nets obtenus se situent entre 11 et près de 13 q/ha. Il ne sont pas significativement différents entre eux et très proches en valeur absolue.

Notez que l'ajout de chlorothalonil (Bravo 1 l/ha) avec Kardix et Elatus Era, à dose légèrement réduite donne des résultats comparables à Kardix et Elatus appliqués seuls (pas d'effet négatif observé du chlorothalonil).

REPÈRES POUR 2019

RESISTANCE

- En 2018, la septoriose a été tardive et ses dégâts, estimés à environ 17 q/ha, soit au niveau de la moyenne pluriannuelle des 15 dernières années.
- La résistance aux IDM progresse fortement** en 2018, malgré la pression modérée de septoriose. Toutes les populations de septoriose (ou presque) sont concernées soit par la présence de TriMR évoluées soit par des souches MDR.
- Au total, près de deux souches sur trois (64 %) en France sont moyennement ou fortement résistantes aux triazoles.
- En 2018, 5 % des populations analysées contiennent de faibles fréquences de souches résistantes aux SDHI : boscalid et bixafen. L'isolement et le génotypage des souches concernées en cours devrait préciser s'il s'agit d'une résistance spécifique aux SDHI.
- Le chlorothalonil présente l'avantage de contrôler tous les types de souches. Il participe au ralentissement de la progression des résistances de type MRD, mais pas de souches TriMR évoluées.
- Le soufre associé au T1 et au T2 participe au ralentissement de la sélection de souches résistantes de type MRD, mais tend également à réduire la proportion de souches de type TriMR évoluées.

Quelques repères :

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

Choix du 1er traitement T1

- L'intérêt technique du T1, tel qu'il apparaît sur les essais depuis 2013, est estimé à + 2.2 q/ha. Celui-ci n'est rentable que dans un peu plus de 40% des cas. La date de semis, la sensibilité variétale et le stade de ré-intervention, apparaissent comme les principaux déterminants du poids économique du T1 (hors effet climat).
- Le soufre (2400 g) et le chlorothalonil (500 g) font jeu égal lorsqu'ils sont utilisés associés au T1.
- Plus généralement, le soufre peut être associé au T1, à une dose réduite d'un produit conventionnel toutes situations agronomiques confondues.
- Un premier traitement T1 sans triazole avec une association chlorothalonil (500 g) + soufre (2400 g) est une option possible au T1 en l'absence de risque rouille jaune.
- Un premier traitement T1 sans triazole exclusivement basé sur du chlorothalonil (750 g/ha) est techniquement possible (option à considérer uniquement sur variétés résistantes à la rouille jaune).

Choix du 2ème traitement T2

- Les comparaisons réalisées font peu de différences entre les spécialités IDM+SDHI aux doses testées.

- L'adjonction de chlorothalonil au T2, dans le cadre de mélange triple triazole+ SDHI + chlorothalonil a démontré son intérêt en conditions préventives de traitement. En situation curatives, le solde d'une telle association peut s'avérer négatif et dépend du partenaire avec lequel le chlorothalonil est associé.
- L'addition systématique de chlorothalonil à un IDM+SDHI, ne présente pas d'avantage décisif dans le contexte de 2018. En revanche, les effets négatifs perçus en 2016 n'ont pas été observés.
- De nouveaux projets arrivent (revysol, inatreq, adepidyn), mais aussi du côté du biocontrôle (DSP016), dont le positionnement reste à préciser.

Recommandations

- Diversifier les modes d'action et les substances actives au sein d'un même mode d'action, est certainement un des moyens les plus sûrs de ralentir la pression de sélection. En particulier ne pas utiliser (si possible) le même triazole plus d'une fois par saison.
- Limiter l'utilisation des SDHI à un seul passage par saison.
- Associer les SDHI systématiquement à d'autres modes d'action (triazole, multisite ...)
- Préférer lorsque cela est possible une association triple du type : triazole + SDHI + chlorothalonil aux associations doubles : triazole + SDHI. Le chlorothalonil a démontré en effet sa capacité à ralentir la sélection de souches de type MDR. (Réseau Performance 2016, 2017 & 2018).

Voir la Note Commune INRA, ANSES, ARVALIS – Institut du végétal 2018 - Pour la gestion de la résistance aux fongicides utilisés pour lutter contre les maladies des céréales à pailles (extrait dans le chapitre réseau performance).

Cette note est disponible sur le site de l'AFPP ou sur Arvalis infos : <https://www.arvalis-infos.fr/view-18201-arvarticle.html>

Rouille brune

ARRIVEE TARDIVE DANS LE SUD

Cette année, la rouille brune a été observée assez tardivement sur blé tendre et blé dur. L'inoculum était peu présent en entrée d'hiver. Au mois de février, des températures froides ont provoqué la senescence des feuilles anciennes et ont diminué l'inoculum. Les blés tendres ont été plus touchés par la maladie que les blés durs. Chez les deux espèces, les variétés les plus sensibles (Bologna, Cellule, Miradoux) et les semis les plus précoces étaient les plus concernés. A partir de la fin du

mois d'avril, la progression de la maladie a été forte, surtout sur blé tendre, sur variétés sensibles semées (et levées) en octobre. Par la suite les pluies incessantes avec des températures très fraîches ont ralenti sa progression. Au final, la rouille brune s'est peu développée à la floraison sur parcelles traitées au stade dernière feuille mais a laissé la place aux fusarioses (dont *Microdochium spp.*) très fréquentes cette année.

BIEN PLUS PRESENTE DANS LE NORD

La rouille brune est apparue tardivement, à partir du mois de mai, de manière très hétérogène selon les secteurs, mais avec une intensité parfois très marquée sur variétés sensibles. Ce scénario n'est pas sans rappeler l'année record de 2003. Toutefois en 2018, la maladie est restée sous contrôle grâce à une protection fongicide appropriée.

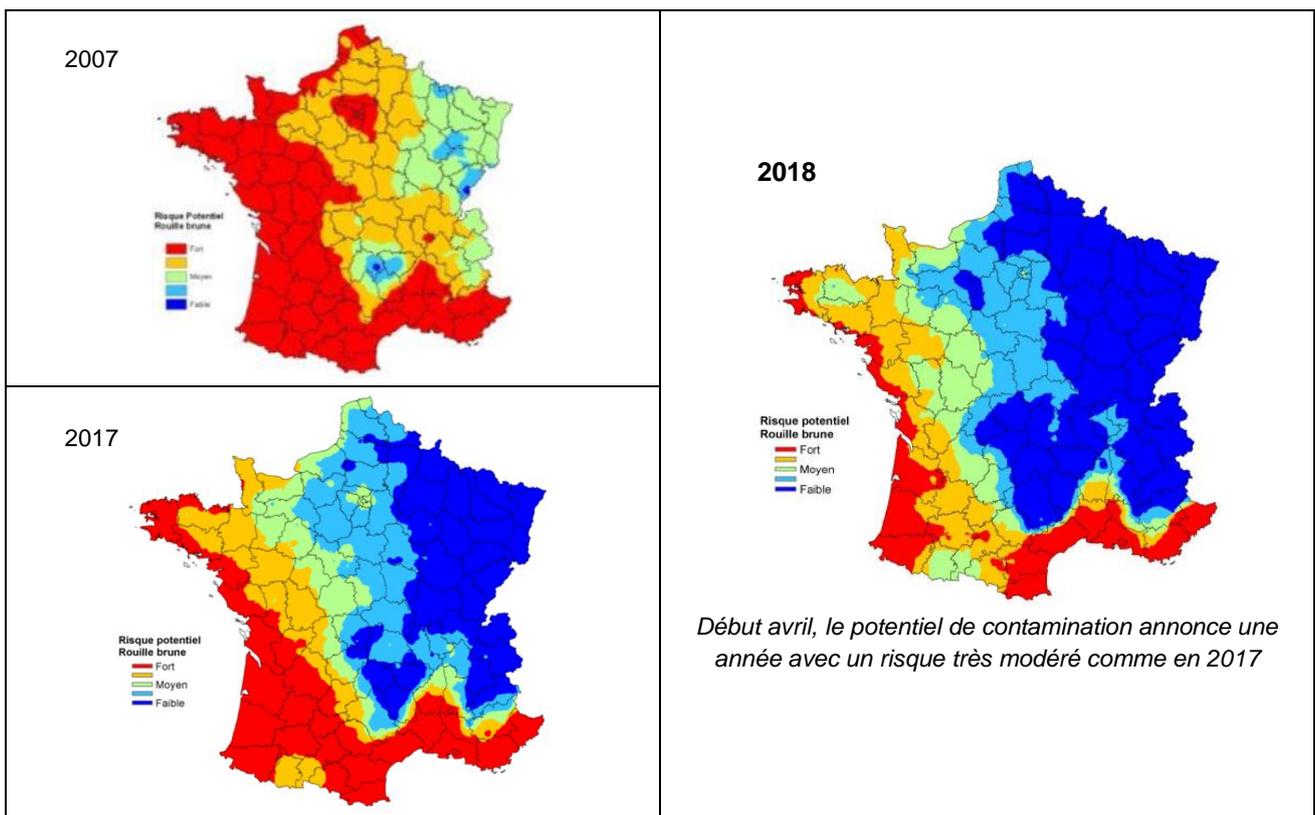
Que peut-on dire du risque pour la campagne 2019 ?

Nous pouvons supposer que la période de canicule observée durant l'été 2018 limiterait les repousses et provoquerait une interruption partielle du cycle. En fait, il en ait tout autrement, la canicule n'a pas empêché les repousses qui ont profité d'orages plus ou moins isolés. Les repousses sont bien présentes avec des symptômes de rouille ! Les conditions hivernales seront donc décisives sur la précocité de son apparition sur les cultures de l'année prochaine. A suivre ...

Niveau de gravité de la rouille brune ces 15 dernières années

2003 ↑ 2004 → 2005 → 2006 → 2007 ↑↑ 2008 ↓ 2009 ↓ 2010 ↓ 2011 → 2012 ↑ 2013 → 2014 ↑
2015 ↑ 2016 → 2017 ↓ 2018 Sud → Nord ↑

Figure 1 : Comparaison du risque potentiel « rouille brune » en sortie hiver entre 2007 (dernière année à forte pression), 2017 et 2018. Somme de T° moy Base 0 du 01/11 de l'année de semis au 31/03 de l'année de récolte



Les premières estimations du risque annuel, basées sur le calcul des sommes de T° moy base 0 du 1er novembre au 31 mars (figure 1) montrent un niveau de risque potentiel de la rouille brune très modéré à la sortie de l'hiver.

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

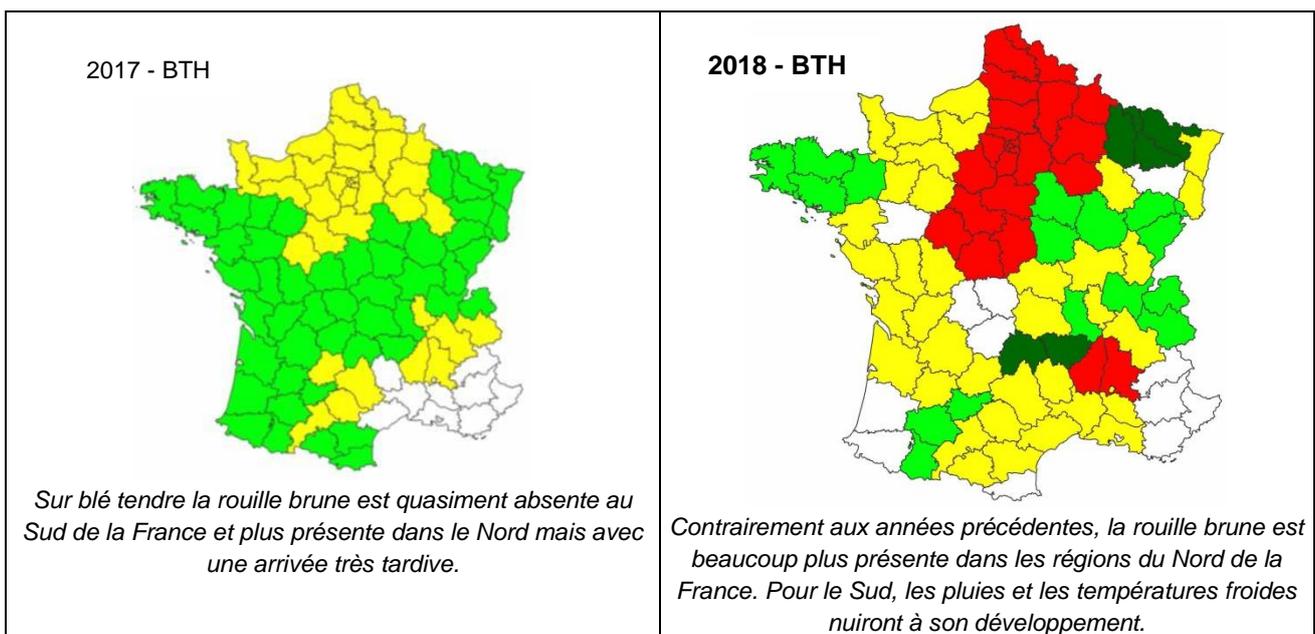
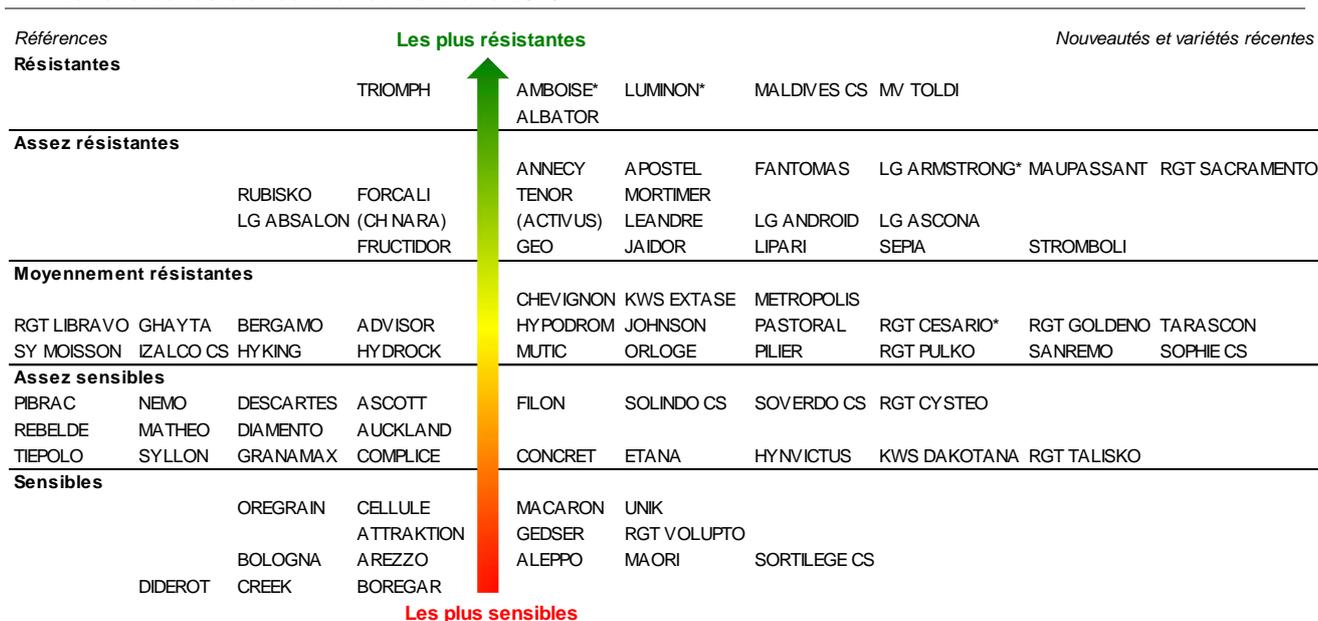


Tableau 1 : Gestion du risque rouille brune : activer tous les leviers agronomiques

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

Figure 3 : Résistances variétales pour le blé tendre
Echelle de résistance à la rouille brune 2019

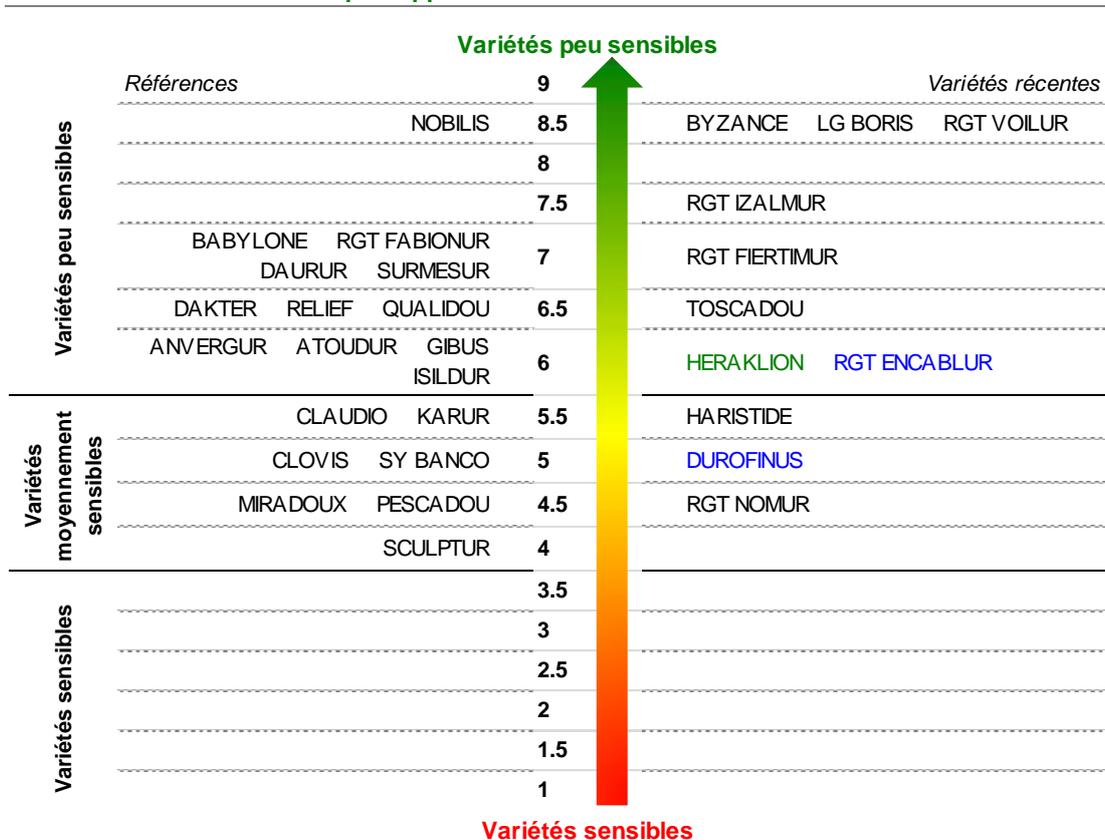


() : à confirmer

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

Source : essais pluriannuels inscription (CTPS/GEVES) et post-inscription (ARVALIS), jusqu'à 50 en 2018

Figure 4 : Résistances variétales pour le blé dur
Classement des variétés par rapport à la tolérance à la rouille brune



Source : essais pluriannuels ARVALIS et CTPS/GEVES (2006-2018)

RESULTATS DES ESSAIS 2018 «PRODUITS» ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL

Cette année, trois essais ont été réalisés (11, 26, et 30). Les conditions climatiques du Sud de la France ont été très particulières. Dans l'Aude par exemple, sur une période de 30 jours, à cheval sur mai et juin, Castelnaudary a reçu plus de 220 mm de pluie. Associées à ces précipitations, les températures fraîches n'ont pas permis un développement important de la rouille brune. En revanche *Microdochium* est présent sur feuilles dans l'essai de l'Aude. Il ne sera pas exploité en raison d'une très forte interaction avec la rouille brune.

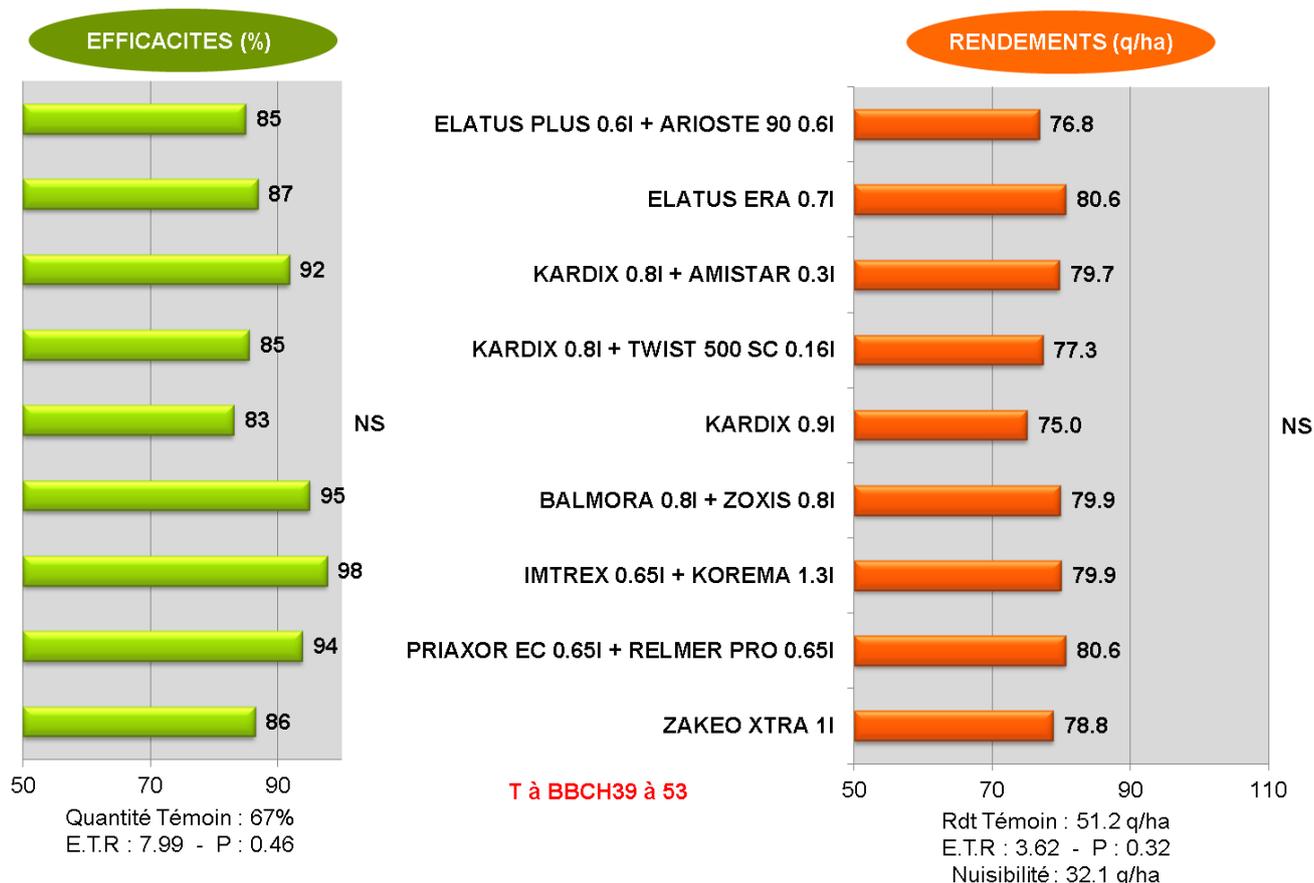
Au final, deux essais sont exploités, correspondant aux essais de la Drome du Gard. Ils présentent respectivement 45 % et 90 % de rouille brune dans le témoin non traité et des rendements de 57.4 q/ha et de 45.1 q/ha en l'absence de traitement. En moyenne sur ces deux essais, on observe une nuisibilité de près de 20 q/ha.

La comparaison des différentes modalités est réalisée après une application à dernière feuille étalée. La maladie n'a pas encore gagné la dernière feuille lors de l'intervention. Il faut attendre la deuxième quinzaine de mai pour voir de la rouille brune sur les feuilles supérieures.

Les doses des produits testés sont ajustées pour correspondre à un coût proche entre modalités et avoisinant 50 €/ha.

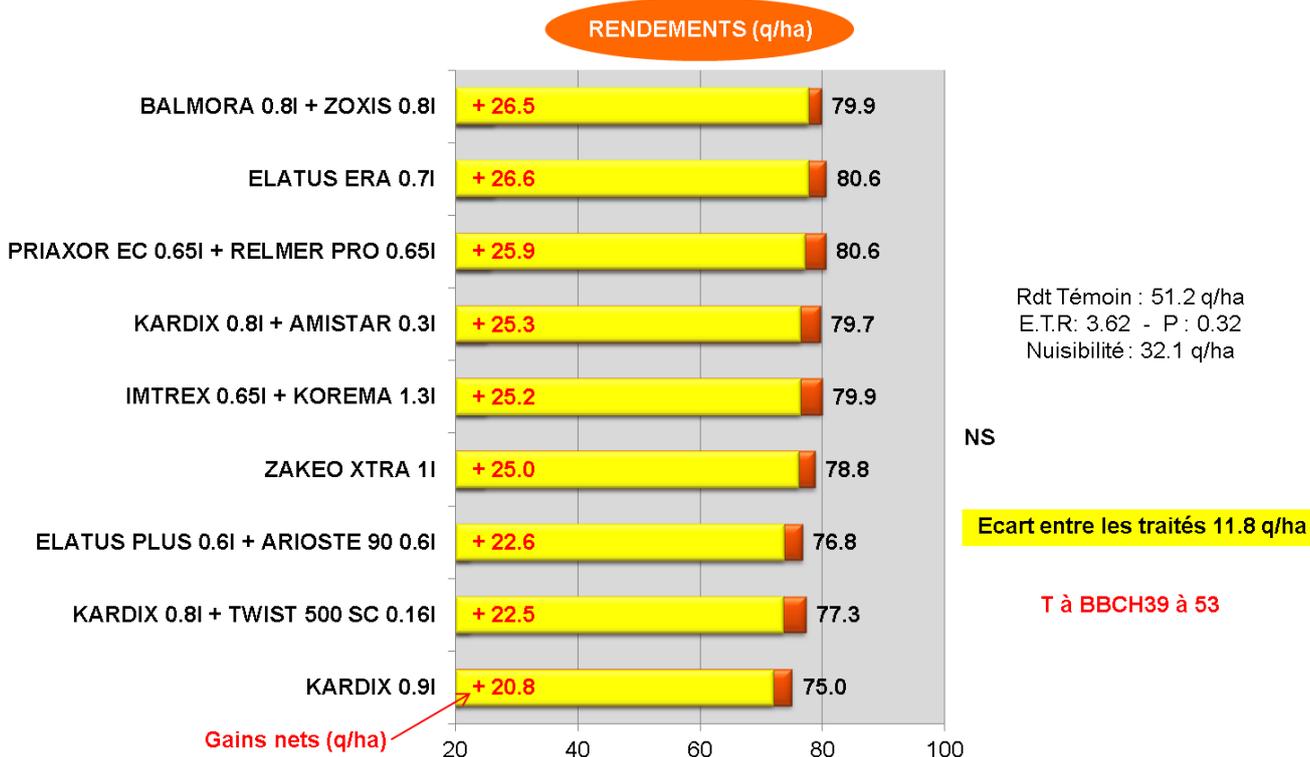
L'écart d'efficacité maximum entre les modalités traitées présente seulement 15 %, soit (98 %) pour la meilleure efficacité et (83 %) pour la moins bonne. Cet écart se traduit par une différence de rendement de 5.6 q/ha seulement, statistiquement non significatif.

■ **Figure 5 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 2 essais : 26 et 30**



La comparaison s'effectue à partir de la référence Zakeo Xtra à 1 l qui est plus connu sous le nom de Priori Xtra qui n'est plus distribué. Il procure 86 % d'efficacité et 78.8 q/ha. Globalement toutes les modalités testées sont très efficaces dans les conditions de l'année 2018. Seul le Kardix est légèrement en retrait sur le rendement sans toutefois être différent au plan des statistiques.

Figure 6 : rendements nets des différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 sur 2 essais : 26 et 30



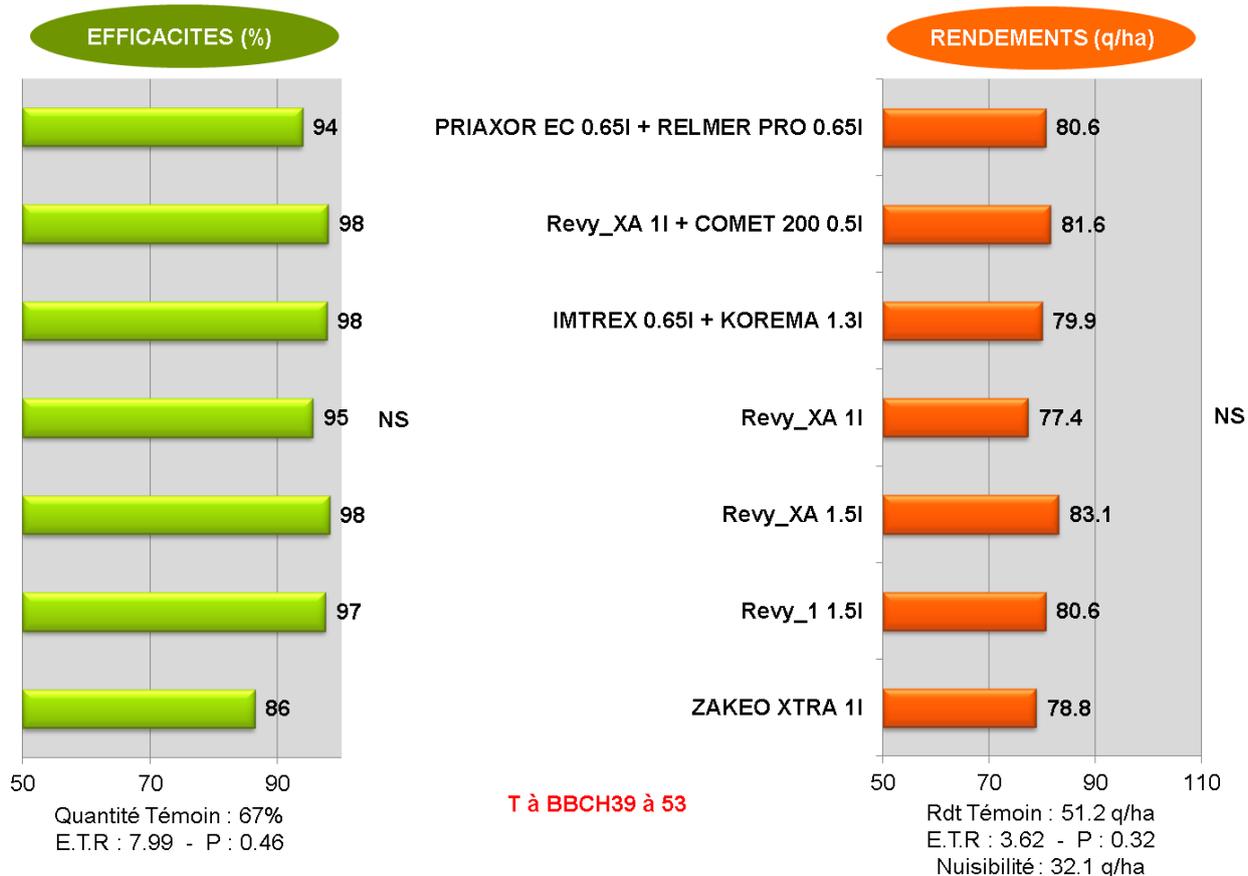
Nous présentons ci-dessus un extrait des essais "rouille brune" où seuls les produits commerciaux sont présentés. Les calculs de rendement net sont basés sur du blé à 16 € /q et les prix des fongicides sont issus de la campagne 2017/2018. Les écarts de rendements nets entre produits sont trop faibles pour discriminer les différentes modalités, on constate toutefois un écart de 5.8 q/ha en net entre les modalités extrêmes.

Figure 7 : Efficacités et rendements d'un projet adjuvant sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 2 essais : 26 et 30



Un adjuvant avec le nom de code CCL 846 est testé en mélange à 1% avec le Kardix et avec l'association Kardix + Amistar. Malgré une année où les différences sont faibles entre modalités, on constate que pour chaque couple étudié, l'ajout du CCL 846 procure quelques points d'efficacité supplémentaires et se traduit positivement sur les rendements sans que ce soit significativement différent.

Figure 8 : Efficacités et rendements du projet "Revysol" sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 2 essais : 26 et 30

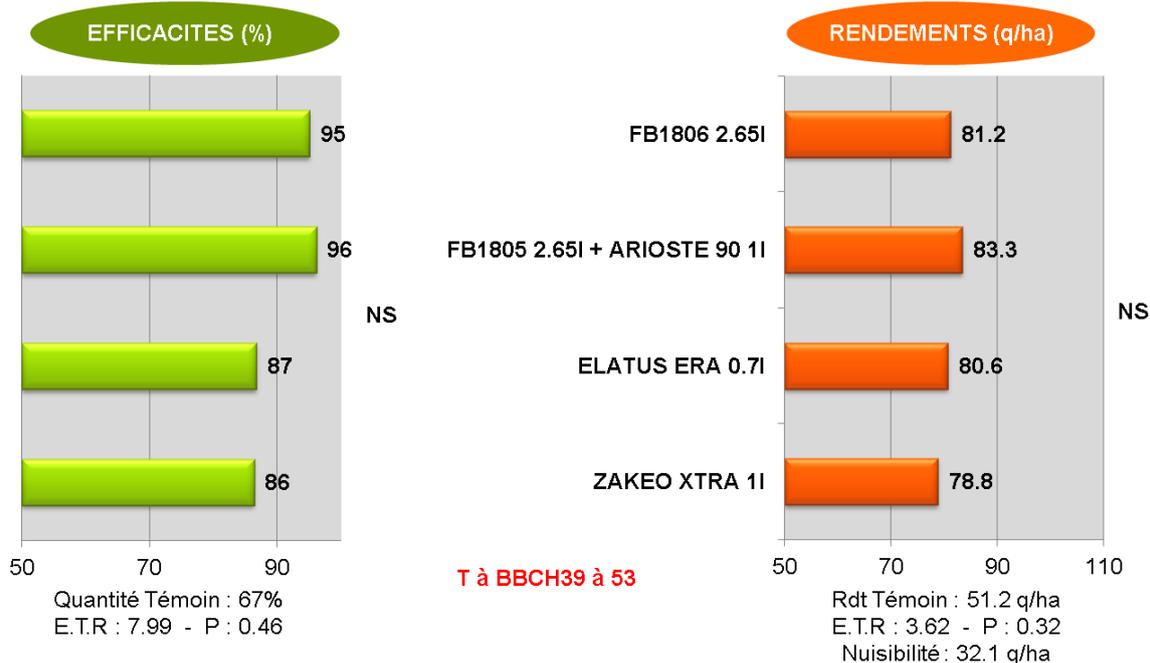


Deux projets de la société Basf sont étudiés : le Revy_1 et le Revy_Xa.

Le projet Rexy_1 est un produit à base de 100 g/l de mefentrifluconazole plus connu sous le nom de code "Revysol". A pleine dose, soit 1.5 l/ha il apporte 150 g/ha de matière active. À la dose proposée à l'homologation, ce triazole en solo, montre une très bonne efficacité sur rouille brune.

L'association prête à l'emploi avec le projet Revy_Xa est une association de mefentrifluconazole et d'un SDHI, le fluxapyroxad. A pleine dose, soit 1.5 l/ha, Revy_XA est dans le haut du classement, à 2/3 de la dose (1l) on constate une petite diminution non significative au niveau du rendement.

Figure 9 : Efficacités et rendements du projet "Adepidyne" sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 2 essais : 26 et 30



Le FB1805 est un projet avec un nouveau Sdhi de chez Syngenta. Il s'agit du pydiflumetofen codé avec le nom de marque Adepidyne. Utilisé à la dose de 2.65 l/ha, il apporte 166 g/ha de matière active. Dans ces essais, il est associé à 90 g de metconazole (Arioste 90). Les résultats sont excellents et se situent au niveau des meilleurs produits.

Un autre projet est étudié, c'est le FB1806, c'est une association prête à l'emploi de pydiflumetofen 62.5 g/l +

75 prothioconazole. Les résultats sont du même niveau que l'association précédente et en tous cas égaux ou supérieurs aux références Zakeo Xtra ou Elatus Era.

Au final, les résultats de ces deux projets sont excellents aux doses étudiées (pleines doses), ils arrivent en tête de classement tant sur le plan des efficacités que des rendements.

REPERES POUR 2019

- La rouille brune a été beaucoup plus présente dans le Nord de la France que dans le Sud.
- Elle est arrivée tardivement sans entrainer de fortes pertes, en tous cas dans les parcelles protégées.
- Dans l'état actuel des connaissances, ni la rouille brune, ni la rouille jaune, ni la rouille naine ne sont concernées par des phénomènes de résistance en pratique vis-à-vis des strobilurines, des SDHI ou des triazoles.
- Les triazoles associées à une strobilurine jouent un rôle de premier choix dans la lutte contre la rouille brune. La valeur intrinsèque de chaque matière active ayant de l'importance. On note l'intérêt d'associer les triazoles entre elles. Concernant les strobilurines ; pyraclostrobine, picoxystrobine et azoxystrobine semblent les plus adaptées sur cette maladie.
- Les SDHI ne sont pas indispensables pour lutter contre la rouille brune. Cependant en mélanges trois voies, ils font partie des traitements les plus efficaces sur rouille brune.
- Le Kardix, association de 2 SDHI et d'un triazole devra être complété par une strobilurine pour être recommandé sur rouilles.
- Le benzovindiflupyr est le seul SDHI actuellement homologué qui n'a pas besoin d'être complété par une strobilurine pour être suffisamment efficace.
- De nouveaux projets à base de Revysol et d'Adepidyne en association présentent de très bons niveaux d'efficacités sur rouille brune.

Stratégies fongicides régionales blé

ADAPTER VOTRE PROGRAMME ENVISAGE EN MORTE SAISON

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

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

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

Maladie / Classe de sensibilité	Sensible	Moyennement sensible	Résistante
Septoriose	note<=5	5>note<=6	note>6
Rouille jaune	note<=4	4>note<=6	note>6
Rouille brune	note<=4	4>note<=6	note>6

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

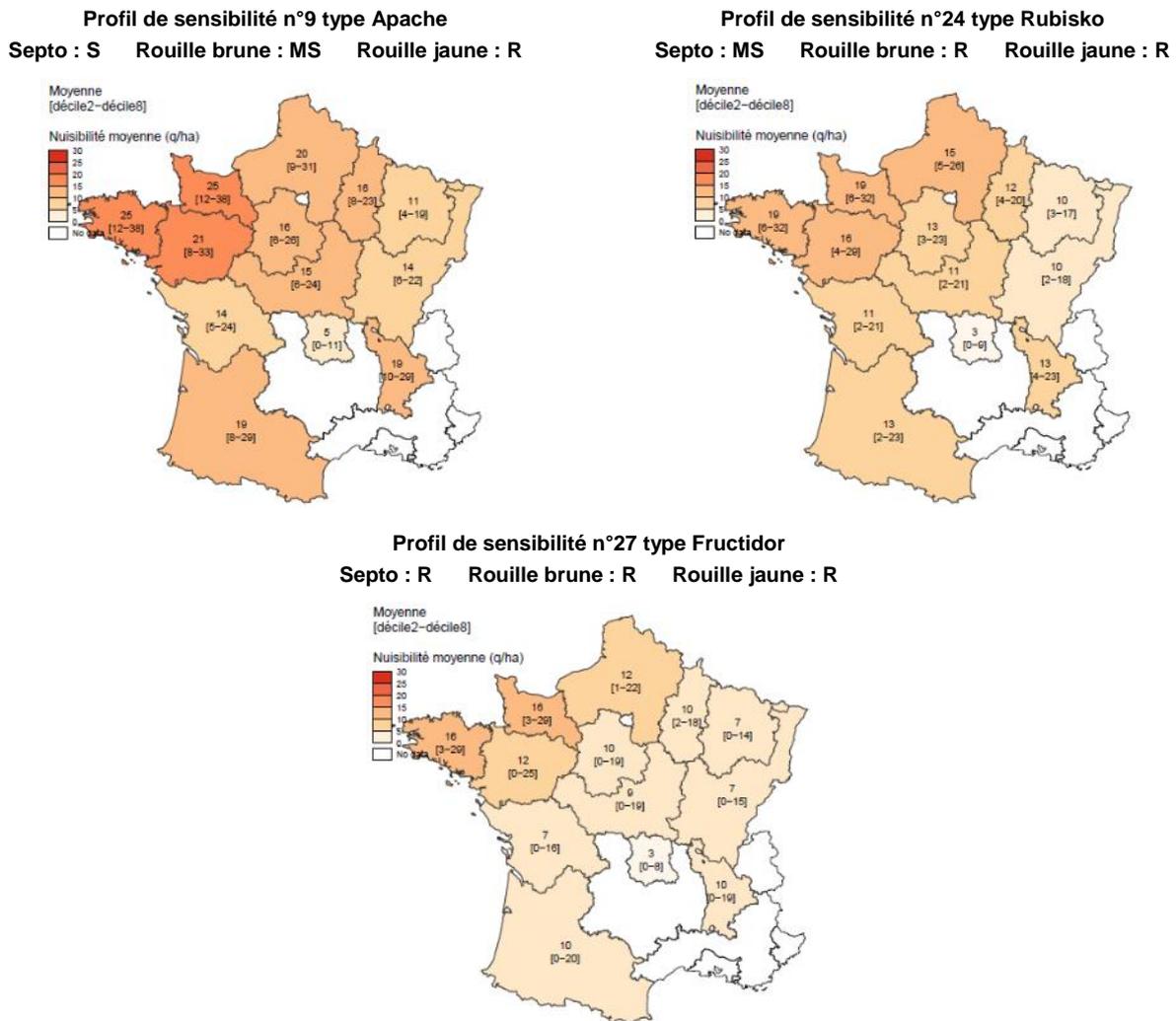
Pour chaque profil et pour chaque région sont proposés grâce à la modélisation, un niveau de nuisibilité moyen et une estimation de sa fréquence avec les déciles 2* et 8*. Ces valeurs de sortie (moyenne, décile 2, décile 8) ont été estimées à partir d'un modèle statistique établi à

partir des écarts de rendement traité - non traité observés dans plus de 3200 essais entre 2000 et 2017.

Elles sont présentées sous forme de 3 cartes représentant 3 exemples¹ de profil de résistance variétale pour la septoriose : un profil sensible (profil n°9) correspondant à un type Apache, Bermude ou SY Moisson, un profil moyennement sensible (profil n°24) correspondant à un type Rubisko et un profil résistant (profil n°27) correspondant à un type Fructidor ou Lg Absalon (Figure 1).

¹ : Tous les types de profil peuvent être modélisés.

Figure 1 : Cartes de nuisibilité (q/ha) de 2000 à 2017 entre trois profils globaux différents représentatifs de variétés cultivées : sensible (S) à la septoriose, moyennement sensible (MS) et résistant (R)



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

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

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

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

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

QUELLE ENVELOPPE FONGICIDE POUR 2019 ?

A titre de repère, la dépense fongicide moyenne sur blé tendre s'est établie en 2018 à 70 €/ha traité (2017 à 70 €/ha, 2016 à 84 €/ha, 2015 à 82€, 2014 à 87€ et 2013 à 80 €). On constate une stabilité par rapport à 2017. 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 16 €/q comme prix de base. A chacun de l'augmenter ou le diminuer selon ses convenances.

Depuis l'année dernière, nous avons fait évoluer légèrement nos repères de dépenses optimales et ne conservant dans notre modèle que les essais à partir de 2012 qui contiennent un SDHI en T2. Pour rappel, dans ces essais dit « courbe de réponses », nous faisons

varier la dose de chaque fongicide utilisé en programme majoritairement en trois passages. Ainsi, une dépense de 86 €/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 45 €, et de 100 € si les dégâts dus aux maladies approchent 30 q/ha (tableau 1). Une protection de qualité sera donc recherchée, tout en continuant d'adapter le nombre et la dose de chaque application aux conditions de l'année, à la région et à la variété.

Pour établir nos propositions de programmes pour la saison 2019, nous avons opté pour un prix moyen culture de 16 €/q et anticipé au mieux ces évolutions de prix sur les fongicides.

Tableau 2 : Dépense fongicide optimale théorique sur blé en fonction de la pression parasitaire attendue en septoriose et rouille brune et sous 9 hypothèses du prix du quintal (62 essais 2012 à 2017)

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

Pour une nuisibilité attendue de 20 q/ha^{3 4}, la dépense fongicide idéale s'échelonne de 53 à 82 €/ha selon le prix du blé retenu. Pour 16 €/q, la dépense idéale serait de 72 €/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 2019 étant difficilement prévisible et parfois contractualisé, vous pouvez utiliser le tableau 1, en fonction de vos propres estimations économiques

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

² : Il est impossible de prédire le prix du blé à la récolte 2019. Nous tablons sur un prix de 16 €/q

Notez que pour l'analyse économique de nos résultats d'essai de 2018, nous avons retenu le prix de 16.5 €/q.

³ : L'appréciation du risque maladie, si elle peut être estimée a priori sur une base régionale et en fonction de la sensibilité

variétale elle dépendra in fine aussi du climat en cours de saison qui restera donc le premier élément de pilotage de la protection fongicide.

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

Quand introduire les SDHI dans les programmes ?

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

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

A l'inverse, elles pourraient occuper le segment des T1. Mais ce segment est déjà occupé par les associations à base de chlorothalonil, qu'il s'avère difficile de déplacer et méritent, ne serait-ce que pour maintenir une certaine diversité des modes d'action, d'être conservées en T1.

Les autres solutions sont-elles hors-jeu ?

Si les solutions SDHI ont parfaitement leur place dans les programmes, **les solutions autres que SDHI ne**

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

QUELQUES REPERES DE CONSTRUCTION POUR LA PROTECTION DES BLES TENDRES EN 2019

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 multisite, il présente un risque de résistance limité.
- Piétin verse : En cas de risque, on préférera recourir aux variétés résistantes.

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

Traitement en T2 (dernière feuille à début épiaison)

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

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

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

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

Traitement en T3 (début Floraison)

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

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

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

COMMENT INTEGRER L'INDICATEUR IFT

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

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

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

Fusariose des épis

FUSARIOSE DES EPIS EN 2018 : UNE ANNEE SAINE SAUF DANS LE SUD

La France a connue des épisodes orageux à répétition, d'une ampleur et d'une durée rarement rencontrée entre le 1er mai et le 15 juin. Ces intempéries, qui se traduisent selon les secteurs, par de la pluie, du vent, de la grêle ou des orages, sont intervenus le plus souvent entre la floraison et la maturité des céréales à paille d'hiver. Les conséquences sur le rendement et la qualité technologique et sanitaire ont été très dépendants de la variété, des pratiques des agriculteurs, du milieu et de la synchronisation entre stades de la culture et aléas climatique.

Ces aléas climatiques annonçaient une pression de la fusariose des épis très importante en 2018 à l'image de la pression observée en 2016. Les séquences orageuses ont essentiellement concerné le Sud, le Centre-Est, et le Nord-Ouest du pays, avec notamment des précipitations cumulées localement très élevées et violentes. Ce phénomène, déjà précédé d'un mois d'avril très chaud, a été associé à des températures historiquement hautes sur la période 1er mai – 15 juin sur la moitié Nord et faibles sur la moitié Sud (figures 1 et 2).

Figure 1 : Cumul de pluie du 1er mai au 15 juin 2018

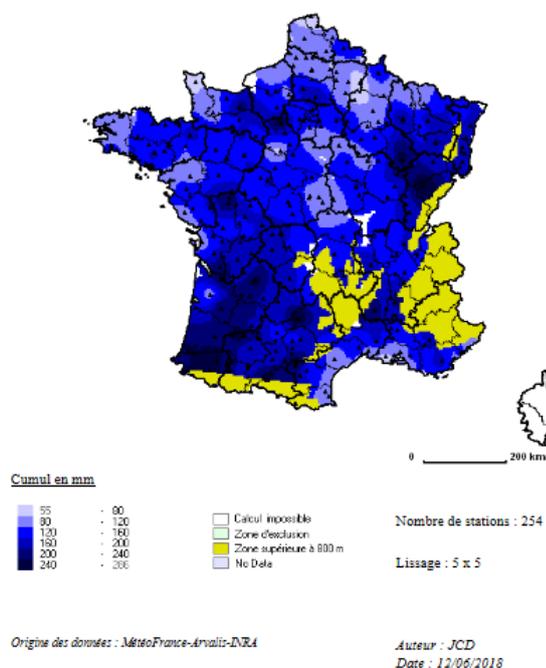
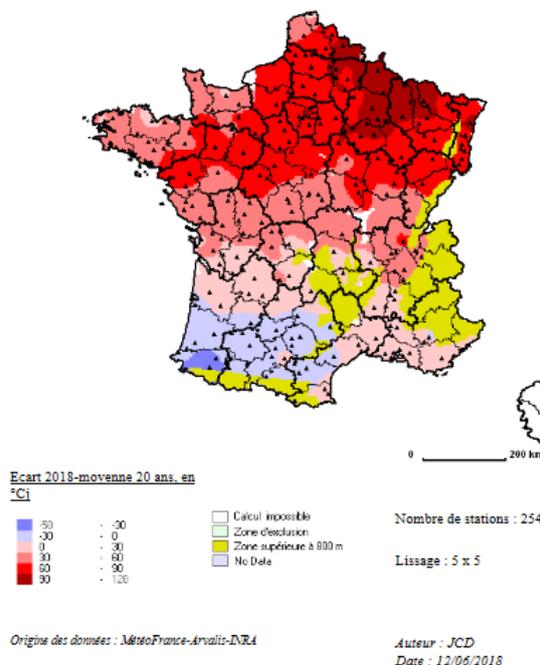


Figure 2 : Ecart à la moyenne pluriannuelle du cumul de température 2018 entre le 1er mai et le 15 juin



DES DIFFERENCES NOTABLES AVEC 2016

Les conditions météorologiques pouvaient faire penser à la fin du printemps 2016 : fortes pluies qui entraînent maladies et anoxies. Si les mécanismes sont les mêmes, l'intensité, la fréquence sur le territoire et le stade d'apparition ont été différents : en 2016, les conditions d'excès d'eau et de manque de rayonnement ont été extrêmes au moment précis de la floraison dans de

nombreuses régions, générant des défauts de fécondation ou des avortements précoces, un début de remplissage compliqué et une durée exceptionnelle de l'aléa climatique favorisant l'installation des champignons dont *Fusarium* et *Microdochium* tout au long de la maturité. Cette année, la floraison et le début du remplissage ont certes été perturbés par des pluies, mais les excès d'eau ne sont réellement apparus qu'au milieu du remplissage et sur une plus faible superficie du territoire (figures 3 et 4).

Figure 3 : Cumul de pluie à +/- 10j de la floraison en 2018

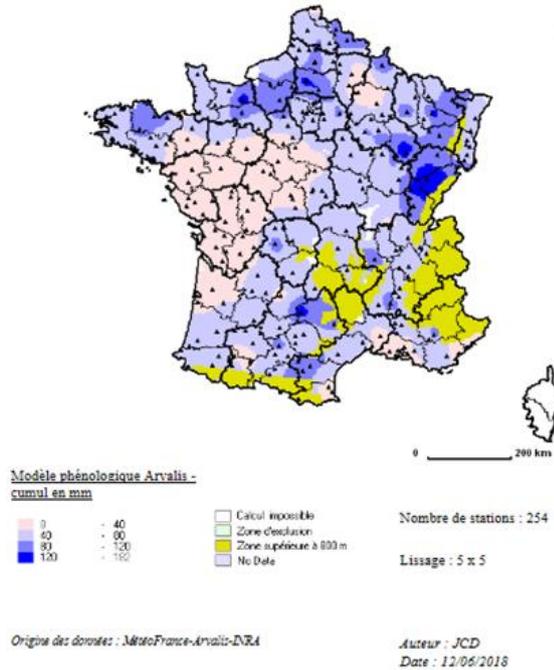
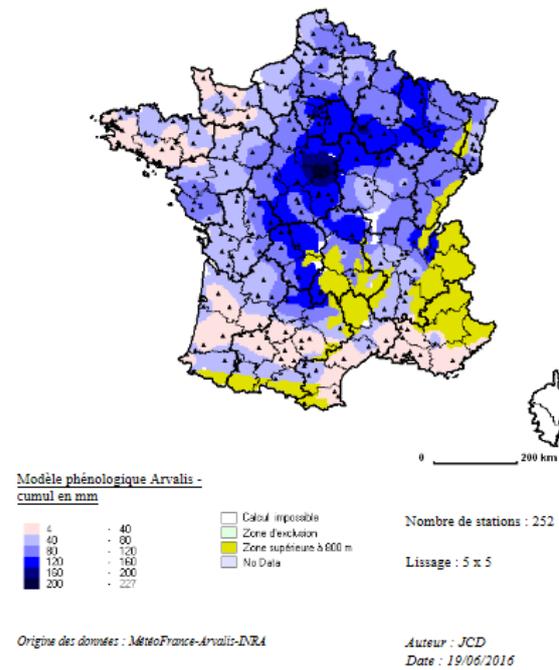


Figure 4 : Cumul de pluie à +/- 10j de la floraison en 2016

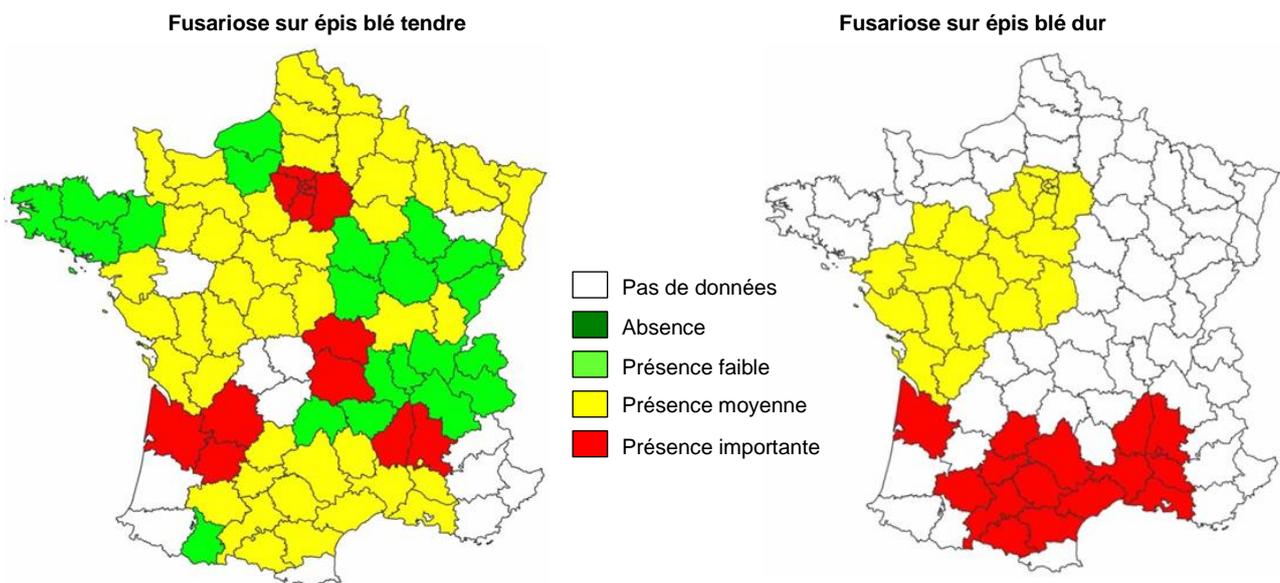


Ainsi, la situation nationale n'a heureusement pas atteint le niveau record de fusariose observé en 2016. Dans le Nord, la fusariose a pu être présente mais a principalement concerné les situations à risque connus (précédent à risque, variété sensible, absence de protection).

Par contre, pour le Sud, l'intensité et la durée des pluies a concordé avec le stade phénologique sensible des blés durs et a fortement pénalisé cette culture au niveau

du rendement et de la qualité technologique et sanitaire. Des niveaux de fusariose très élevés ont pu être observés dans de nombreuses parcelles dont les premières analyses des grains ont révélé une présence importante de *F. graminearum* et des taux de DON parfois importants dans les situations agronomiques à risque. *Microdochium* a également été détecté à des niveaux assez importants.

Figure 5 : Carte représentant une estimation de l'importance de la fusariose sur épis en 2018 par rapport à son développement habituel en France



2018, une année avec de gros problème sur épis dans le Sud pour le blé dur.

Figure 6 : Echelle de résistance des variétés de blé tendre à l'accumulation de DON-Echelle 2018/2019

Variétés peu sensibles	Références		Variétés peu sensibles		Variétés récentes			
		ILICO	GRAINDOR	7	MALDIVES CS			
	OREGRAIN	GALIBIER	6,5					
	HYDROCK	HYBELLO	6					
	RENAN	OXEBO						
Variétés moyennement sensibles	BOLOGNA	BERGAMO						
	HYBIZA	GRAPELI			FILON	HYNVICTUS	HYPODROM	
	MATHEO	LYRIK		5,5	LG ANDROID	PILIER	TARASCON	
	VYCKOR	SY MOISSON						
	FRUCTIDOR	AUCKLAND						
	LG ABSALON	HYBERY		5	CHEVIGNON	ETANA	RGT VOLUPTO	SOLINDO CS
	SOLEHIO	SCENARIO						
	CELLULE	ARKEOS						
	RGT CESARIO	KWS DAKOTANA		4,5	APOSTEL	FANTOMAS	MACARON	MAUPASSANT
					RGT CYCLO	RGT PULKO	RGT SACRAMENTO	RGT TALISKO
Variétés sensibles					SANREMO	SOVERDO CS	TENOR	UNIK
	BOREGAR	ASCOTT						
	CHEVRON	CALUMET			ALBATOR	ANNECY	KWS EXTASE	LUMINON
	HYKING	DIAMENTO		4	PASTORAL	RGT CYSTEO	RGT GOLDENO	
	RGT LIBRAVO	PIBRAC						
	SYLLON	RGT VENEZIO						
	COMPLICE	BERMUDE		3,5	JAIDOR	LEANDRE	MUTIC	ORLOGE
	GONCOURT	EXPERT						
				3	AMBOISE	CONCRET	GEDSER	
				LG ARMSTRONG	SEPIA			
			2,5	JOHNSON				
			2					

Variétés sensibles

* : déoxynivaléol

Source des données : ARVALIS

Source des échantillons : Essais Inscription (CTPS/GEVES) et post-inscription (ARVALIS)

Figure 7 : Classement des variétés par rapport à la tolérance au complexe *Fusarium/Microdochium* Synthèse nationale 2018, écarts à la moyenne.

Variétés peu sensibles	Références		Variétés peu sensibles		Variétés récentes	
		KARUR			DUROFINUS	RGT ENCABLUR
Variétés moyennement sensibles	ANVERGUR	JOYAU				
	MIRADOUX	NOBILIS			RGT AVENTADUR	LG BORIS
	BIENSUR	CLAUDIO			RGT VOILUR	CASTELDOUX
	RELIEF					
Variétés sensibles	SCULPTUR			HERAKLION		

Variétés sensibles

Source : essais ARVALIS 2018

DES (GROS) DEGATS LOCALISES AU SUD !

Si 2016 a été catastrophique pour la moitié Nord de la France en matière de fusariose de l'épi, le sud a trouvé en 2018 son équivalent... Les blés durs ont en effet été très affectés à la fois par *Fusarium graminearum*, mais

également par *Microdochium spp.* Ailleurs un bruit de fond était présent, associé aux situations agronomiques à risque, mais somme toute rien de grave par rapport à ce qui a pu être redouté début juin.

DU NOUVEAU POUR LUTTER CONTRE *MICRODOCHIUM NIVALE* ET *MICRODOCHIUM SPP* !

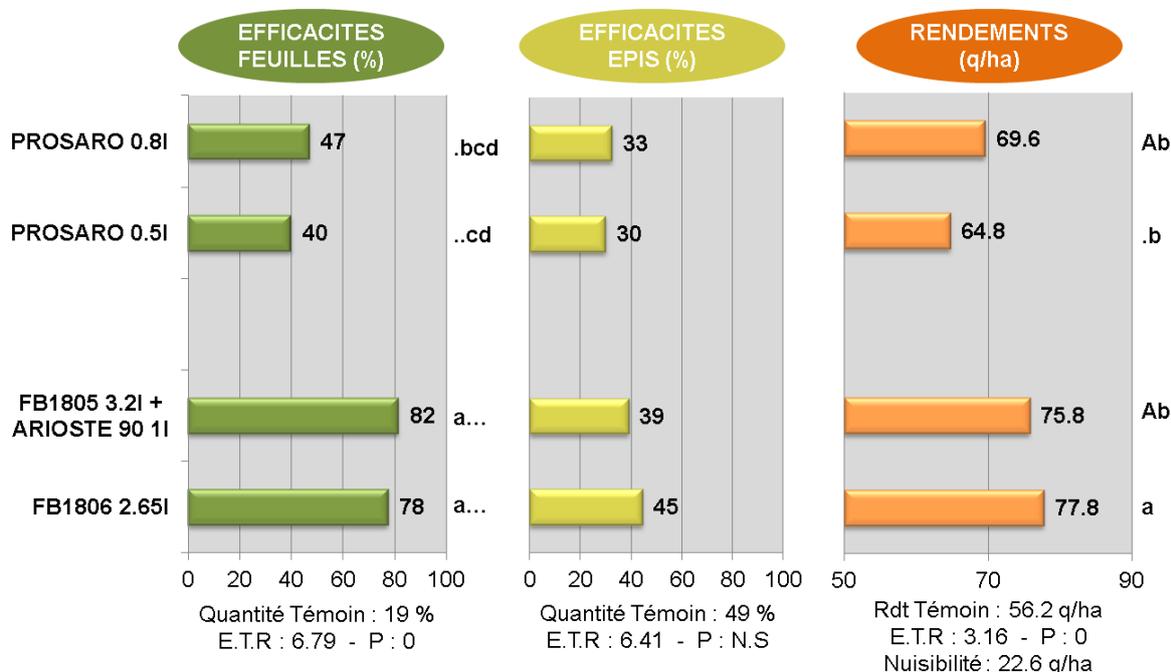
En 2018, les travaux sur le biocontrôle, notamment sur le thème de la lutte contre la fusariose du blé tendre, due à *Fusarium graminearum* ont été poursuivis. Parmi les solutions travaillées, Polyversum®. Les trois essais réalisés n'ont pas permis d'infléchir les conclusions de 2017. Les résultats obtenus (non montrés) avec *Pythium oligandrum* sont faibles à très faibles et *in fine* insuffisants, même en mélange avec une solution conventionnelle. Les essais ne seront pas reconduits avec Polyversum® sur ce positionnement début floraison.

Parallèlement des essais ont été conduits pour lutter contre *Microdochium spp.*, soit avec des innovations conventionnelles, soit avec des solutions conventionnelles complétées par des produits de biocontrôle. Deux essais ont été réalisés sur blé dur (variété Nobilis) sous brumisation et contamination artificielle (BBCH 61) avec un mélange de spores des deux espèces, puis bûchage.

Les observations ont été réalisées sur feuilles et sur épis et complétées par des mesures de rendement, de teneur en mycotoxines, et de taux de moucheture. D'une manière générale, les efficacités observées sur épi sont faibles à très faibles, alors que les efficacités sur feuilles sont satisfaisantes.

Parmi les innovations évaluées, l'adepidyn utilisée soit en association extemporanée avec du metconazole (FB1805 + Arioste), soit dans un mélange prêt à l'emploi contenant de l'adepidyn et du prothioconazole. Les résultats obtenus à pleine dose sont très au-delà de ceux permis par la référence Prosaro 0.8 l/ha, considérée comme la meilleure référence sur cette cible actuellement (Figure 8).

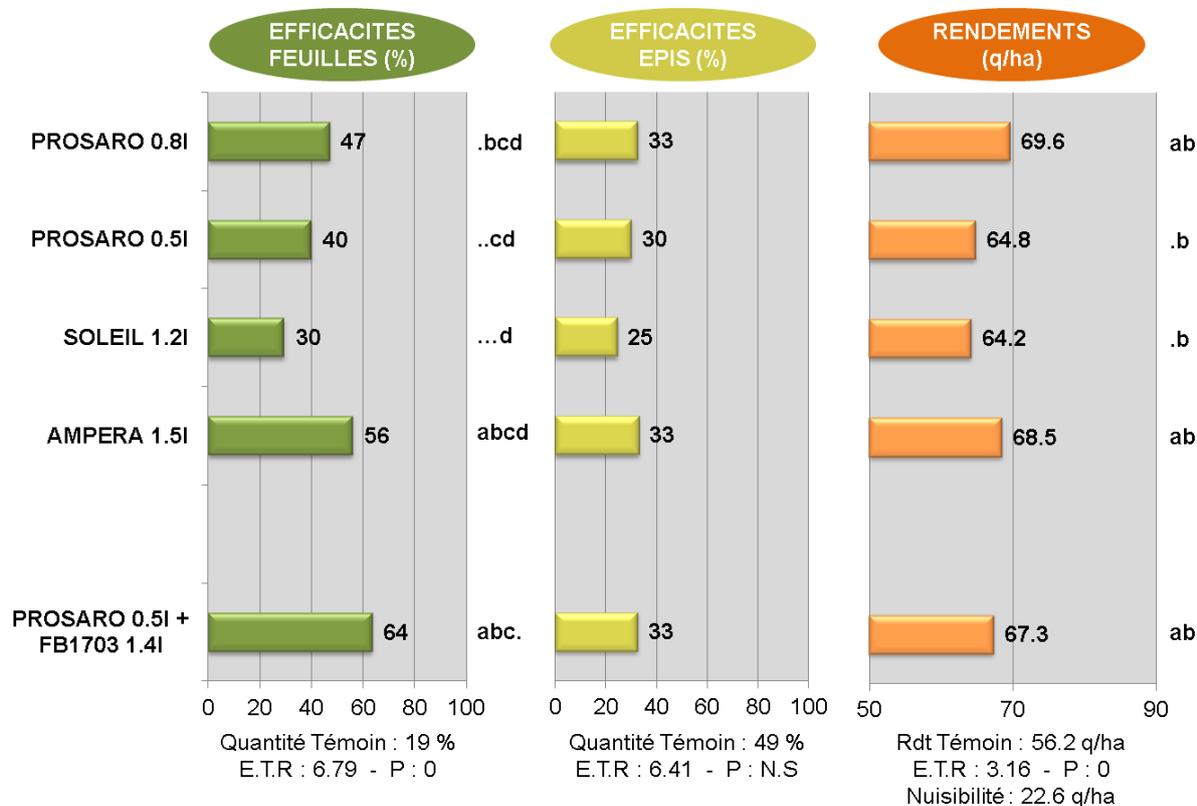
Figure 8 : Efficacités de différentes spécialités fongicides sur feuilles et épis, et rendement obtenus après traitement pour lutter contre *Microdochium spp.* (blé dur, variété Nobilis, sous contamination artificielle et brumisation) - 2 essais (31, 91)



Les spécialités contenant de l'adepidyn surpassent nettement les références en terme d'efficacité comme en terme de rendement.

D'autres spécialités comme Soleil 1.2 l/ha, Ampera 1.5 l/ha ou encore associant Prosaro 0.5 l/ha à du folpel ont été incluses dans le protocole. Si les résultats obtenus avec Soleil sont en retrait vis-à-vis de la référence Prosaro 0.8 l/ha, en revanche Ampera et l'association Prosaro 0.5 l/ha avec folpel procurent des résultats équivalents à celle-ci (Figure 9).

Figure 9 : Efficacités de différentes spécialités fongicides sur feuilles et épis, et rendement obtenus après traitement pour lutter contre *Microdochium spp.* (blé dur, variété Nobilis, sous contamination artificielle et brumisation) - 2 essais (31, 91)



Le prochloraze (contenu dans Ampera) et le folpel associé à Prosaro contribue au contrôle de *Microdochium spp.* sur feuilles, comme sur épis.

Enfin, nous avons testé le soufre à 2400 g/ha (non autorisé pour cet usage), sous forme de Thiovit jet microbille

associé à un représentant des phosphonates (non autorisé) et à 0.5 l/ha de Prosaro. Si le phosphonate ne semble rien ajouter, en revanche le soufre contribue significativement aux efficacités observées sur feuilles et sur épis (+ 17 points sur feuilles et + 8 points sur épi).

DES EFFICACITES QUI DECLINENT DE 2 % PAR AN DEPUIS 2004 !

Nous avons en 2017, à partir d'une synthèse d'essai depuis 2004, souligné la faible efficacité des fongicides pour lutter contre la fusariose de l'épi. Les résultats de 2018, avec 30 % d'efficacité sur épi, ne viennent pas contredire la tendance. Des isollements sont program-

més pour évaluer la sensibilité de nos souches actuelles (CI50) par rapport à des souches de référence ou encore par rapport à des souches prélevées en 2008, dernière année de surveillance sur *F. graminearum* et *Microdochium spp.*

QU'EN EST-IL DE LA MOUCHETURE...

La moucheture est pour le blé dur un paramètre de qualité stratégique, à la fois pour la transformation comme pour l'exportation. En 2012, des essais sur le thème de la fusariose de l'épi avaient suggéré que les

traitements fongicides pouvaient contribuer à abaisser le taux de moucheture et réactualisé la question du déterminisme de ce critère. Les données de 2018, devraient enrichir ce dossier (à suivre).

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	29			++	++	++		
OPUS NEW 0.75 l	22			+	+	+		
ABACUS SP 1 l	30			+	+	++		
OSIRIS WIN 1.5 l	36			++	++	++	+	
prochloraze 450 g	19			+				+
OSIRIS WIN 1.25 l + PYROS EW 0.63 l	42			+	++	++	+	+
CHEROKEE 2 l	44			++	++	++		
JUVENTUS 0.8 l + BRAVO 0.8 l	34			++	+	++		
KANTIK 1.3 l	29		++	++	++	++		
ATTENTO STAR 3 l + PROPI 25EC 1 l				++	+	++		
DJEMBE 0.75 l + CLORIL 0.75 l	27			++	+	++		
BROADWAY 1.8 l	38			++	++	++		
PRIORI XTRA 1 l	44			+	+++	+++		
BELL 1 l	38	+		+	+	+		
BELL STAR 1.25 l	42	+		++	++	++		
VIVERDA 1.25 l	48	+		++	+++	+++		
ADEXAR 1 l	50			+++	++	++		
ADEXAR 0.8 l	40			++	++	++		
CERIAX 1.25 l	50			+++	+++	+++		
CERIAX 1 l	40			++	++	++		
LIBRAX 1 l	50			+++	++	++		
LIBRAX 0.9 l	45			+++	++	++		
LIBRAX 0.8 l	40			++	++	++		
LIBRAX 0.75 l + COMET 200 0.25 l	48			++	+++	+++		
SAKURA 1 l + IMTRES 0.8 l	58			+++	++	++		
PRIAXOR EC 0.6 l + RELMER 0.6 l	53			++	+++	+++		
JOAO 0.4 l	30	+		+			+	+
JOAO 0.4 l + prochloraze 315 g	43	++		++			+	++
PROSARO 1 l	48			++	++	++	++	++
PROSARO 0.5 l	24			+	+	+	+	+
KESTREL 1 l	52			++	++	++	++	++
KESTREL 0.5 l	26			+	+	+	+	+
FANDANGO S 1 l	36	+		+	+	+	+	+
FANDANGO S 1 l + prochloraze 315 g	50	++		++	+	+	+	++
AVIATOR XPRO 0.75 l	49			++	++	+		
AVIATOR XPRO 0.6 l	39			+	+	+		
SKYWAY XPRO 0.75 l	51			++	++	++		
SKYWAY XPRO 0.6 l	41			+	++	+		
KARDIX 1.5 l	84			+++	++	++		
KARDIX 0.9 l	50			+++	++	+		
KARDIX 0.7 l	39			++	+	+		
VARIANO XPRO 1.2 l	54			++	++	+		

.../...

ELATUS PLUS 0.6 l + ARIOSTE 90 0.6 l	50			+++	+++	+++		
ELATUS ERA 1 l	68			+++	+++	+++		
ELATUS ERA 0.75 l	51			++	+++	+++		

FLEXITY 0.3 l	19	+	+					
GARDIAN 0.5 l	20		+					
TALENDO 0.25 l	22		+++					
NISSODIUM 0.5 l	50		+++					

SUNORG PRO 1 l	33			+	++	+	+	
BALMORA 1 l	15		+		++	++	+	
ÉPOPÉE 1.5 l	33		+	+	+	++	+	+
SWING GOLD 1.5 l	39			+	++	++	+	+
CERCOBIN 1.5 l	21						+	
EPOPEE 1.2 l + CERCOBIN 1.2 l	43						+	+
SWING GOLD 0.75 l + CARAMBA STAR 0.5 l	36			+	++	++	+	+

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