

BLES TENDRES ET BLES DURS : Lutte contre les maladies

Bilan de campagne

QUELQUES ELEMENTS DE CONTEXTE CLIMATIQUE

Un début d'automne très sec et doux

Dans la moitié Nord, octobre a été très doux et très sec, faisant suite à août et septembre également très sec, entraînant des difficultés de préparation des sols/ Les labours non réalisables début octobre sur certains secteurs ont eu pour conséquence des semis retardés. Le retour des pluies entre le 28-29 octobre a permis de faire lever les premiers semis globalement très retardés par la sécheresse. Les levées deviennent plus homogènes à partir du 10 novembre avec le retour des pluies (sauf en Auvergne). Ces levées plus tardives que la normale limitent le risque maladies en retardant les premières contaminations. Cela a pu conduire à des décalages de stades observés par rapport à la simulation du modèle qui peuvent s'expliquer par une mauvaise estimation du stade levée qui a pu avoir lieu de façon retardée et échelonnée à cause de la sécheresse.

Décembre : les pluies proches des normales, les températures très douces en début de mois favorisent les premières contaminations par le piétin-verse. L'épisode de gel marqué mi-décembre, jusqu'à -6°C sans est resté sans conséquence physiologique. Mais le gel a certainement ralenti les principales maladies notamment la rouille jaune et le piétin verse.

Un hiver sec, plutôt doux

Janvier : température de saison légèrement plus froide que la moyenne et plus sec sur une diagonale Ouest – Est. Suivi par un mois de février exceptionnellement sec excepté en Bretagne et très chaud (+2°C vs moyenne) avec beaucoup de vent (figure 1). Cela est globalement défavorable aux maladies.

Début mars on assiste à un retour des pluies mais avec des épisodes de vents forts dans la moitié Nord qui ne sont pas favorables aux rouilles avec des températures plus chaudes que la moyenne notamment dans le Sud-Ouest (+1.4°C vs moyenne). Ceci conduit en sortie hiver à un risque climatique piétin verse plus faible en 2019 par rapport à 2018 pour la majorité des semis autour du 25/10 (figure 2). Pour les semis précoces le risque est moyen proche de 2018.

L'inoculum de septoriose est faible à épi 1 cm (figure 3). La maladie est présente mais cantonnée sur les feuilles basses.

Concernant la rouille jaune, pas de foyer précoce. Seul un premier signalement est observé en Flandre maritime sur variété sensible Nemo fin mars. L'indicateur

CrustYello* sur variétés très sensibles « type Trapez » indique un risque d'apparition de la maladie au stade 1 Nœud plus faible que l'année dernière 2018 et bien plus faible que l'année haute de référence 2014 (figure 4). Seules les variétés très sensibles sont à surveiller.

Pour la rouille brune, les conditions douces depuis novembre et plus particulièrement en février placent l'année 2019 en risque potentiel « moyen », plus élevé que l'année dernière à la même période, mais plus faible que la référence haute de 2007, indiquant que l'année ne serait pas précoce d'autant plus que les repousses de l'été 2018 ont été faibles à cause de la sécheresse estivale (figure 5).

Montaison dans le sec : peu de pluie, peu de contaminations de septoriose !

Avril : Toujours très sec au Nord avec de grand écart de température (températures gélives le 13-14 avril) et plutôt humide au Sud. Dans une majorité de régions au Nord, une sécheresse s'installe du 20/03 au 25/04. Ces conditions relativement sèches au printemps n'ont pas été favorables aux contaminations de septoriose sur les feuilles basses depuis le stade Epi 1 cm et jusqu'au 25 avril, date à laquelle la majorité des parcelles atteignent le stade 2 Nœuds. A noter que les prévisions météo à cette période ont été très mauvaises avec des pluies annoncées qui ne se sont pas réalisées. Des pluies bénéfiques mais contenues arrosent la fin avril début mai conduisant à des déclenchements du modèle Septo-LIS® sur les variétés les plus sensibles au stade dernière feuille pointante dans les secteurs les plus arrosés, sinon DFE/Gonflement pour les plus tolérantes.

Le risque septoriose était faible cette année et l'impasse du premier traitement pouvait s'envisager pour un grand nombre de situations (80% sur 66 essais ARVALIS). Seule des premiers foyers de rouille jaune sur variété sensibles ont nécessité une première intervention fin avril en Ile France et dans les Hauts de France.

*CrustYello : modèle développé par Arvalis, permettant d'estimer le risque d'apparition de la rouille jaune à la parcelle en prenant en compte la sensibilité variétale et des variables agro-climatiques, dont l'indice Yello (indicateur du niveau de risque régional).

Premiers signalements fin avril de rouille jaune en Picardie sur variétés sensibles (Allez Y, RGT Kilimjanro, Tenor, Fluor, Oxebo, Benchmark, Complice) et sur une variété résistante (Filon, note 8)

Un mois de mai frais avec des pluies variables

Mai est frais sur l'ensemble du mois avec -1.1°C par rapport à la moyenne et encore plus frais dans l'Est de la France sur la première décennie. Des gelées matinales sont observées autour du 05/05. Les pluies sont surtout concentrées sur la 1ère décennie en quantité variable : Sud-Ouest et Bretagne plus arrosés. Pour les autres régions, précipitations en dessous des normales

Ces températures fraîches contiennent l'avancée des stades et contribuent également à freiner le développement de la septoriose en diminuant les contaminations des feuilles supérieures et en ralentissant les incubations avec toujours très peu de symptômes visibles.

Les conditions climatiques de mai sont favorables à l'apparition de nouveaux foyers de rouille jaune en plaine de Caen autour du 10/05, en Ile de France et dans les Hauts de France (20 au 28/05) sur des parcelles sans T1 ou en fin de persistance. Variétés sensibles les plus concernées : Lyrik, Alixan, Nemo, Advisor, Complice, KWS Dakotana, KWS Kilimanjaro. Variétés dites résistantes : Filon en tête (note 8), Amboise (note 7), Mutic (note 7, foyer) et Fructidor (note 7)

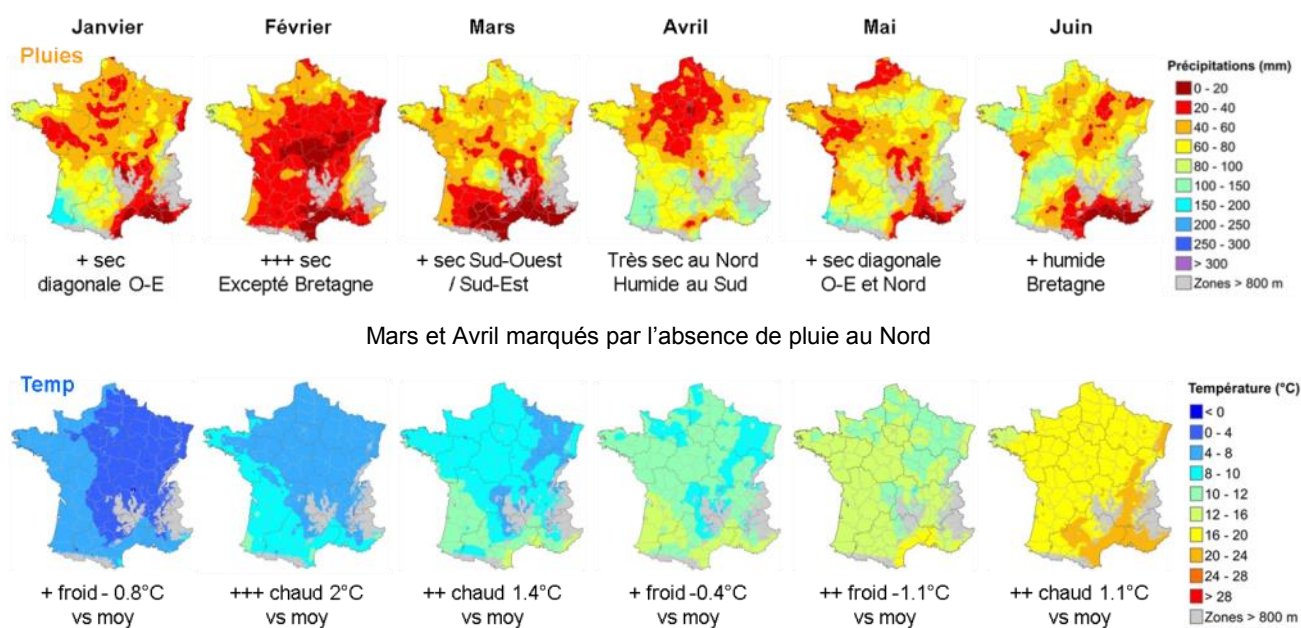
Juin marqué par une canicule précoce

Juin chaud, avec une canicule très marquée sur la semaine 26 (24/06 au 30/06). Début juin est marqué par la tempête Miguel associant orages et vents violents qui a pu entraîner quelques inquiétudes de fusariose pour les blés plus tardifs mais peu d'impact car temps orageux et venteux qui sèche les épis (très différent de 2016). Dans un grand nombre de situations du Nord, la septoriose a contaminée à cette période les deux dernières feuilles avec une incubation qui a conduit aux premiers symptômes visibles sur F1 à partir du 15 juin.

Retour Conditions chaudes mi-juin favorables à la rouille brune. Vu sur : Benchmark, Bergamo, Allez-y, Creek, Rgt Libravo, Kws Extase, Allez-y, Kws Dakotana dans les Hauts de France. Dans un grand nombre de régions, la rouille brune est restée très discrète avec une progression tardive mi-juin sur des variétés sensibles non protégées.

Pluviométrie centrée sur la 1ère décennie avec une absence totale sur la 3ème décennie avec l'arrivée de la canicule. Les blés des régions les plus précoces ont fleuri dans le sec (20 au 30/05).

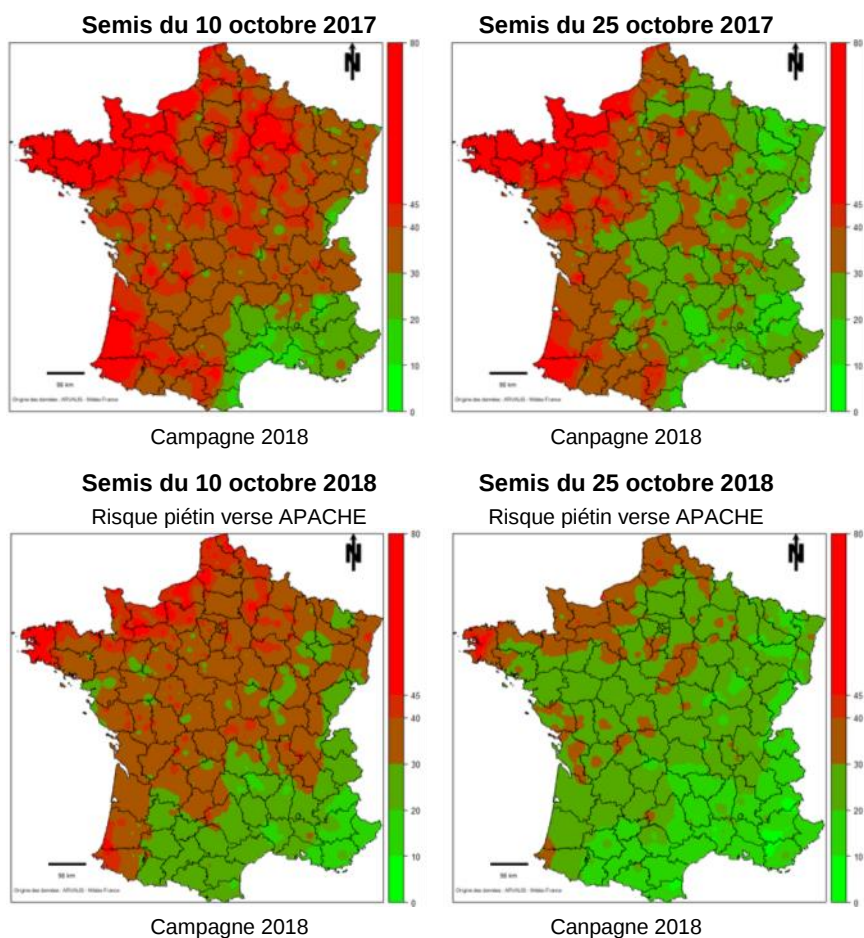
Figure 1 : Eléments de contexte climatique de janvier à juin 2019 : Cumuls de précipitations mensuelles (cartes en haut) et Températures moyennes mensuelles (cartes en bas)



Cette campagne 2019 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

en avril et mai, pour le Nord, des températures fraîches en avril et mai et un début de sécheresse qui s'accroît pendant l'été.

Figure 2 : Risque climatique piétin-verse calculé par TOP au 20 mars 2019



Un risque climatique piétin verse faible en 2019 pour les semis de fin octobre et moyen proche de 2018 pour les semis précoces.

Figure 3 : Inoculum de septoriose modélisé par Septo-LIS® au stade épi 1 cm pour une variété sensible

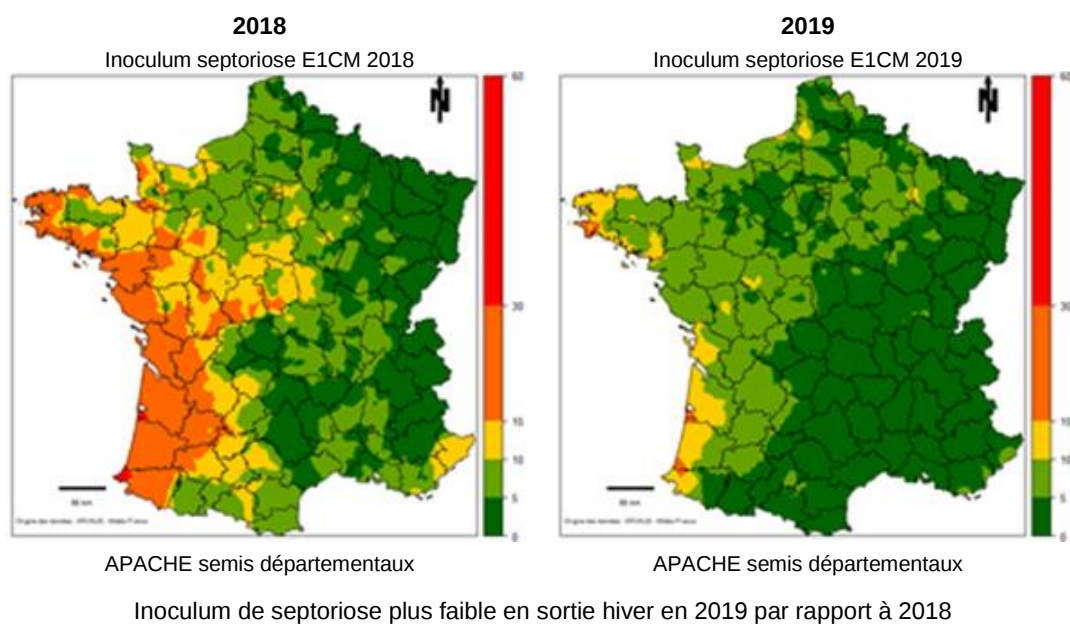
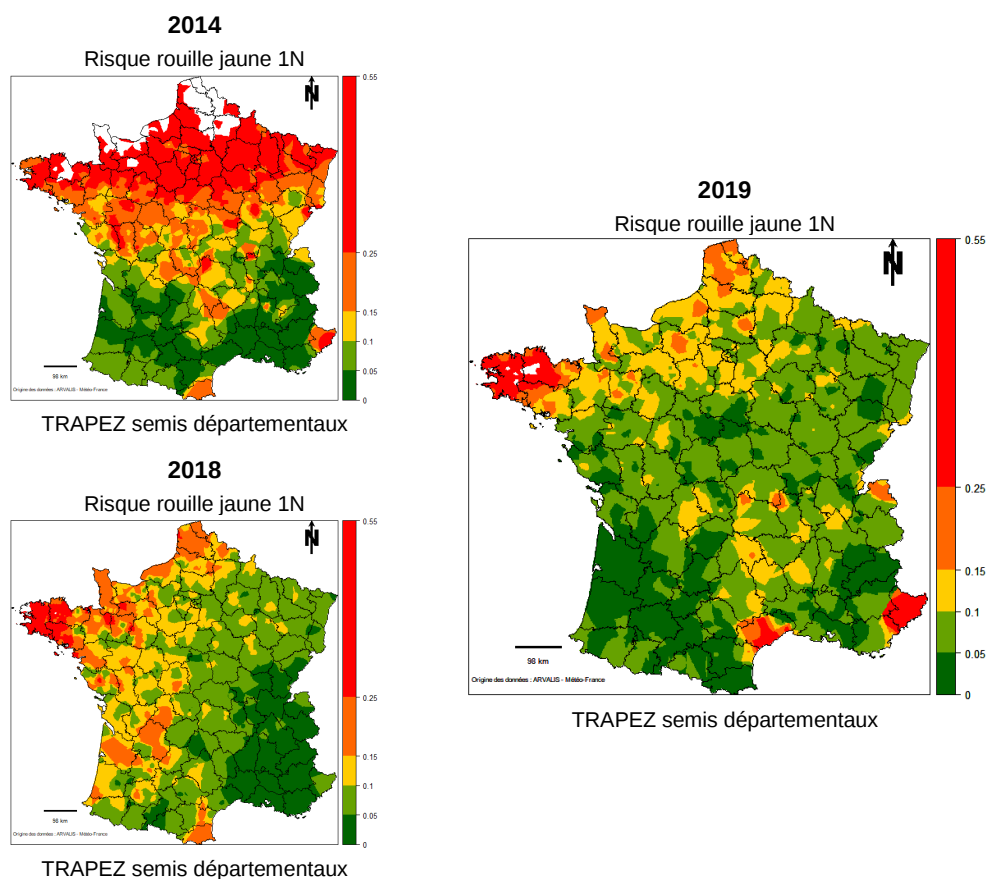
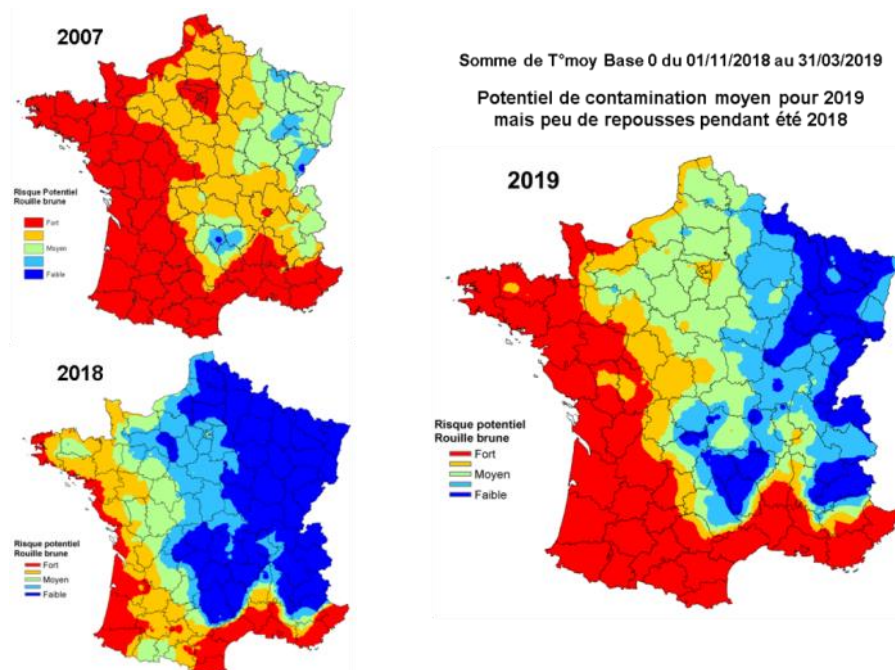


Figure 4 : Risque Rouille Jaune calculé par Crustyello® au stade 1 Noeud pour une variété très sensible



L'indicateur CrustYello* sur variétés très sensibles indique un risque d'apparition de la maladie au stade 1 Nœud plus faible que l'année dernière 2018 et bien plus faible que l'année haute de référence 2014.

Figure 5 : Comparaison du risque potentiel de rouille brune au 31/03/ 2019 par rapport à 2007 et 2018



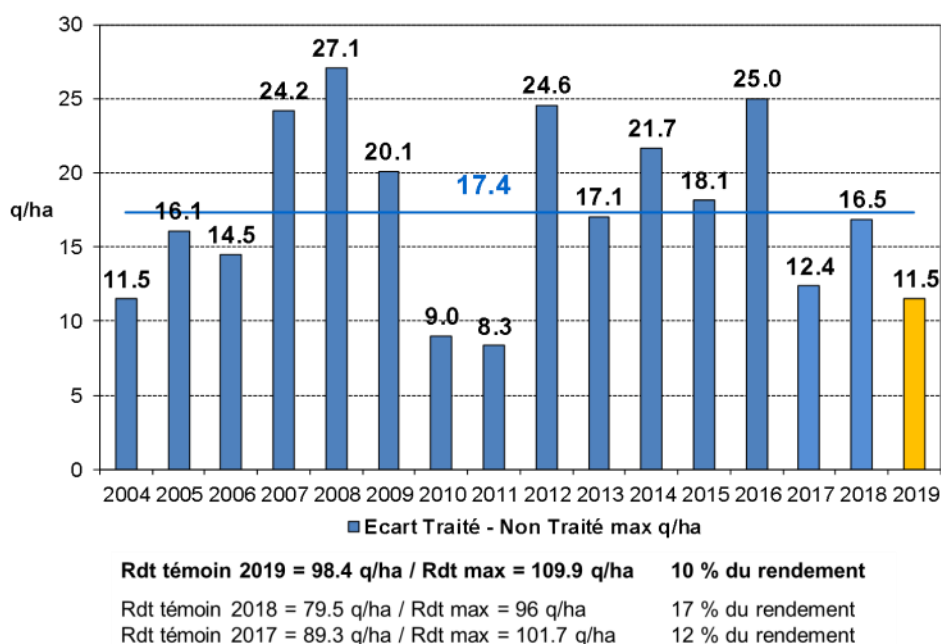
Un risque rouille brune qui s'annonçait moyen au 31/03 c'est-à-dire autour de l'épiaison et au final une maladie qui explosera tardivement en fin de saison comme en 2018

Au final une nuisibilité faible à moyenne en 2019

Les maladies se sont exprimées tardivement cette année, en raison d'un printemps particulièrement sec pendant la montaison des céréales. De nombreux traitements de T1 ont été retardés, voire supprimés, ou encore réalisés avec des doses revues à la baisse. Les traitements T2 ont été réalisés classiquement au stade dernière feuille étalée.

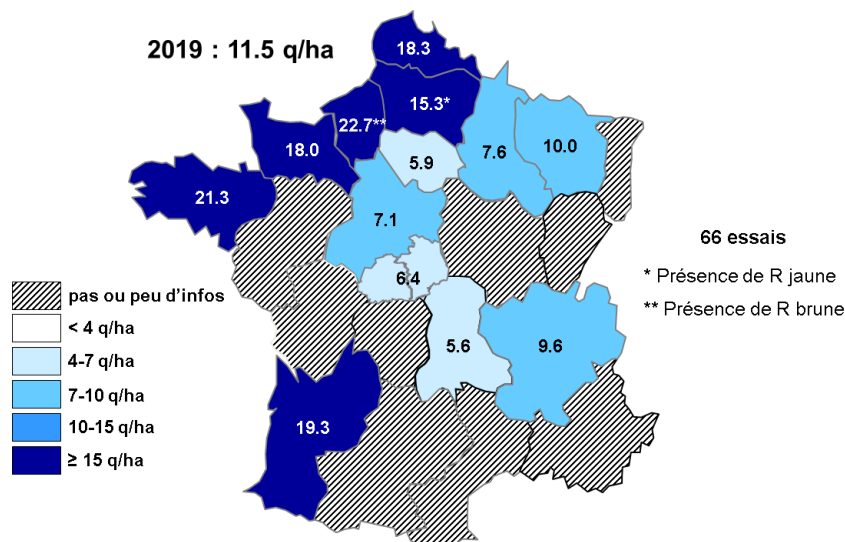
La nuisibilité des maladies en 2019 a été estimée à près de 11.5 q/ha pour le blé tendre soit un impact de 10% de la productivité maximale qui a été très bonne malgré la fin de remplissage raccourcie par le temps caniculaire de la fin juin. L'impact des maladies est inférieur de près de 6 q à la moyenne pluriannuelle de 17.4 q/ha (figure 6). Les régions avec des nuisibilités plus fortes que la moyenne nationale sont comme habituellement, la Bretagne, la Normandie et la bordure maritime Nord. Les régions avec les plus faibles écarts traités –non traités sont le Centre, l'Auvergne et l'Est de la France (figure 7)

Figure 6 : Evolution de la nuisibilité observée dans les essais du Réseau Performance et Arvalis à dominante septoriose.



La nuisibilité des maladies en 2019 a été estimée à près de 11.5 q/ha sur blé tendre

Figure 7 : Réponse fongicide entre parcelles traitées et non traitées en q/ha. Données Arvalis et partenaires du Réseau Performance 2019.



La pluviométrie de mai et juin a conduit à une nuisibilité très faible à moyenne selon les régions

L'impact des maladies foliaires en 2019 (principalement septoriose mais également de la rouille brune tardive) est nettement plus faible qu'en 2018, où les maladies avaient fait des dégâts plutôt moyens.

Cette nuisibilité est estimée à partir de 66 essais réalisés principalement dans la moitié nord de la France en 2019 (réseau Performance, essais Arvalis) sur une majorité de variétés sensible (37 soit 56%) à la septoriose (note 5.5 à 6) avec une nuisibilité de 12.2 q/ha, sur 14 variétés très sensibles (note ≤ 5) avec une nuisibilité de 15.6

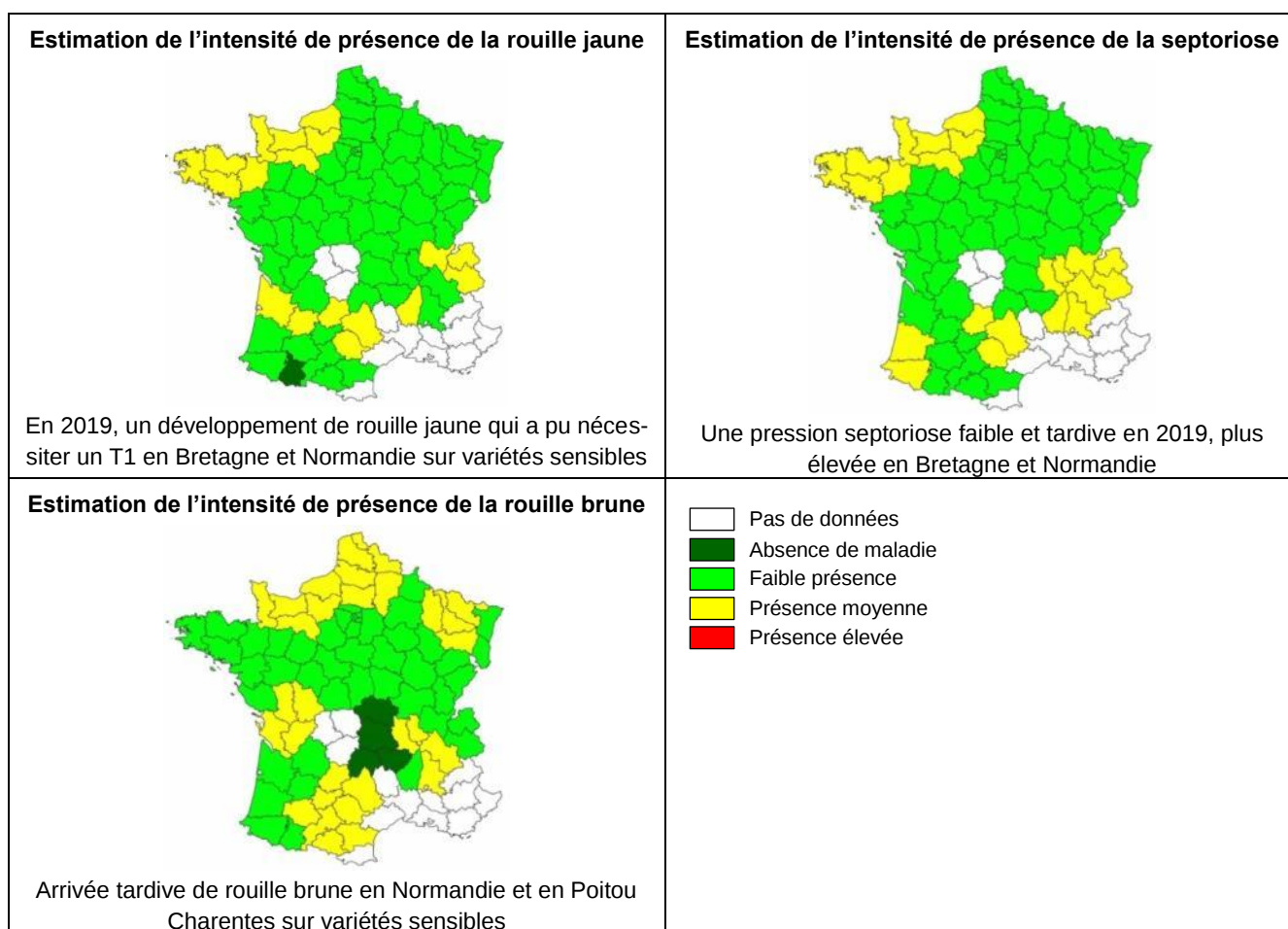
q/ha et sur 15 variétés résistantes (note ≥ 6.5) avec une nuisibilité de 6 q/ha. Si on ramène ces estimations au pourcentage de surfaces de culture de blé tendre par classe de résistance variétale à la septoriose pour toutes les variétés cultivées en France, cela donne une estimation de nuisibilité à l'échelle France entière de 10.2 q/ha légèrement inférieur au 11.5 q/ha mesuré dans les essais. A noter que la majorité des surfaces sont cultivées avec des variétés résistantes à la rouille jaune. Mais ce n'est pas le cas avec la rouille brune.

Tableau 1 : Surface de culture 2019 (source: FAM) par classe de sensibilité aux maladies (source: ARVALIS / CTPS), en % ha (hors surfaces cultivées avec des profils inconnus)

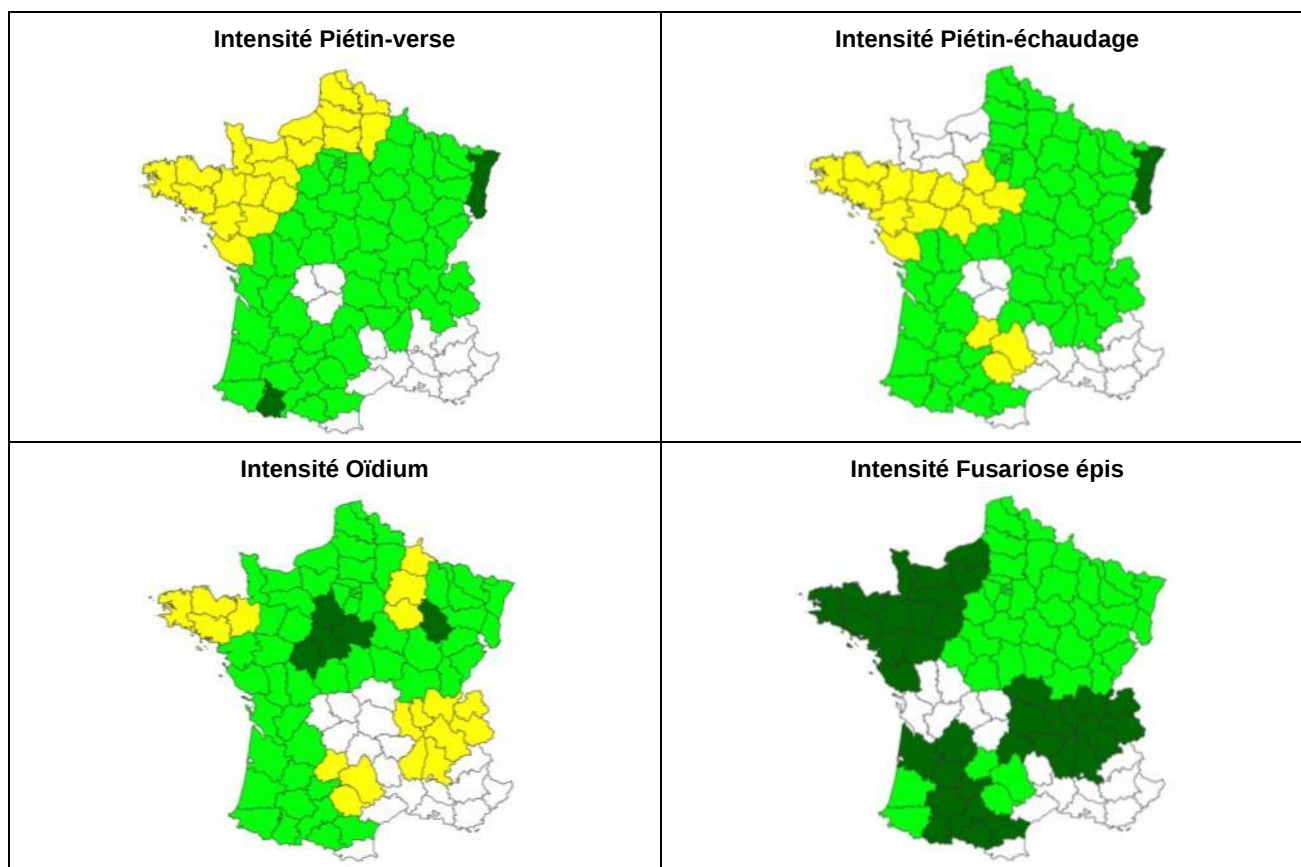
Limites de classe	Résistante ≥ 6.5	Sensible 5.5 - 6	Très Sensible ≤ 5
Septoriose	36%	53%	10%

Limites de classes	Résistante ≥ 7	Sensible 5 - 6	Très Sensible ≤ 4
Rouille jaune	63%	22%	14%
Rouille brune	23%	52%	25%

Figure 8 : Estimation de l'intensité des principales maladies foliaires en 2019 (observations réalisées par le réseau régionale d'Arvalis).



 **Figure 9 : Estimation de l'intensité des autres maladies en 2019 (observations réalisées par le réseau régionale d'Arvalis.**



De l'intérêt du T1

Pourquoi « revisiter » le T1

Le premier traitement fongicide des blés (T1) réalisé entre les stades BBCH 31 et 37 (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.

Par ailleurs les évolutions génétiques récentes ont modifié 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. Parmi les 15 variétés les plus cultivées on trouvait en 2018, 4 variétés peu sensibles à la septoriose (Fructidor, Syllon, LG Absalon, Chevignon) et 8 variétés résistantes à la rouille jaune (Fructidor, Rubisko, LG Absalon, Apache, Arrezo, RGT Sacramento, Chevignon, Descartes). Il est donc possible d'envisager de s'affranchir du premier traitement dans certains cas, grâce à l'agronomie et surtout à la résistance génétique.

Enfin, ces dernières années, les printemps ont été plus sec, en particulier le mois d'avril. L'épidémie de septoriose s'installe par conséquent plus tardivement et le traitement précoce est moins justifié.

Les enjeux du T1

Si, il y a quelques années, l'intérêt de protéger le blé dès le stade BBCH 32 ne faisait pas de doute, les essais conduits ces dernières années ont montré un bénéfice limité, sinon négligeable d'une intervention précoce. Dans un contexte de réduction de la dépendance aux pesticides, l'intérêt technique et économique de ce traitement méritait d'être réévalué en fonction des données les plus récentes.

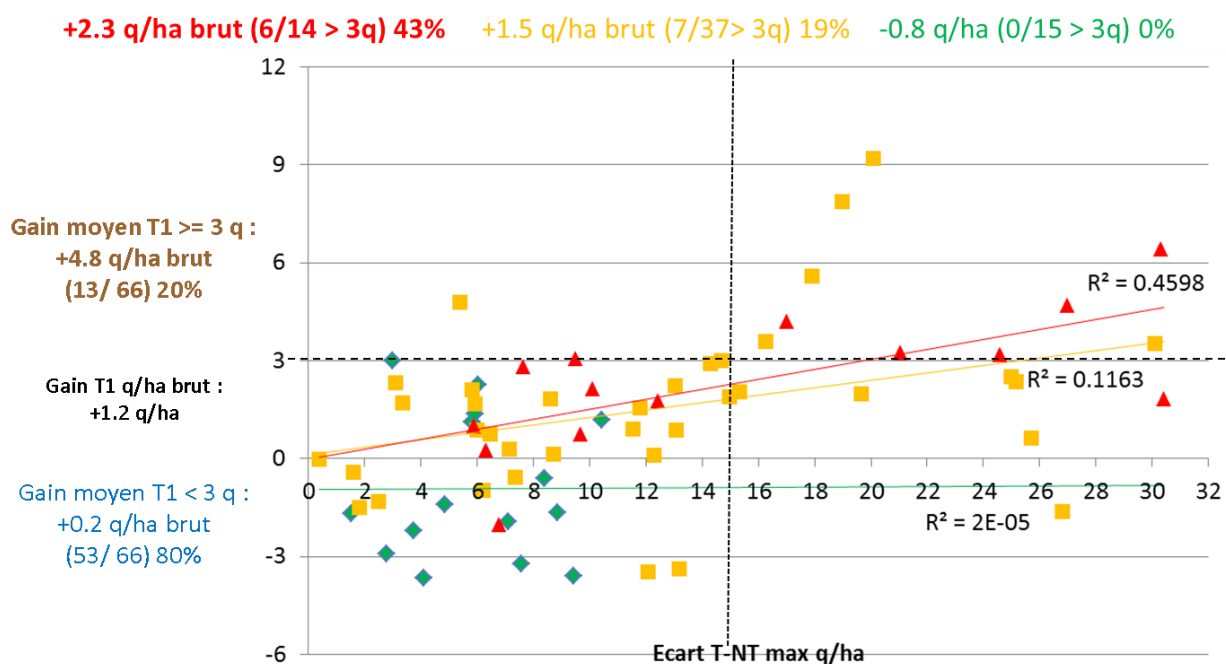
L'enjeu est considérable, puisqu'actuellement environ 3 millions d'ha de blé tendre reçoivent un T1 (pour un coût moyen de 25 €/ha environ). Un chiffre, certes en baisse de 15% en 2019, mais certainement encore bien supérieur à ce que la réalité technico-économique permet.

Le T1 à l'épreuve des chiffres

Nous avons rassemblé les 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 363 données relatives au T1. **En intégrant 2019, la contribution moyenne du T1 au rendement final est de + 1.7 q/ha.** Un calcul économique simple, tenant compte du coût des fongicides utilisés (25 €), du coût de passage (5 à 10 €), et d'un bénéfice attendu (5 à 10 €) pour rémunérer à la fois le risque, le temps et la charge mentale lié à chaque passage, conduit sur la base d'un prix du blé de 15 €/q, à estimer le seuil de rentabilité du T1 à 3 q/ha. Selon la base de données disponible (qui surestime la proportion de variétés sensibles à la septoriose mais minore la proportion de variétés sensible à la rouille jaune), **la rentabilité d'un T1 n'est assurée que dans 27% des cas.**

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 bruts du T1 en q/ha en fonction de la pression de maladies estimée par le gain maximum de rendement observé parmi les différents programmes de protection de chaque essai en 2019 (un point = un essai, n=66)



Le gain brut moyen permis par le T1 est en moyenne de 1.2 q/ha en 2019.

Le gain brut du T1 correspond à l'augmentation de rendement permise par l'ajout d'un traitement T1 à un programme de référence à 1 ou 2 traitements. Les données sont exprimées en q/ha et proviennent d'essais réalisés majoritairement dans la moitié nord de la France en

2019 (réseau Performance, essais Arvalis). La médiane horizontale représente le seuil de rentabilité et la médiane verticale un seuil de pression parasitaire au-delà duquel la valorisation du T1 est plus fréquemment assurée.

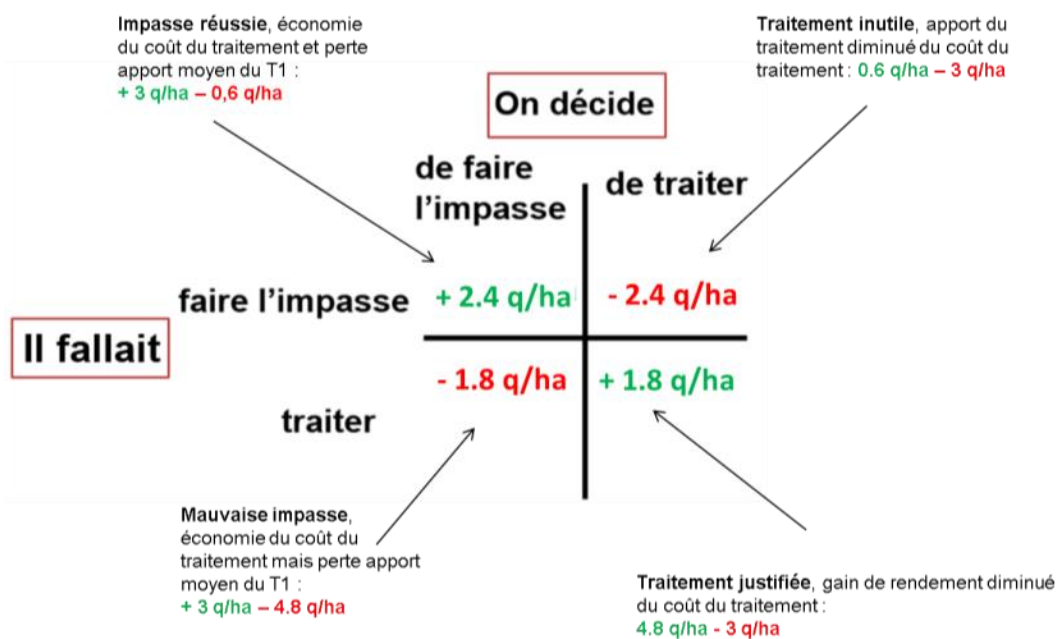
Les principaux déterminants du T1 ?

Rappel : en 2018, nous avons recherché les facteurs les plus influents sur l'importance économique du T1. Les facteurs significativement influents 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. Le stade d'application du T2 est le facteur le plus explicatif du poids du T1. En effet, 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, dès 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 est faite sur la date du 16 octobre. 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 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 : Calcul économique appliqué à la décision de traiter au T1, en fonction des données moyennes observées sur la base de données (363 données de 2013 à 2019, toutes variétés confondues)



Un traitement inutile coûte aussi/plus cher qu'une mauvaise impasse.

L'effet « année » est également explicatif et significatif.

En résumé, il semble envisageable 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, tout en veillant à intervenir assez tôt dès le stade BBCH 39.

L'impact de la sensibilité variétale

Entre 2013 et 2019, nous avons analysé spécifiquement l'effet variété. Il ressort qu'à elle seule la sensibilité variétale à la septoriose peut être décisive (en l'absence de rouilles) sur la nécessité de traiter (ou non). **Le gain moyen dû au T1 sur variété peu sensible (note $\geq 6,5$) est de $-0,5 \text{ q/ha}$** , alors qu'il est respectivement de 1.8 et 2.1 q/ha pour les variétés sensibles (note = 5.5 ou 6) et très sensibles (note ≤ 5). La rentabilité n'est presque jamais assurée sur variété peu sensible à la septoriose (<3% des cas). En revanche les probabilités de rentabilité du T1 sont respectivement de 29 et 31%

dans notre base de données pour des variétés sensibles et très sensibles.

La pression parasitaire : un facteur clé

Le poids du T1, n'est pas indépendant de la pression de maladie globale. Plus il y a de maladies sur un site d'essai donné, plus grandes sont les chances de valoriser un T1. Lorsque l'on constate *a posteriori* dans les essais, une nuisibilité supérieure à 15 q/ha, alors la probabilité de valoriser un traitement est de 40%. Lorsque la nuisibilité est inférieure à 15 q/ha, cette même probabilité est de 14%, soit près de 3 fois moindre.

Traiter au T1 : une assurance trop chère

Disposant d'un nombre de données significatif, il est tentant de réaliser un calcul économique simple, voir simpliste pour évaluer l'impact économique d'une bonne et d'une mauvaise décision.

Autrement dit d'évaluer les bénéfices d'un traitement et d'une impasse réussie d'un côté et les pertes dues à un traitement inutile et à une mauvaise impasse de l'autre. Les calculs (figure 2) sont réalisés sur la base d'un seuil de rentabilité de 3 q/ha et à partir des moyennes observées dans la base de données (où rappelons-le, les variétés sensibles à la septoriose sont sur-représentées).

Il apparaît qu'un traitement inutile coûte aussi cher, sinon plus cher qu'une mauvaise impasse. Le risque que l'on prend à ne pas traiter n'est pas plus grand que le coût de l'assurance que l'on prend en traitant. De la même manière les bénéfices qui résultent d'une impasse ou d'un traitement justifié ne sont pas très différents.

Quand traiter ?

La synthèse réalisée à partir de l'ensemble des données analysées conduit à formuler les recommandations suivantes :

- Traiter au T1 (avant DFE) uniquement en présence de rouille jaune sur variétés sensibles ou moyennement sensibles (note < 7)
- Traiter au T1 également en cas de développement précoce de septoriose sur des variétés sensibles ou moyennement sensibles (note < ou = 6)
- **Dans tous les autres cas ne pas traiter.**

Il en résulte que traiter précocement le blé (T1) devient l'exception, la rouille jaune n'étant, ni présente partout, ni précoce chaque année. Par ailleurs les variétés résistantes à la rouille jaune sont aujourd'hui plus nom-

breuses. De plus, les printemps secs, peu favorables au développement de la septoriose se sont succédés ces dernières années, tandis que le nombre de variétés peu sensibles a augmenté (4 parmi les 15 les plus cultivées en 2018). Ne pas traiter devient le cas le plus fréquemment rencontré et devient donc la règle. Le tableau 1 résume nos recommandations.

Sur ce tableau sont combinés pour piloter la décision d'impasse du T1, la résistance variétale et les outils d'aide à la décision utilisant des indicateurs de risque agro-climatique comme Septo-LIS ®.

Avec quoi traiter ?

En présence de rouille jaune, le traitement doit intégrer une substance active efficace, de la famille des IDM ou des Qol. Aucune solution de biocontrôle ne contrôle actuellement la rouille jaune même partiellement. Le recours à une solution conventionnelle est donc incontournable à laquelle il est toujours possible d'associer (ou non) un peu de soufre pour renforcer l'activité contre la septoriose. Lorsque le risque rouille jaune est nul, il est possible d'envisager un T1 de biocontrôle associé à une solution conventionnelle. L'option la plus sûre à ce stade reste d'associer 2400 g/ha de soufre à une dose réduite d'un IDM.

Toujours hors risque rouilles, le 100% biocontrôle au T1 est envisageable, si la pression de maladie n'est pas trop forte, en forçant un peu la dose de soufre à 4000 g/ha, si besoin. Mais l'association du soufre avec des phosphonates devrait apporter une solution 100% biocontrôle plus « passe partout » encore, lorsqu'elle sera disponible (sans doute en 2021).

Tableau 1 : Recommandations de traitement au T1 en fonction de la sensibilité variétale et de la précocité de développement de la septoriose avec un OAD

	Septoriose Tardive		Septoriose Précoce	
	Note S > ou = 6.5	Note S < 6.5	Note S > ou = 6.5	Note S < 6.5
Pas de Rouille jaune ou Note RJ > = 7	Pas de T1		Pas de T1	(T1) ou T1
Rouille jaune présente avant DFE et Note RJ < 7	T1			
	T1	T1 septoriose : 20 à 30 €		
	(T1)	T1 septoriose : 0 à 20 €		
	T1	T1 contenant IDM ou Qol		

Vigilance malgré tout !

Une analyse des données aussi complètes soient elles, ne couvrent pas tous le champ des possibles. Et même les règles les plus sûres sont confrontées parfois à des exceptions. Nos recommandations ne sont donc pas une invitation à renoncer à la visite de vos parcelles. La résistance génétique peut être contournée, parfois rapi-

dement s'agissant de rouille jaune en particulier. Par ailleurs certaines années exceptionnelles ne sont pas représentées dans notre échantillon qui porte sur 7 années seulement. Dans le sud-ouest, il peut être utile de prendre en compte la rouille brune qui, très exceptionnellement peut être présente dès le stade 2 nœuds. Une petite visite est donc indiquée pour valider la décision retenue.

L'après chlorothalonil

QUELLES CONSEQUENCES, QUELLES ALTERNATIVES ?

À la suite du non-renouvellement au niveau Européen de l'approbation du chlorothalonil, toutes les spécialités en contenant, ne pourront plus être vendues, ni distribuées à partir de février 2020. Leur utilisation reste possible jusqu'au 20 mai 2020. Le chlorothalonil va donc vivre sa dernière campagne d'utilisation. Il fait partie des molécules les plus utilisées sur céréales, au deuxième rang sur blé et au sixième rang sur orges. Un hectare de

blé sur deux, environ, reçoit une application de chlorothalonil, et un hectare sur cinq d'orges, le plus souvent associé à une autre molécule. Active sur septoriose, la molécule présente depuis plus de 40 ans, l'un des meilleurs rapports qualité/ prix du marché. Quelles seront les conséquences de ce non-renouvellement et les alternatives possibles ?

DES RISQUES SURTOUT SUR LE MOYEN ET LONG TERME !

Sur blés, paradoxalement la disparition pourrait avoir moins de conséquences à court terme que l'on pourrait le redouter. A condition, bien sûr de faire progresser les pratiques vers une plus forte intégration des leviers disponibles, notamment la génétique, les OAD et le biocontrôle.

Au moment du premier traitement (T1) : peu de conséquences sont à attendre, même si la molécule est responsable de l'essentiel de l'efficacité du traitement. En effet l'intérêt technique et économique du T1 est actuellement débattu. On estime en effet que cette intervention n'est (le plus souvent) plus rentable pour l'agriculteur. Or l'essentiel des utilisations de chlorothalonil se font précisément au T1. Dans ce contexte, la disparition du chlorothalonil en début de programme ne devrait pas avoir (ou très peu) de conséquences économiques. Une exception toutefois, lorsque la pression de septoriose est forte et précoce, le gain de rendement apporté par le T1, peut représenter jusqu'à 10 q/ha. Dans ce type de situation particulièrement à risque (mais peu fréquentes), la perte du chlorothalonil nous prive d'une solution à la fois très efficace et bon marché.

Au cours du second traitement (T2) : pas plus de conséquences à attendre. L'apport du chlorothalonil à cette période n'est ni fréquent ni déterminant. Il est variable et dépendant à la fois du positionnement de l'application (préventif / curatif), et de la molécule qui lui est associée (certaines associations se sont montrées préférables à d'autres). Il en résulte que l'usage du chlorothalonil était jusqu'à présent recommandé à ce stade mais de manière ciblée. Ailleurs en Irlande, les combinaisons triples, combinant le chlorothalonil avec des triazoles et des SDHI donnent de très bons résultats et permettent de faire face à des situations où les populations de sep-

toriose sont devenues très largement et très fortement résistantes. Le non-renouvellement de la substance prive donc les producteurs européens et français d'une solution particulièrement efficace pour faire face à des contextes extrêmes et rapidement changeants.

Sur orges, le chlorothalonil est beaucoup moins utilisé. Il est le plus souvent justifié pour contrôler la rhynchosporiose, en association avec d'autres molécules en début de montaison (T1). Comme sur blé cette intervention n'étant pas toujours rentable (50 % des interventions seulement seraient justifiées), la disparition du chlorothalonil pourrait s'avérer sans conséquence. D'autant que d'autres modes d'actions efficaces sont disponibles pour contrôler cette maladie. En réalité, les inquiétudes viennent plutôt du contrôle de la ramulariose¹, résistante ou devenue résistante à presque tous les modes d'actions disponibles. Sauf au chlorothalonil ! Les résultats d'essais obtenus en Bavière, où la pression de maladie est particulièrement sévère, montre qu'actuellement, seul le chlorothalonil reste efficace parmi les fongicides les plus utilisés. Sa perte ne peut donc que susciter des inquiétudes, d'autant qu'il n'existe pas de variétés résistantes à la maladie, ni d'ailleurs de sources de résistances connues pour en obtenir. Le contrôle de la maladie repose donc sur la mobilisation hypothétique d'autres molécules, existantes ou à venir, mais aujourd'hui non disponibles.

¹ La ramulariose (*Ramularia collo-cygni*) est une pathologie récurrente de l'orge depuis une dizaine d'années avec un signalement de plus en plus fréquent sur tout le territoire. L'épidémiologie de cette maladie est encore incomplètement connue.

Elle est responsable de pertes significatives. Les moyens de lutte sont actuellement exclusivement chimiques.

UN RISQUE DE RESISTANCE ACCRU

Sur le long terme les conséquences pourraient être beaucoup plus sérieuses, en supprimant un mode d'action actif sur toutes les souches y compris les souches résistantes aux triazoles, aux QoI comme aux SDHI, on se prive d'un outil de protection particulièrement utile et qui a démontré depuis 40 ans, sa capacité à ne pas générer de souches résistantes.

Le non-renouvellement du chlorothalonil représente aussi et surtout la disparition d'un mode d'action d'une grande durabilité face au problème des résistances. En plus de 40 ans d'utilisation, aucune souche résistante à cette molécule n'est apparue, sur aucune culture et vis-

à-vis d'aucun pathogène. C'est donc l'assurance de pouvoir lutter efficacement et durablement contre la principale maladie des blés qui disparaît.

Parallèlement, la non-utilisation du chlorothalonil risque de se traduire par une augmentation de l'utilisation des autres modes d'action, et donc par plus de pression de sélection sur les autres familles chimiques. Rappelons que nous avons montré que le chlorothalonil, utilisé au T1 et au T2 permettait de ralentir la sélection de souches de septoriose multi-drogue résistantes (MDR) et hautement résistantes aux triazoles (TriHR). Cette possibilité ne sera donc plus envisageable.

Y-A-T-IL DES ALTERNATIVES POSSIBLES ?

Elles sont de deux types : la première, la plus immédiate, consiste à remplacer le chlorothalonil par une autre molécule fongicide, tout aussi efficace contre la septoriose et disposant d'un mode d'action multisite de préférence, si possible sans augmenter le coût de la protection.

La seconde option consiste à mobiliser d'autres leviers de protection et de les combiner avec les fongicides conventionnels disponibles. L'objectif étant de limiter/supprimer le recours au premier traitement en adaptant la protection au contexte : utilisation de variétés résistantes et d'outil d'aide à la décision, et si besoin utilisation de produits alternatifs de biocontrôle.

Première option : autres multisites

Le folpel, est sans aucun doute la molécule qui présente le plus de points communs (spectre d'action, mode d'action multisite) avec le chlorothalonil pour prétendre lui succéder. La molécule est commercialisée récemment sous le nom de Sesto avec une homologation sur la septoriose du blé. Les premières utilisations interviendraient au printemps 2020. Par ailleurs, le folpel contrôle partiellement la ramulariose. Une autorisation sur orges permettrait d'enrichir le nombre de solutions disponibles mais cette molécule ne sera homologuée sur cette culture pas avant 2021 voire 2022. Mentionnons que les doses de folpel (en g/ha) sont largement supérieures à celles nécessaires pour obtenir le même résultat technique avec du chlorothalonil. Sur le plan de la gestion des risques de résistance, des travaux sont en cours dans le cadre du Réseau Performance. Les premiers résultats indiquent que si les souches MDR semblent aussi bien contrôlées qu'après utilisation de chlorothalonil, en revanche les souches de type Tri HR le sont beaucoup moins.

Le mancozèbe est une autre option. Il s'agit aussi d'un multisite, qui plus est disponible et déjà autorisé sur

céréales. Mais son efficacité (par comparaison au folpel, et au chlorothalonil) semble a priori insuffisante pour justifier de (re)développer son utilisation sur céréales. A cela s'ajoute le risque de voir la molécule reclassée CMR (réexamen en cours).

Reste le soufre parmi les multisites, classé dans la liste des produits de biocontrôle et bénéficiant de CEPP (Certificat d'Economie de Produits Phytosanitaires). Mais son efficacité ne peut pas, non plus, rivaliser avec celle du chlorothalonil. Toutefois utilisé, associé avec un triazole par exemple ou avec une autre molécule de biocontrôle comme les phosphonates, il s'est montré suffisamment efficace pour espérer prendre une place significative au moment des T1. En outre son utilisation, seul ou associé à des phosphonates évite de multiplier le recours aux triazoles ou au SDHI, et participe en ce sens à la prévention des résistances. Sur le plan de la gestion des risques de résistance, des travaux sont en cours dans le cadre du Réseau Performance. Les résultats indiquent que si les souches MDR semblent moins bien contrôlées qu'après utilisation de chlorothalonil, en revanche les souches de type Tri HR (non MDR) le sont tout aussi bien. Sur orge, l'intérêt du soufre n'a pas été démontré.

Seconde option : traiter moins...

C'est sans doute la meilleure réponse à apporter... Diminuer le besoin de protection en ayant recours à des variétés résistantes, ou en pilotant la protection grâce à un OAD, peut permettre de moins traiter et en particulier de supprimer le T1. Et supprimer le T1, enlève du même coup, la question du remplacement du chlorothalonil !

En diminuant le nombre de traitement, la pression de sélection diminue parallèlement, et devrait permettre (au moins aussi bien que pourrait le faire une application de chlorothalonil) de réduire la pression de sélection et la progression de la résistance.

CONCLUSION

Le chlorothalonil n'est pas irremplaçable, même si aucune solution alternative ne lui est véritablement équivalente. Aucune catastrophe n'est à redouter sur le cours terme. Les blés continueront à être bien protégés. Mais pour atténuer les effets de sa disparition, les programmes devront être adaptés en modulant les doses

ou en mobilisation d'autres modes d'action : multisites ou de biocontrôle (au fur et à mesure de leur disponibilité), ou plus simplement en mobilisant d'autres leviers de protection pour supprimer le T1, et donc les utilisations de chlorothalonil qui lui sont aujourd'hui associées.

Produits phytosanitaires utilisés en expérimentation

Tableau 1 : Produits fongicides céréales utilisés en expérimentation en 2019

Spécialités commerciales	Firmes	Matières actives Concentration g/l	Dose AMM (l/ha)	Prix indicatif en €/l	Formulation	CLP	
						Pictogrammes de danger	Mentions de danger
AMISTAR	Syngenta Agro	azoxystrobine 250 g/l	1	23	SC	SGH09	H410
AMPERA	Nufarm 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	30	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H373, H411
ATTENTO	Arysta Life Science	tétraconazole 125 g/l	1	22	ME	SGH09	H411
BALMORA	Phyteurop	tébuconazole 250 g/l	1	16	EW	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H302, H318, H332, H335, H361d, H410
BRAVO	Syngenta Agro	chlorothalonil 500 g/l	1.5	9	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H332, 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
ELATUS ERA	Syngenta Agro	benzovindiflupyr 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	1	66	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H319, H355, H361d, H410
ELATUS PLUS	Syngenta Agro	benzovindiflupyr 100 g/l	0.75	49	EC	SGH05, SGH07, SGH09	H302, H317, H318, H332, H410
FAETON SC	Phyteurop	Soufre micronisé 800g/l	10	4.3	SC	Non Classé	Non Classé
FANDANGO S	Bayer CropScience	fluoxastrobine 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	2 blé 1.75 orge	35	EC	SGH08, SGH09	H351, H361d, H410
HELIOUSOUFRE S	Action Pin	Soufre micronisé 700 g/l	6	4.9	SC	SGH05	H318
INPUT	Bayer CropScience	prothioconazole 160 g/l + spiroxamine 300 g/l	1.25	55	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H315, H319, H332, H361d, H410
JOAO	Bayer CropScience	prothioconazole 250 g/l	0.8	75	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H410
JUBILE	BASF Agro	soufre micronisé 80%	10 kg/ha	2	WG	Non Classé	Non Classé
JUVENTUS	BASF Agro	metconazole 90 g/l	1	30	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H373, H411
KANTIK	Adama	tébuconazole 100 g/l + prochloraze 200 g/l + fenpropidine 150 g/l	1.6 l septoriose 1.3 l orges	23	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H315, H317, H318, H332, H361d, H373, H410
KARDIX	Bayer CropScience	prothioconazole 130 g/l + bixafen 65 g/l + fluopyram 65 g/l	1.5 l blé 1.2 l orges	50	EC	SGH05, SGH07, SGH08, SGH09	H302, H317, H318, H335, H361d, H410
LE 846	De Sangosse	21.8% d'esther méthylique d'acide gras	3	11	EO	SGH09	H411
LIBRAX	BASF Agro	metconazole 45 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	2	46	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H304, H317, H319, H351, H361d, H400, H410
MADISON	Bayer CropScience	prothioconazole 175 g/l + trifloxystrobine 88 g/l	1.14 blé 1 orge	62	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H317, H361d, H410
MELTOP ONE	Syngenta Agro	fenpropidine 750 g/l	1	40	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H319, H332, H335, H373, H410
Microthiol SP Liquide	UPL	soufre 825g/l	9.7	2.5	SC	SGH07	H317, H319
MIRAGE MAXX	Adama	450 g/l prochloraze	1	15	EC	SGH07, SGH09	H317, H410
PRIAXOR EC	BASF Agro	fluxapyroxad 75 g/l + pyraclostrobine 150 g/l	1.5	53	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H332, H351, H400, H410
PROSARO	Bayer CropScience	prothioconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	1	48	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H315, H319, H335, H361d, H410
RELMER PRO	BASF Agro	metconazole 90 g/l	1	30	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H373, H411
REVYSTAR XL	BASF Agro	mefentrifluconazole 100 g/l + fluxapyroxad 50 g/l	1.5	65	EC	SGH07, SGH09	H315, H317, H319, H332, H335, H400, H411
SESTO	Adama	Folpel 500g/l	1	10	SC		
SOLEIL	Philagro	bromuconazole 167 g/l + tébuconazole 107 g/l	1.2	25	EC	SGH05, SGH08, SGH09	H304, H318, H336, H361d, H400, H410
SUNORG PRO	BASF Agro	metconazole 90 g/l	1	30	EC	SGH07, SGH08, SGH09	H319, H361d, H373, H411
TAZER 250 SC	Nufarm SAS	Azoxystrobine 250 g/l	1	23	SC	SGH09	H410
Thiovit Jet Micro-billes	Syngenta Agro	soufre 800 g/kg	10 kg	2.5	WG	Non classé	Non classé
TWIST 500 SC	Bayer CropScience	trifloxystrobine 500 g/l	0.5	86	SC	SGH09	H410
UNIX MAX	Syngenta Agro	cyprodinil 300 g/l	2.5 blé 1.5 orge	18	EC	SGH07, SGH09	H317, H410
ZAKEO XTRA	Adama	azoxystrobine 200 g/l + cyproconazole 80 g/l	1	40	SC	SGH07, SGH08, SGH09	H302, H332, H360d, H410

Tableau 2 : Les Projets en expérimentation en 2019

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	Corteva	fenpicoxamid 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	2
GF-3308	Corteva	fenpicoxamid 50 g/l	2
APN03	Syngenta Agro SAS	pydiflumetofen 62.5 g/l	2.65 à 3.2
APN04	Syngenta Agro SAS	pydiflumetofen 62.5 g/l + prothioconazole 75 g/l	2.65
PHF1701	Philagro	Bromuconazole 300 g/l	1
PHF1902 Pavecto	Philagro Sumitomo	Métyltétraprole	2.5
SCORE	Syngenta Agro	difénoconazole 250 g/l	0.5

Tableau 3 : Les Spécialités fongicides équivalentes sur céréales

Spécialités commerciales	Matières actives Concentration g/l	Spécialités fongicides commerciales équivalentes
AMISTAR	azoxystrobine 250 g/l	AZERTY ONE, GLOBAZTAR AZT250 SC, ZAFTRA AZT250 SC, ZAKEO MAX, HAMBRA, CERAZ
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
BALMORA	tébuconazole 250 g/l	ABNAKIS, BALTAZAR, FLOICURE EW 250, HORIZON EW, MYSTIC EW, TABULON
BRAVO	chlorothalonil 500 g/l	BANKO 500, CHLOROSTAR, CLORIL, DOJO, DORIMAT, FONGIL FL, FUNGISTOP FL
COMET 200	pyraclostrobine 200 g/l	LYBRO, SOLARAM 200
ELATUS ERA	benzovindiflupyr 75 g/l + prothioconazole 150 g/l	AVOLO ERA, CERATAVO ERA, VELOGY ERA
ELATUS PLUS	benzovindiflupyr 100 g/l	VELOGY PLUS
FAETON SC	Soufre micronisé 800g/l	ACTIOL
FANDANGO S	fluoxastrobine 50 g/l + prothioconazole 100 g/l	EPHEBE, FOSTER
HELIOUSOUFFRE S	soufre 700 g/l	BIOUSOUFFRE, HELIOTERPEN SOUFFRE, S 700, VERTISOUFFRE
INPUT	prothioconazole 160 g/l + spiroxamine 300 g/l	THESORUS
JOAO	prothioconazole 250 g/l	CURBATUR, PROLINE EC, VOCAL
JUBILE	soufre micronise 80%	/
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
LE 846	21.8% d'esther méthylique d'acide gras	OLIOFIX
LIBRAX	metconazole 45 g/l + fluxapyroxad 62.5 g/l	KLASSIX, RIVEXO, TEXAS
MADISON	prothioconazole 175 g/l + trifloxystrobine 88 g/l	ETIAGE, KAPULCO
MELTOP ONE	fenpropidine 750 g/l	UMBRET, GARDIAN
Microthiol SP Liquide	soufre 825g/l	SULTOX FLUIDE LD, MICROSOFRAL SC, PENNTHIOL LIQUIDE, CITROTHIOL LIQUIDE
MIRAGE MAXX	450 g/l prochloraze	MIRAGE SEPT, MIRAGE UP, APLOMB MAXX, SHOGUN MAXX
PRIAXOR EC	fluxapyroxad 75 g/l + pyraclostrobine 150 g/l	SENEC, OXAR
PROSARO	prothioconazole 125 g/l + tébuconazole 125 g/l	PIANO
RELMER PRO	metconazole 90 g/l	CARAMBA STAR, CINCH PRO, JUVENTUS, STAFFOR, SUNORG PRO, ZEPRIA
REVYSTAR XL	mefentrifluconazole 100 g/l + fluxapyroxad 50 g/l	LENYOR, MYRESA, AMPLITUDE, SULKY
SCORE	difénoconazole 250 g/l	BOGARD, SCORENET, MAVITA 250 EC
SESTO	Folpel 500g/l	
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
TAZER 250 SC	Azoxystrobine 250 g/l	AZIMUT
Thiovit Jet Micro-billes	Soufre 800 g/kg	MICROTHIOL SPECIAL DG, OIDIASE 80, THIOVIT PRO, KOLTHIOR
TWIST 500 SC	trifloxystrobine 500 g/l	/
UNIX MAX	cyprodinil 300 g/l	KAYAK, QUALY
YETI	cyproconazole 80 g/l + prochloraze 300 g/l	EPICURE
ZAKEO XTRA	azoxystrobine 200 g/l + cyproconazole 80 g/l	AMISTAR XTRA, AZERTY XTRA, PRIORI XTRA

Septoriose

Tableau 1 : Gestion du risque septoriose : activer tous les leviers agronomiques

Incidence des techniques culturales	Choix variétal		- Intérêt bien réel des résistances variétales - Efficacité partielle et résistance sujette à contournement
	Date de semis		Moins de septoriose sur les semis tardifs qui échappent aux premières contaminations
	Travail du sol enfouissement / broyage des résidus		La présence de résidus de paille participe à l'initiation de la maladie
	Rotation		Les blés sur blés combinés à une absence de labour favorisent la maladie
	Densité de semis		Les densités élevées sont associées à une plus forte pression de maladie
	Fertilisation azotée		La diminution des doses d'azote permet de diminuer la protection fongicide, attention toutefois aux pertes de rendements

Figure 1 : Echelle de résistance à la septoriose blé tendre

Références			Les plus résistants			Nouveautés et variétés récentes			
Résistant			RGT CESARIO IZALCO CS	LG ABSALON LG ARMSTRONG CHEVIGNON	CUBITUS LUMINON KWS EXTASE AMBOISE	SOLIVE CS	SY ADORATION		
Assez résistant			SYLLON SANREMO PIBRAC	KWS DAKOTANA PASTORAL FRUCTIDOR SOPHIE CS	MACARON CAMPESINO HYXPERIA APOSTEL	GEDSER SY PASSION FANTOMAS	KWS TONNERRE	TARASCON	
Moyennement résistant			ORLOGE TRIOMPH REBELDE	MUTIC COMPLICE HYPODROM HYKING RGT SACRAMENTO	MORTIMER (BOLOGNA) ASCOTT CREEK NEMO	FORCALI FILON ASCOTT CREEK	ANDROMEDE CS RGT CONEKTO AXUM OBIWAN PILIER	ALBATOR SOLINDO CS CONCRET SU ASTRAGON	JOHNSON SORBET CS MONITOR PROVIDENCE OLBIA SOLIFLOR CS
Assez sensible			SEPIA RUBISKO	UNIK RGT LIBRAVO ADVISOR	LG AURIGA RGT DISTINGO	RGT LEXIO			
Sensible			OREGRAIN	BERGAMO CELLULE	RGT VOLUPTO				
			Les plus sensibles						

() : à confirmer

Source : essais pluriannuels de post-inscription (ARVALIS et partenaires) et d'inscription (CTPS/GEVES)

Depuis quelques années, quelques variétés comme Chevignon ou LG Absalon se démarquent par leur très bon niveau de résistance à la septoriose. Mais même si les contournements de résistance à la septoriose sont en règle générale plus progressifs que pour les rouilles, on observe fréquemment une érosion du niveau de

résistance des variétés les plus cultivées, comme Rubisko ou Cellule. Déjà pressenties en 2017 et confirmées en 2018, Mutic, Filon, Unik, bien que récemment inscrites, ont montré une détérioration rapide de leur niveau de résistance.

Figure 2 : Echelle de résistance à la septoriose blé dur
Classement des variétés par rapport à la tolérance à la septoriose
Synthèse pluriannuelle nationale (2010-2019)

Références				Variétés peu sensibles		Variétés récentes	
Variétés peu sensibles				9			
				8.5			
				8			
				7.5			
	ANVERGUR	NOBILIS	DAKTER	7	RGT AVENTADUR		
Variétés moyennement sensibles	BABYLONE	KARUR	RGT FABIONUR	6.5	RGT VOILUR	RGT ENCABLUR	
			DAURUR				
	MIRADOUX	RELIEF	SY BANCO	6	DUROFINUS		
		HARISTIDE	SURMESUR				
			ATOUDUR	5.5	TOSCADOU		
	SCULPTUR	PESCADOU		5	LG BORIS		
Variétés sensibles				4.5	HERAKLION		
	CASTELDOUX		CLAUDIO	4			
				3.5			
	SANTUR			3			
				2.5			
				2			
				1.5			
				1			
Variétés sensibles							

Source : essais pluriannuels ARVALIS et CTPS /GEVES (2010-2019)

« RESEAU PERFORMANCE » : LA RESISTANCE MDR PROGRESSE ENCORE !

Le Réseau Performance a collecté cette année 271 échantillons, prélevés en fin de saison sur les parcelles traitées et non traitées. Ces échantillons ont permis d'étudier des populations provenant de 13 régions représentant 28 départements céréaliers français. Près de 70% des échantillons ont été exploités (187 en France +

2 en Belgique). Les 30% restant ne présentaient pas ou pas assez de symptômes ou se sont avérés trop sales, contaminés à l'isolement en particulier par des bactéries, pour être exploités. En 2019, certains lots ont pu souffrir de la sécheresse survenue en juin.

 **Tableau 2 : Les 27 Partenaires du "Réseau Performance" en 2019**

ADAMA	CA 02	CA IDF	CRA W	NORD NEGOCE	SETAB de Bapaume	UCATA
AGORA	CA 52 APVA	CERESIA	DE SANGOSSE	NORIAP	STAPHYT	UNEAL
BASF	CA 59-62	CETA HAM	EMC2	PHILAGRO	SYNGENTA	VIVESCIA
BAYER	CA 80	CORTEVA	EURALIS	PHYTEUROP	TERNOVEO	

LE POINT SUR LES RESISTANCES

Rappel : Extrait de la note commune INRA, ANSES, ARVALIS-Institut du végétal - janvier 2018

Résistance aux IDM

La fréquence globale moyenne des souches de type **TriHR¹** et **MDR²** atteint respectivement 50% et 14% en 2018. Tandis que 90% des échantillons contiennent au moins une souche TriMR évoluée et 61%, au moins une souche MDR (contre respectivement 92% et 65% en 2017).

Les travaux en cours montrent de plus en plus clairement que les combinaisons de mutations affectant la cible des IDM peuvent différer en fréquence d'un site à l'autre et affecter différemment l'efficacité des triazoles. Si en 2017, on observait pour certains triazoles comme l'époxiconazole ou le tébuconazole des efficacités variables d'un lieu d'essai à l'autre, le contraste entre le Nord et le Sud est moins frappant en 2018. Le difénoconazole (125 g/ha), par exemple, se distingue par sa bonne efficacité dans le Nord cette dernière campagne. Ces observations semblent confirmer l'hétérogénéité spatiale de la structure des populations résistantes, à une échelle inter-régionale.

Corrélativement à la progression des souches les plus résistantes, les souches de *Z. tritici* moyennement résistantes (TriMR) aux triazoles (principale classe d'**IDM³**) régressent, mais restent présentes dans toutes les régions françaises. Pour mémoire, ces souches sont pour une part, entièrement sensibles au prochloraze en particulier dans les régions de la façade atlantique.

Comme les années précédentes, dans les parcelles présentant des fréquences élevées de souches TriHR et/ou de MDR, l'efficacité de tous les triazoles est affectée.

Résistance aux SDHI

En France, la résistance a été détectée pour la première fois en 2012 grâce à un isolat du nord de la France portant le changement C-T79N, mutation associée à des facteurs de résistance faibles à moyens. La résistance aux SDHI, sur la base d'une dose discriminante de boscalide ou de bixafène, a depuis été détectée tous les ans depuis 2015. En 2018, 5% des populations analysées sont concernées par la présence de souches résistantes, mais à de faibles fréquences pour chacune d'entre elles. La mutation C-H152R (mutation associée aux facteurs de résistance les plus élevés), a été identifiée en 2018, dans l'ouest de la France. D'autres mutations associées à des facteurs de résistance plus faibles (B-N225I, C-T79N, D-D129G) sont également détectées en 2018. Des souches associant plusieurs mécanismes de résistance (mutation du gène codant pour la cible et efflux accru (MDR)), sont également détectées mais beaucoup plus rarement.

En France, il n'y a toujours pas lieu de craindre pour l'efficacité des SDHI en pratique pour 2019. Cependant, compte tenu de la progression rapide de cette résistance dans d'autres pays européens, notamment en Irlande et en Angleterre, il est préférable de limiter la pression de sélection vis-à-vis de ce mode d'action à un niveau aussi faible que possible, en particulier en limitant l'utilisation des SDHI à une seule application par saison.

¹ TriHR = TriMR évoluées, i.e. très résistantes à au moins un triazole. Voir description : Garnault, M., et al. (2019). "Spatiotemporal dynamics of fungicide resistance contrast quantitatively in the pathogenic fungus *Zymoseptoria tritici*." In press Pest Management Science. Doi:10.1002/ps.5360

² MDR = Multi Drug Resistant. Voir description : 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, Doi:10.1002/ps.2028.

³ IDM : Inhibiteur de DéMéthylation

En 2019 : Près d'une souche sur quatre est de phénotype MDR

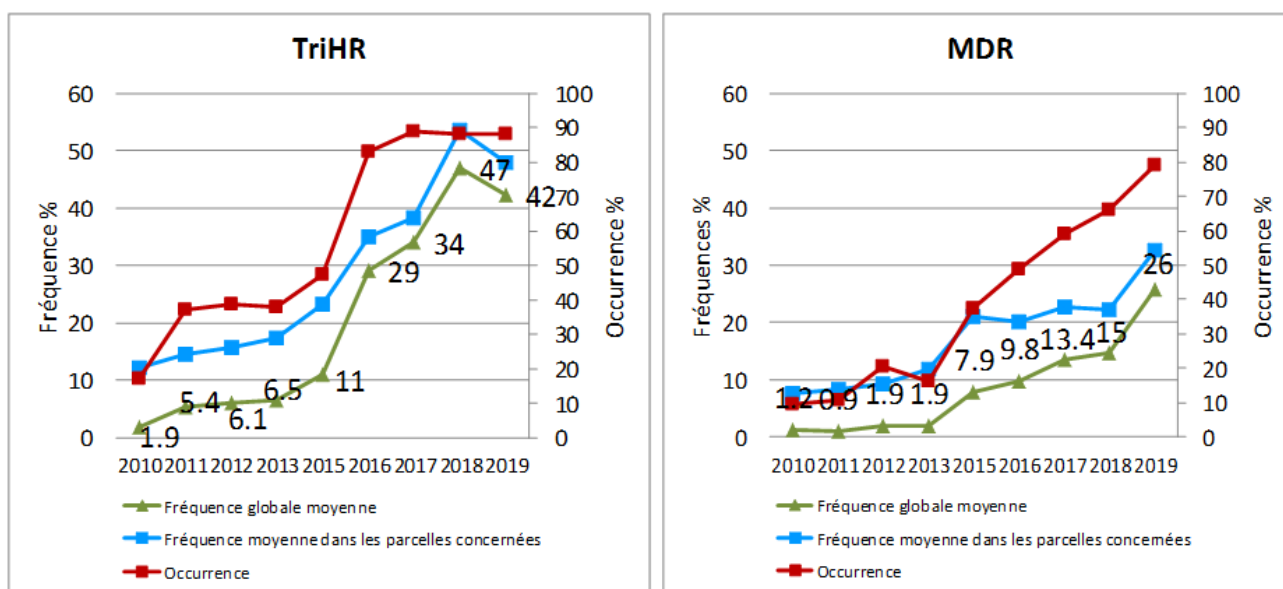
Cette année, malgré la faible pression parasitaire, on observe une forte progression des souches MDR. Sur la base des analyses du seul réseau Performance, les souches MDR³ représentent désormais 26% de la population contre 15% l'année dernière. Les souches dites TriHR (anciennement « TriMR évoluées ») quant à elles représentent 42% de la population, contre 47% en 2017 et 34% en 2017 (Figure 3). 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 QoI 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 3 : Evolution des phénotypes les plus résistants (TriHR + MDR) de *Z. tritici* dans les échantillons du Réseau Performance depuis 2010



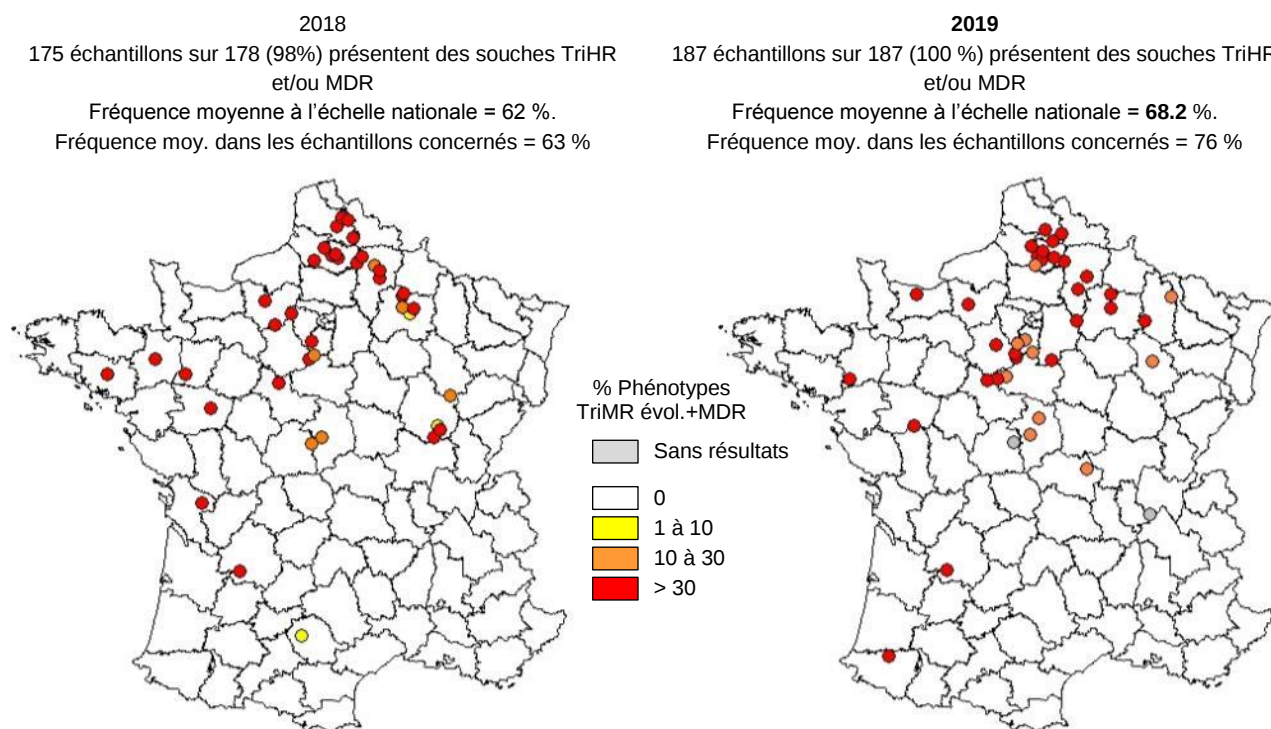
La fréquence globale moyenne (en vert) des souches TriHR et MDR progresse peu. Leur total passant de 62 % à 68 % entre 2018 et 2019. Ce sont surtout les souches MDR qui progressent significativement pour atteindre 26%. Au total, près de 80 % des échantillons collectés contiennent des souches MDR et sont 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. La substitution C-H152R, induisant une résistance forte aux pyrazoles initialement détectée en Irlande et Grande Bretagne, a été isolée pour la première fois en France lors de la campagne 2018 en Bretagne et Normandie. En 2019, la proportion de populations présentant des souches résistantes aux SDHI a augmenté. La fréquence moyenne des souches résistantes atteint 13.4% en 2019 avec potentiellement une grande diversité de mutations. Sur

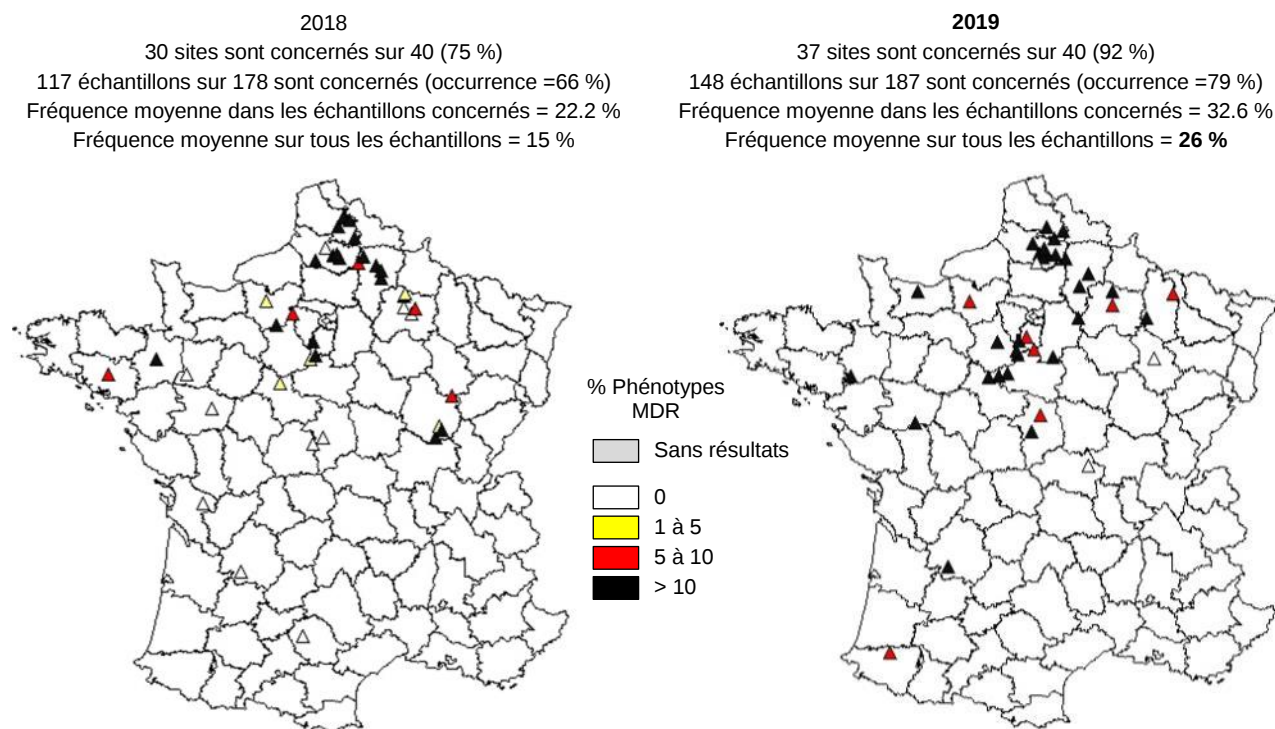
l'ensemble du monitoring, 68 populations, soit 36% des populations analysées contre 8% en 2018 (Figure 6), présentent des filaments longs aux doses discriminantes de SDHI (boscalid et bixafen) (analyses de l'INRA BIOGER). Un travail complémentaire est en cours pour isoler ces phénotypes résistants, puis les « génotyper » et confirmer quelle est la résistance spécifique impliquée. 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 rappeler l'incidence des SDHI sur la sélection de souches de type MDR et également d'anticiper le risque de résistance multiple CarR + MDR.

Figure 4 : Distribution des phénotypes TriHR + MDR de *Z. tritici* sur le Réseau Performance en 2018 et 2019



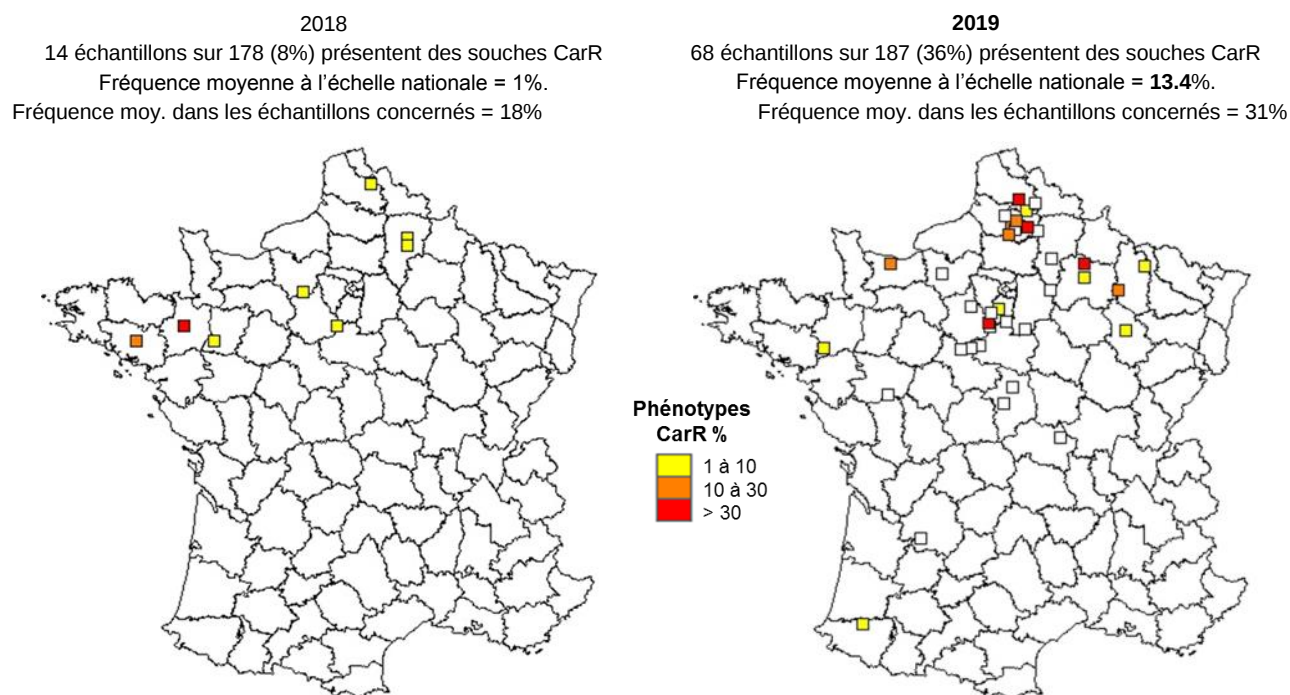
Toutes les populations de septoriose échantillonnées, contiennent des souches TriHR et/ou MDR.

Figure 5 : Distribution des souches MDR (MultiDrug résistantes) de *Z. tritici* sur le Réseau Performance en 2018 et 2019



Les souches MDR sont présentes dans près de huit échantillons sur dix en 2019

Figure 6 : Distribution des souches résistantes aux SDHI (CarR) de *Z. tritici* sur le Réseau Performance en 2018 et 2019



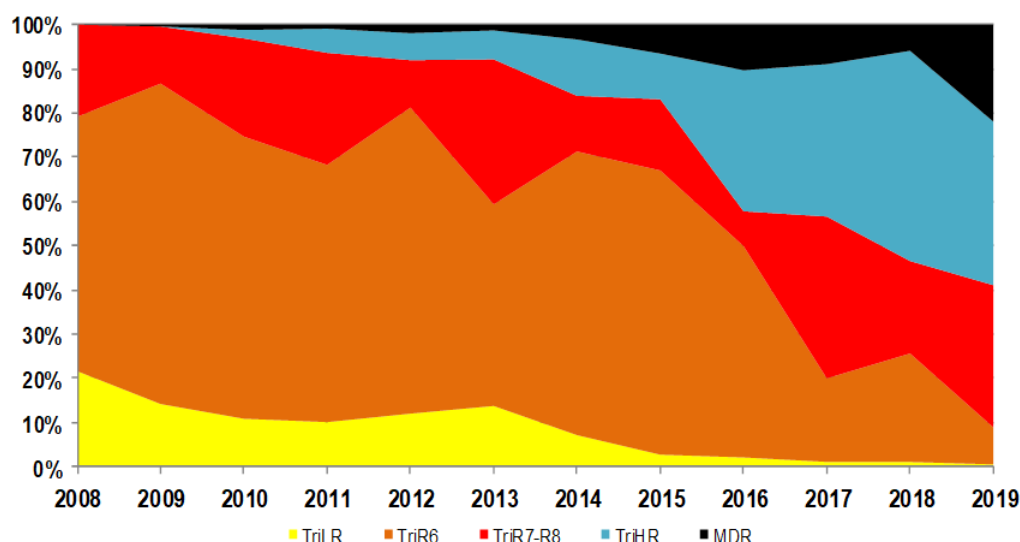
En 2019, la proportion de populations présentant des souches résistantes aux SDHI a augmenté fortement

Tableau 3 : Structure type de la population de *Z. tritici* sur le "Réseau Performance" en 2017, 2018 et 2019 (tous échantillons)

				2017 (%)	2018 (%)	2019 (%)
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	1.0	0.6	0.3
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	51.4	35.0	31.8
	Phénotypes TriHR anciennement « 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 6 mutations combinées)	34.2	48.3	42.2
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	13.4	15.0	26
CarR (faiblement à fortement résistant)	Phénotypes CarR détectés pour la première fois en 2012	Pas d'impact en pratique pour le moment	Résistance croisée à tous les SDHI et niveaux de résistance faibles à fort selon les mutations. Mutations B-N225I, C-T79N, D-D129G associées à des facteurs de résistance faible à moyen selon SDHI. Mutation C-H152R est associée à des facteurs élevés a été identifiée en 2018 dans l'Ouest de la France.	0.1	1	13

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

Figure 7 : Evolution des populations de *Z. tritici* entre 2008 et 2019 sur les témoins non traités en fin de saison



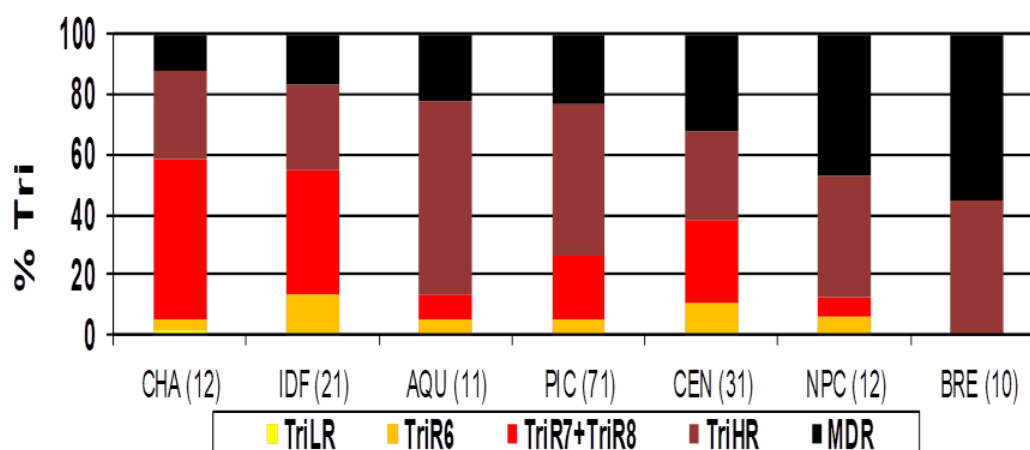
La progression des souches MDR (en noire) est forte en 2019. Elles représentent 22% des souches prélevées dans les témoins non traités en fin de saison.

Au plan de la structure générale de la population (Tableau 3 et Figure 7), les souches les plus sensibles (TriLR), déjà marginales en 2018, ont quasiment disparu en 2019. Les souches TriMR régressent au profit des MDR (26%) et des TriHR qui restent dominantes (42%). 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 Bretagne, Nord (Figure 8). Cette pro-

portion atteint 55% en Bretagne, 47% dans le Nord-Pas-de-Calais, et près de 32% dans le Centre.

Les souches MDR en progression cette année présentant des facteurs de résistance faibles pour les SDHI nous semblent a priori les plus redoutables. En effet, elles constituent un terrain favorable de recombinaison avec des souches présentant des résistances spécifiques émergentes CarR (résistance aux SDHI), et de ce fait représenteraient un risque d'accélération de la résistance en pratique, quel que soit le mode d'action considéré.

Figure 8 : Répartition des populations de *Z. tritici* en fonction des régions - 187 populations 2019



Les régions Bretagne, Nord-Pas de Calais et Centre présentent le plus fort pourcentage de souches MDR

RESULTATS AU CHAMP DU RESEAU PERFORMANCE 2019

Un total de 42 essais a été mis en place en 2019 par les 27 partenaires du réseau, répartis sur différentes zones céréalières. Les essais sont systématiquement accompagnés par des analyses de résistance. Comme en 2018, le Réseau Performance offre le choix pour le tronc commun entre trois spécialités à base de SDHI + tria-

zole (Kardix, Elatus Era, Librax). Les résultats sont donc présentés de manière générique. Les résultats qui suivent portent sur 41 essais récoltés 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 2019 – double application : Z 32 (2 Nœuds) puis Z 39-45 (DFE-Gonflement)

Module Kardix, base prothioconazole

	T1 à Z32	T2 de Z39 à Z45	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	IDM + C : Juventus 0.5 l/ha + chloro 250 g/ha	IDM+SDHIs + C : Kardix 0.8 l/ha + chloro 500 g/ha	66	2.0
3	IDM + SO : Juventus 0.5 l/ha + soufre 1200 g/ha	IDM+SDHIs + SO : Kardix 0.8 l/ha + soufre 2400 g/ha	72	1.5
4	IDM + SO : Juventus 0.5 l/ha + soufre 2400 g/ha	IDM+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha	70	1.4
5	SO : soufre 3500 g/ha	IDM+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha	59	1.0
6	impasse	IDM+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha	41	0.6
7	PH + SO : phosphonate 1460 g/ha + soufre 2400 g/ha	IDM+SDHIs : Kardix 0.9 l/ha		1.5
8	IDM + FP : Juventus 0.5 l/ha + Sesto 0.75 l/ha	IDM+SDHIs + FP : Kardix 0.8 l/ha + Sesto 1.5 l/ha	84	2.5

Module Elatus Era, base prothioconazole

	T1 à Z32	T2 de Z39 à Z45	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité	-	
2	IDM + C : Juventus 0.5 l/ha + chloro 250 g/ha	IDM+SDHI + C : Elatus Era 0.7 l/ha + chloro 500 g/ha	75	2.2
3	IDM + SO : Juventus 0.5 l/ha + soufre 1200 g/ha	IDM+SDHI + SO : Elatus Era 0.7 l/ha + soufre 2400 g/ha	73	1.7
4	IDM + SO : Juventus 0.5 l/ha + soufre 2400 g/ha	IDM+SDHI : Elatus Era 0.8 l/ha	75	1.6
5	SO : soufre 3500 g/ha	IDM+SDHI : Elatus Era 0.8 l/ha	62	1.2
6	impasse	IDM+SDHI : Elatus Era 0.8 l/ha	51	0.8
7	PH + SO : phosphonate 1460 g/ha + soufre 2400 g/ha	IDM+SDHI : Elatus Era 0.8 l/ha		1.7
8	IDM + FP : Juventus 0.5 l/ha + Sesto 0.75 l/ha	IDM+SDHI + FP : Elatus Era 0.7 l/ha + Sesto 1.5 l/ha	88	2.7

Module Librax, base metconazole

	T1 à Z32	T2 de Z39 à Z45	€/ha	IFT
1	Témoin non traité	Témoin non traité		
2	IDM + C : Curbatur 0.3 l/ha + chloro 250 g/ha	IDM+SDHI + C : Librax 0.9 l/ha + chloro 500 g/ha	81	1.8
3	IDM + SO : Curbatur 0.3 l/ha + soufre 1200 g/ha	IDM+SDHI + SO : Librax 0.9 l/ha + soufre 2400 g/ha	86	1.3
4	IDM + SO : Curbatur 0.3 l/ha + soufre 2400 g/ha	IDM+SDHI : Librax 1 l/ha	85	1.2
5	SO : soufre 3500 g/ha	IDM+SDHI : Librax 1 l/ha	69	0.9
6	impasse	IDM+SDHI : Librax 1 l/ha	50	0.5
7	PH + SO : phosphonate 1460 g/ha + soufre 2400 g/ha	IDM+SDHI : Librax 1 l/ha		
8	IDM + FP : Curbatur 0.3 l/ha + Sesto 0.75 l/ha	IDM+SDHI + FP : Librax 1 l/ha + Sesto 1.5 l/ha	90	2.4

IDM signifie : prothioconazole ou metconazole ; C : chlorothalonil ; SDHI : benzovindiflupyr, fluopyram+bixafen, ou fluxapyroxad ; SO : soufre ; FP : folpel ; PH : phosphonate

Le Réseau Performance offre une certaine liberté dans le choix du module testé. Les résultats présentés ici correspondent au tronc commun (modalité 1 à 6 et à certaines 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 2019, un total de 32 essais avec mesure des rende-

ments sur toutes les modalités du tronc commun a pu être exploité car le rendement du témoin est statistiquement différent de celui des modalités traitées. Les essais significatifs entre les modalités sont en nombre plus limité (8 sur 32), soit 25%. 22 essais ont permis une mesure des rendements, des efficacités ainsi qu'une analyse de résistance des populations de septoriose.

Le poids du T1 est faible dans le contexte de pression tardive en 2019

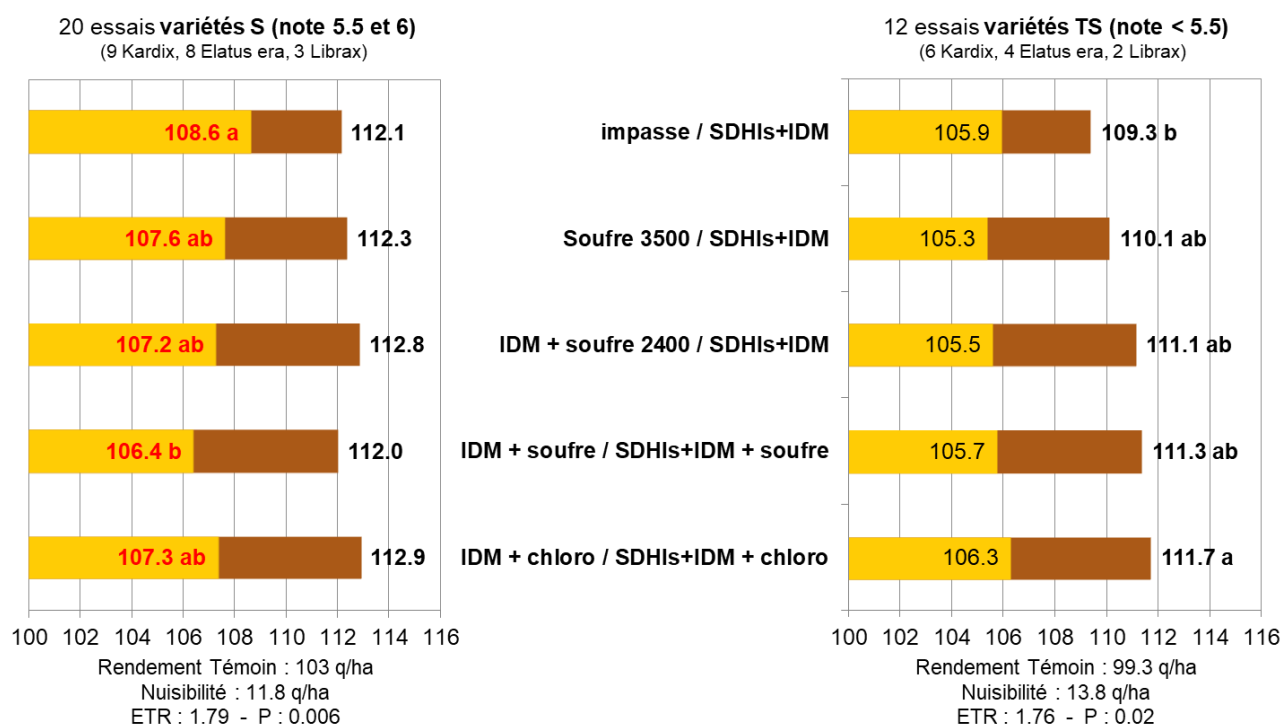
Toutes variétés confondues, le "poids" du T1 est faible avec en moyenne un gain de 1.1 q/ha. Il n'est supérieur ou égal à 3 q/ha que dans 9 essais sur 32 soit 28% des situations.

Si on compare ces résultats en fonction de la sensibilité variétale à la septoriose (figure 9) on arrive à la même conclusion. Une impasse est possible même pour une variété très sensible (note ≤ 5) lorsque les conditions sont peu favorables aux maladies comme en 2019. La

protection par un T1 n'est pas absolument nécessaire, mais reste une option possible, qui produit un peu plus en tendance (+1.8 q/ha), mais ne fait pas gagner d'avantage (hors coût de passage). Si on tient compte du coût de passage mieux vaut finalement faire l'impasse, dans le contexte de cette année. Sur les variétés sensibles, en tendance mieux vaut également faire une impasse (hors coût de passage). Il est fort probable que si on intègre les coûts de passage, l'impasse soit significativement différente de toutes les modalités avec T1.

Figure 9 : Rendements des modalités du Réseau Performance en fonction de la sensibilité variétale –

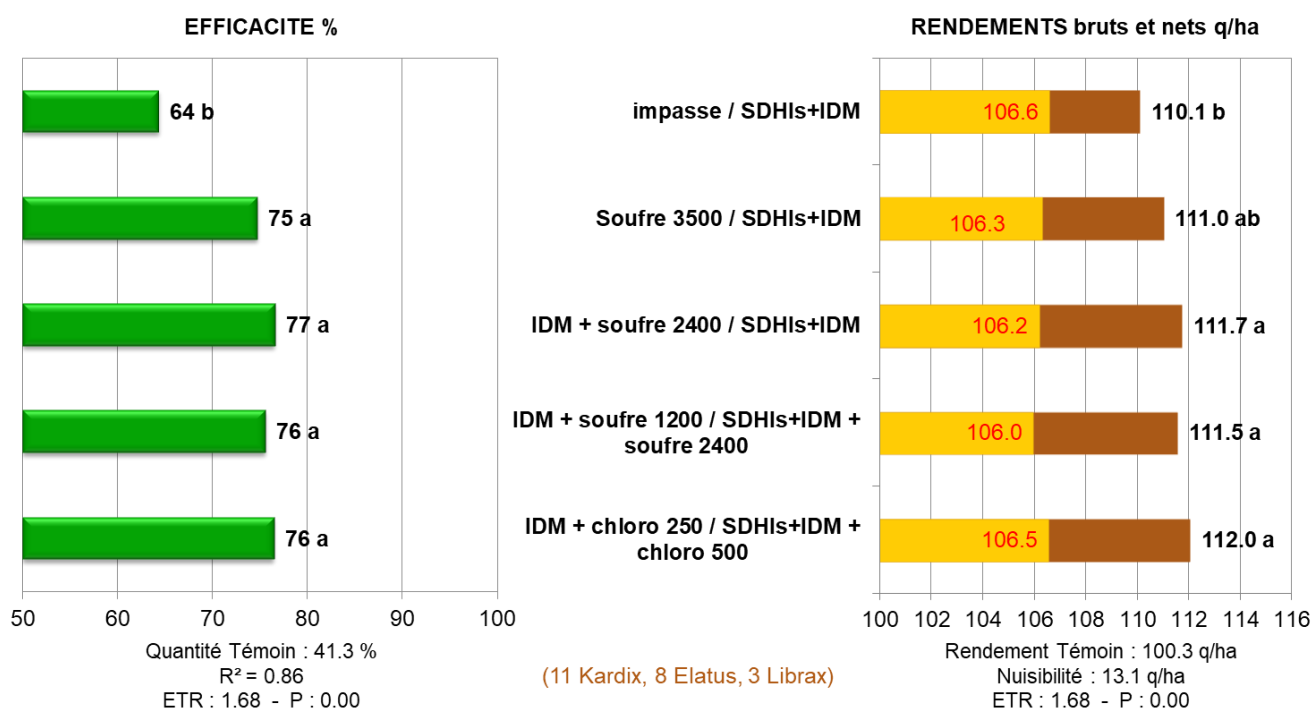
32 essais 2019 : 20 essais sur variétés sensibles (note 5.5 et 6), Phénotypes TriHR + MDR : 54% (TriHR : 43% - MDR : 11%) – 12 essais sur variétés très sensibles (note < 5.5), Phénotypes TriHR + MDR : 55% (TriHR : 35% - MDR : 20%) - Prix du blé 15 €/q, hors coût de passage



Dans les conditions de 2019 avec une septoriose tardive, le meilleur résultat économique est obtenu avec une impasse de T1 à 2 nœuds même pour une variété très sensible.

Figure 10 : Efficacités sur septoriose et rendements des modalités du Réseau Performance –

Prix du blé 15 €/q - 22 essais 2019 - délai moyen T1/T2 : 23 j. - Date moyenne T2 : 14/05 - Phénotypes TriHR + MDR : 57% (TriHR : 41% - MDR : 16%)



L'association d'un IDM au soufre est équivalente à l'association d'un IDM au chlorothalonil. Des résultats également équivalents avec ou sans IDM au T1.

Quel multisite utiliser ?

Sur 22 essais, l'ajout de 1200 g de soufre au T1 puis 2400 g de soufre au T2 soit sur une base Kardix 0.9 l/ha (11 essais), soit Elatus Era 0.8 l/ha (8 essais), soit Librax 1 l/ha (3 essais), apporte le même résultat technique et économique par rapport au chlorothalonil (250 g/ha puis 500 g/ha) associé au T1 et au T2 (Figure 10). Comme l'année dernière, l'association d'un IDM au soufre procure des résultats équivalents à l'association IDM+chlorothalonil. Rappelons que 2019 sera la dernière campagne d'utilisation du chlorothalonil avant son interdiction.

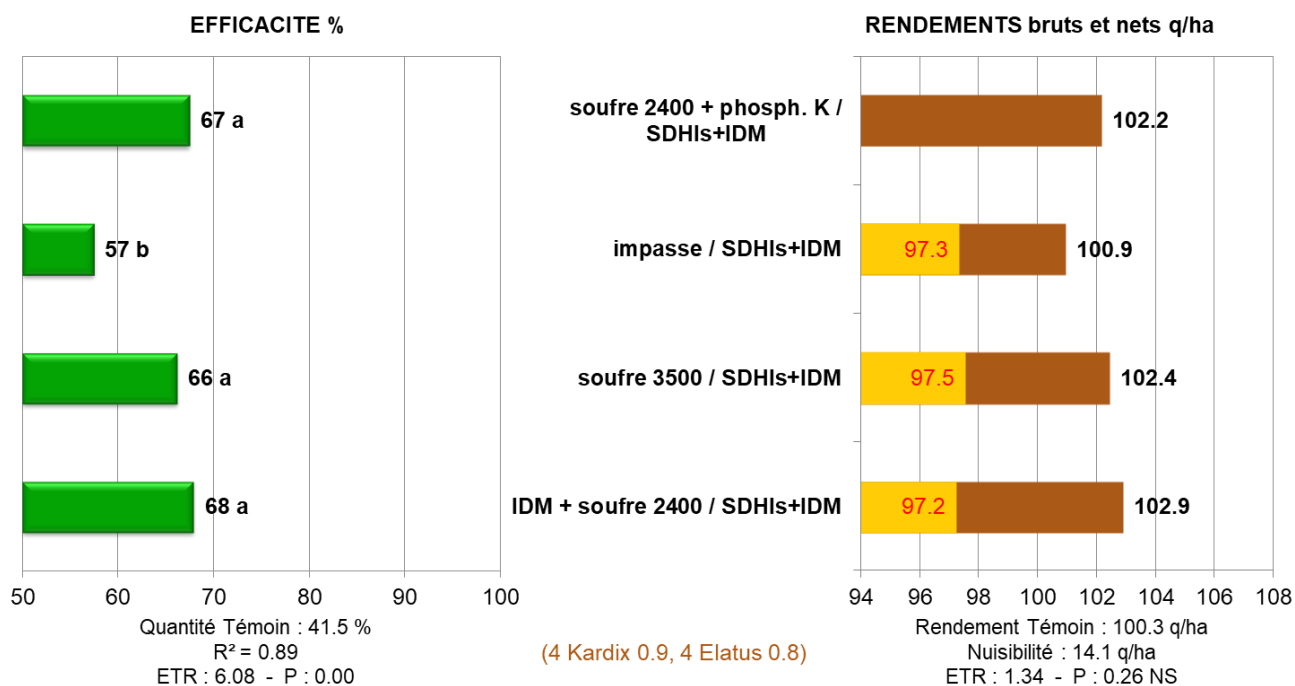
Un soufre en T1, avec ou sans triazole ?

Sur ces mêmes 22 essais, le soufre appliqué seul à 3500 g/ha au T1, obtient des résultats d'efficacités et de rendements équivalents à l'association IDM + soufre.

(Figure 10). Dans le contexte de l'année (pression tardive), le soufre seul suffisait au T1. L'utilisation de soufre solo au T1 procure une efficacité comparable (-2 points non significatifs) à la référence T1 (IDM+soufre) et un rendement de 0.7 q/ha en tendance inférieure (à T2 équivalent). Le programme avec soufre solo, un peu moins cher, donne des résultats économiquement équivalents à la référence IDM+soufre dans le contexte maladies de 2019. Lorsque l'épidémie de septoriose est tardive sur variétés sensibles et en l'absence de rouille jaune, une solution basée sur du soufre solo au T1 est envisageable pour attendre le relais SDHI+IDM au stade dernière feuille étalée. Notez par ailleurs qu'en moyenne la meilleure solution économique en 2019 était l'impassé totale de T1 avec cependant un rendement significativement inférieur de 1.6 q/ha par rapport au programme T1 puis T2. Sur cette série d'essais, 36% des situations seulement (8 essais sur 22) valorisent un T1 à 2 nœuds.

Peut-on substituer un IDM par un phosphonate au T1 ?

Figure 11 : Efficacités sur septoriose et Rendements des modalités du Réseau Performance - 8 essais avec IDM + soufre vs Phosphonate + soufre au T1. Phénotypes TriHR + MDR : 74% (TriHR : 51% - MDR : 23 %) Prix du blé 15 €/q

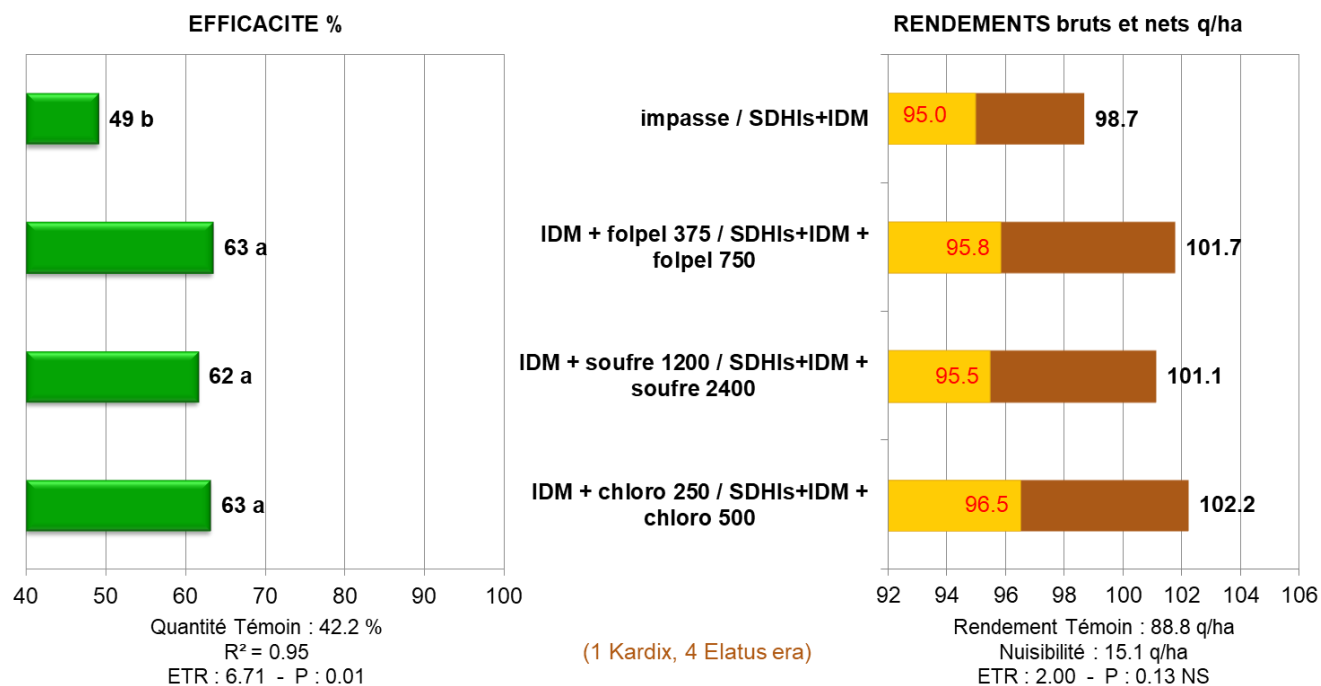


Sur 8 essais, l'efficacité et le rendement brut de la modalité avec soufre associé au phosphonate de potassium au T1 est très proche de celle incluant du soufre associé à un IDM dans les mêmes conditions. Sur septoriose, la solution totalement biocontrôle, phosphonate de potas-

sium (en cours d'autorisation) en association avec du soufre témoigne de premiers résultats positifs dans le réseau Performance, en efficacité et peut être aussi en matière de gestion de la résistance. Expérimentation à poursuivre.

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

Figure 12 : Efficacités sur septoriose et Rendements des modalités du Réseau Performance - 6 essais avec deux chlorothalonils, deux soufres ou deux folpels. Phénotypes TriHR + MDR : 78% (TriHR : 51% - MDR : 27%) Prix du blé 15 €/q



Le soufre et le le folpel sont des bons candidats pour remplacer le chlorothalonil au T1 et au T2

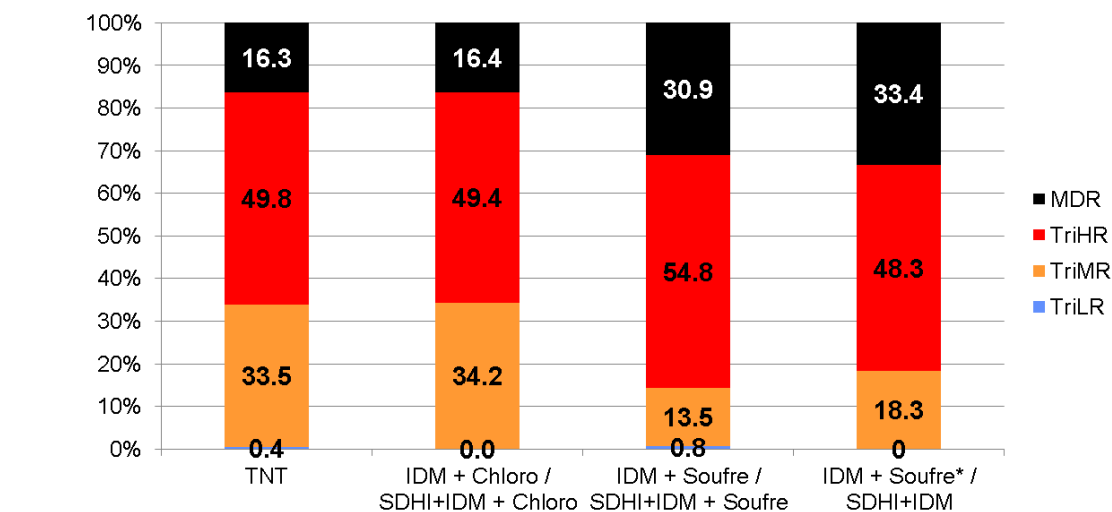
A l'image des résultats 2018, les résultats de 6 essais 2019¹ montrent que la modalité avec deux applications de folpel à la dose de 375 g/ha au T1 et à la dose de 750 g/ha au T2, ne présente pas de différence significative avec les modalités de référence avec chlorothalonil (250 g/ha puis 500 g/ha) ou soufre (1200 g/ha puis 2400 g/ha) apportées dans les mêmes conditions. Le coût hectare du folpel (15 €/ha à 1.5 l), comparable à celui du soufre (à 3.5 l), permet d'envisager le remplacement du multisite chlorothalonil par le multisite soufre ou folpel

avec les équivalences suivantes : 2400 g de soufre = 500 g de chlorothalonil et 750 g de folpel = 500 g de chlorothalonil.

¹ Les doses utilisées au T1 en 2018 sont différentes de celles utilisées au T1 en 2019. En 2018, 500 g de folpel, 2400 g de soufre et 350 g de chlorothalonil ont été associés à Juventus 0.7 l/ha. En 2019, 375 g de folpel, 1200 g de soufre et 250 g de chlorothalonil ont été associés à du Juventus 0.5 l/ha ou du Curbatur 0.3 l/ha.

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

Figure 13 : Effet des modalités avec du soufre au T1 ou au T1+T2 sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 13 essais du Réseau Performance 2019



T1

IDM + Chloro : metco45 ou prothio75 + chloro250

IDM+Soufre : metco45 ou prothio75+ soufre1200

IDM+Soufre* : metco45 ou prothio75 + soufre2400

T2

SDHI+IDM : Kardix (ou Elatus Era ou Librax)

SDHI+IDM + Chloro : Kardix (ou Elatus Era ou Librax) + chloro500

SDHI+IDM + Soufre : Kardix (ou Elatus Era ou Librax) + soufre2400

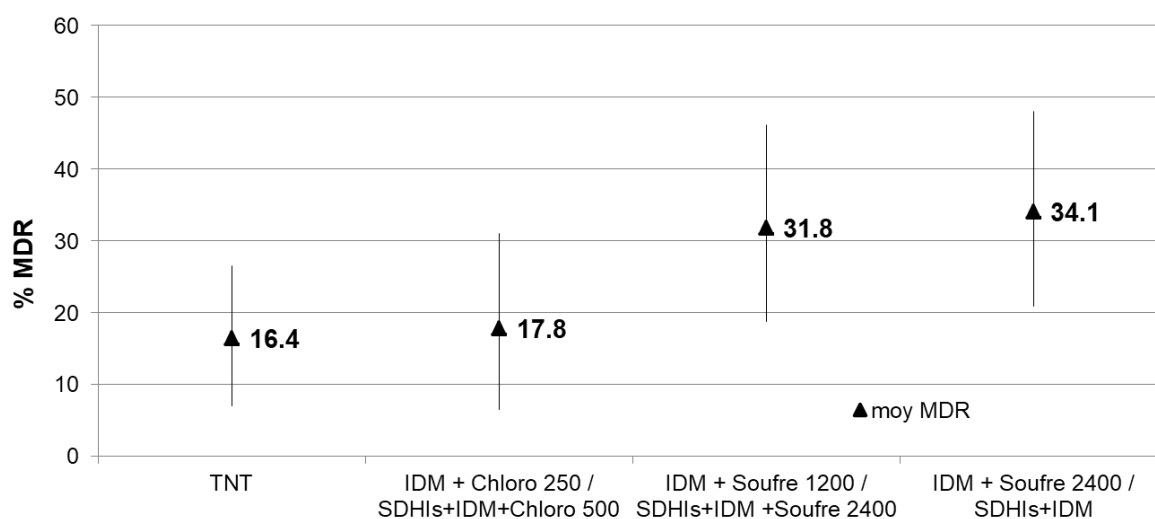
La présence de deux soufres dans les programmes (1200 g/ha puis 2400 g/ha) ne permet pas de ralentir la pression de sélection exercée par les SDHI sur les souches MDR, contrairement au chlorothalonil (250 g/ha puis 500 g/ha).

Cette année, nous avons retenu une dose réduite de soufre (1200 g/ha, soit la moitié de la dose de référence) au T1 pour se caler sur la dose réduite de chlorothalonil (250 g/ha) au T1, permettant de renouveler légalement l'application de 500 g/ha de chlorothalonil au T2 et pour rester dans une enveloppe de dépense comparable entre modalités.

En 2019, deux modalités (double soufre et un seul soufre en T1) présentent un % de souches MDR après

traitement significativement supérieur à celui observé dans le témoin non traité. Autrement dit, les deux programmes de protection sélectionnent des souches MDR malgré la présence de soufre, alors que le programme de référence IDM+Chloro puis SDHI+IDM+Chloro n'augmente pas significativement la proportion de souche MDR dans la population (60% d'écarts négatifs). Ces deux programmes avec soufre diffèrent statistiquement sur la proportion de MDR (Figure 14).

Figure 14 : Effet des modalités avec du soufre au T1 ou au T1+T2 sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 13 essais du Réseau Performance 2019. Moyennes ajustées et intervalle de confiance à 95% – Modèle mixte généralisé bayésien avec inflation de 0*.



T1

IDM + Chloro 250 : metco45 ou prothio75 + chloro250

IDM+Soufre 1200 : metco45 ou prothio75+ soufre1200

IDM+Soufre 2400 : metco45 ou prothio75 + soufre2400

T2

SDHI+IDM : Kardix (ou Elatus Era ou Librax)

SDHI+IDM + Chloro : Kardix (ou Elatus Era ou Librax) + chloro500

SDHI+IDM + Soufre : Kardix (ou Elatus Era ou Librax) + soufre2400

Proportion d'écarts négatifs en %

MDR	TNT	IDM + C / SDHIs+IDM + C	IDM + S / SDHIs+IDM + S	IDM + S / SDHIs+IDM
TNT		60	99**	99**
IDM + S / SDHI+IDM + S		4**		59
IDM + S / SDHI+IDM		3**		

Les valeurs des tableaux représentent le % d'écart négatif résultant de la différence de proportion de souches MDR entre deux modalités. Exemple : "99" (en haut à droite) signifie 99% d'écarts négatifs sur la proportion de MDR entre TNT et IDM + S / SDHIs+IDM + S, 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, en gris différence non significative). En rouge augmentation et en vert diminution des MDR pour la modalité indiquée dans la colonne par rapport à celle indiquée sur la ligne.

Zoom sur la méthodologie d'analyse statistique : le modèle mixte généralisé bayésien avec inflation de 0

Pour traiter statistiquement les données de fréquence des différentes catégories de souches, 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.

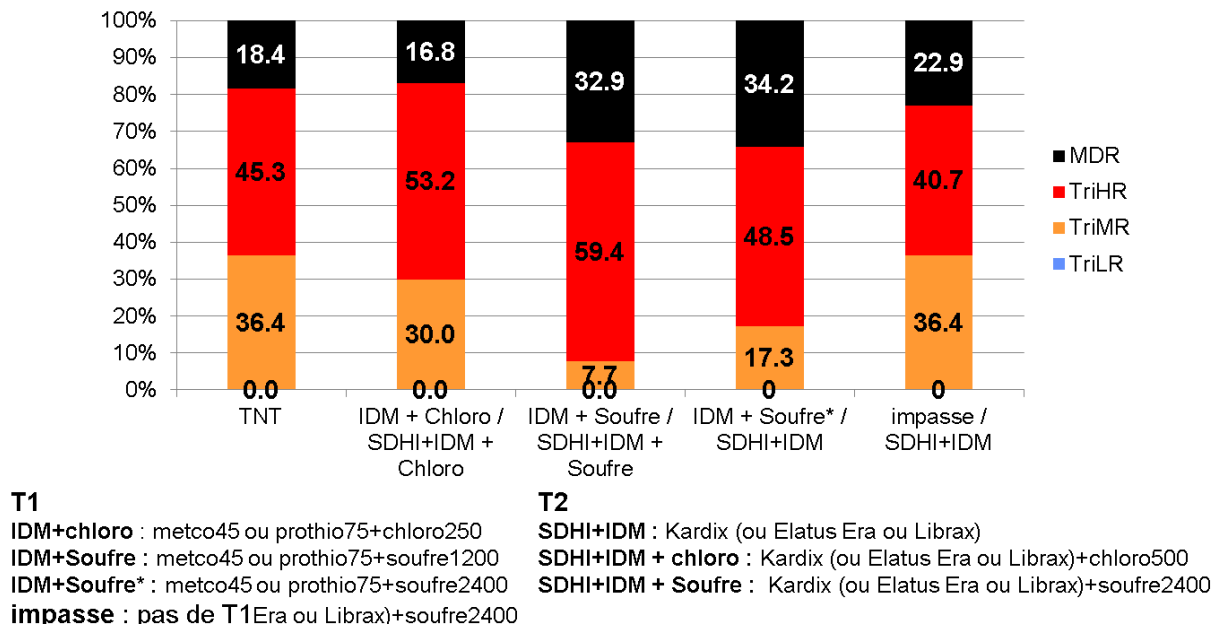
La méthode dans son principe à partir des données de base consiste à reconstituer par modélisation une distribution a posteriori pour chacune des modalités à comparer (par ex A et B). Ce sont ces distributions de type binomiale, qui sont comparées deux à deux, par simple différence (A – B). Si les distributions 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 10% ou au-delà de 90%, d'écarts négatifs ou positifs, les distributions peuvent être considérées comme différentes.

Les bienfaits d'une impasse de T1

L'impasse du T1, permet théoriquement de diminuer la pression de sélection sur les MDR et les TriHR. Le fait de ne pas traiter au T1 n'exerce en effet pas de pression

de sélection et limite effectivement la progression des souches MDR et TriHR. Les fréquences observées sont proches de celles observées dans le témoin non traité (figure 15).

Figure 15 : Effet d'une impasse de T1 sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 11 essais du Réseau Performance 2019



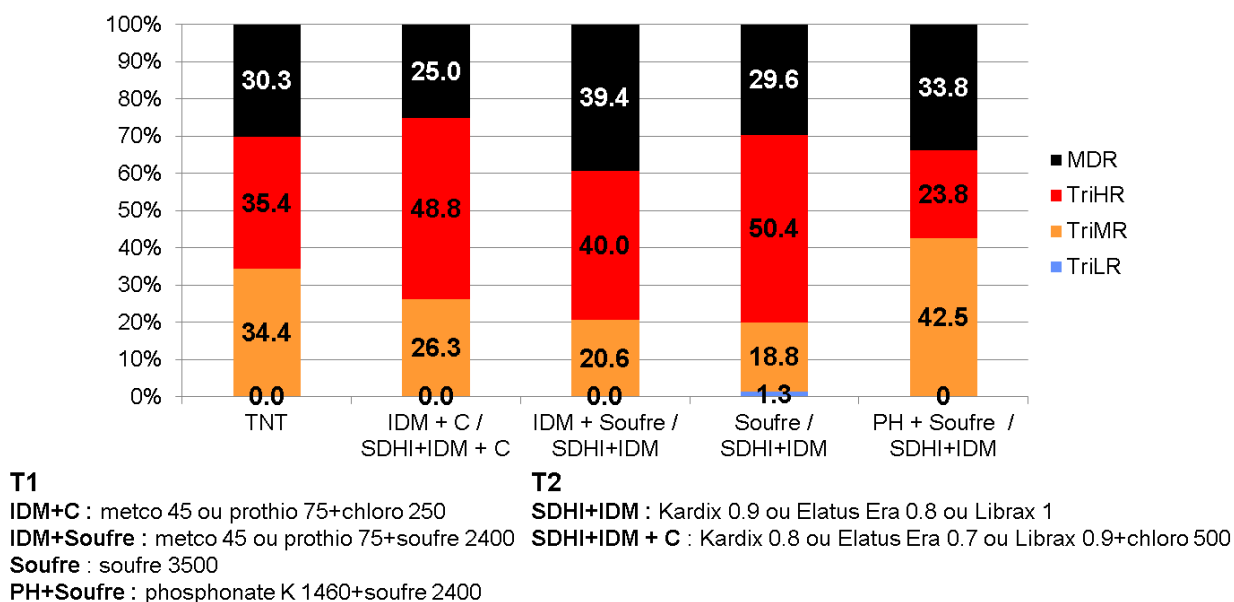
L'impasse du T1 permet de diminuer la pression de sélection sur les souches MDR et TriHR

Tout biocontrôle au T1 ?

Sur un regroupement de 8 essais 2019, la solution sans IDM au T1 semble ne pas faire progresser les MDR par rapport au témoin (figure 16). Comme l'impasse de T1,

la solution soufre+phosphonate ne modifierait pas la proportion finale de souches MDR ou TriHR. Suggérant du même coup que la présence d'un IDM au T1 joue un rôle important en matière de sélection.

Figure 16 : Effet de solutions sans IDM au T1 sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 8 essais du Réseau Performance 2019



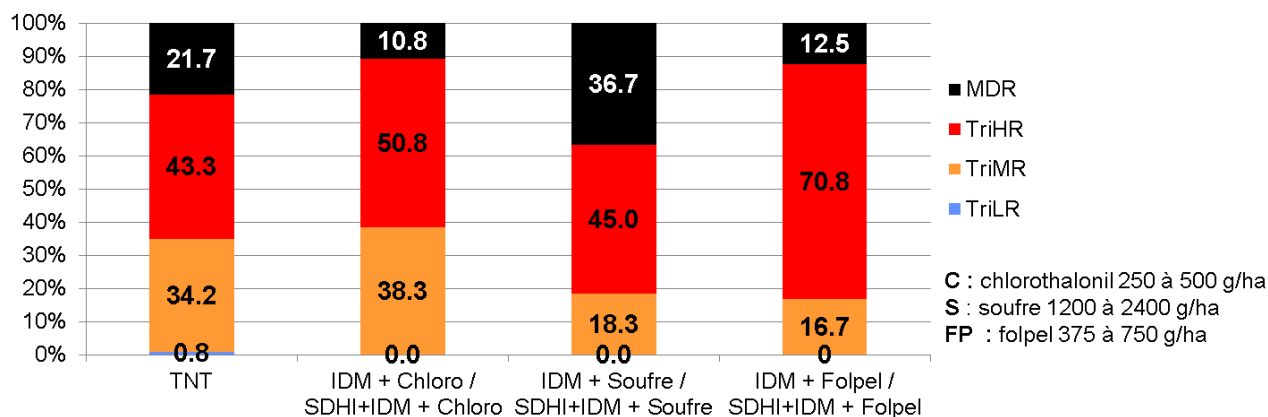
La solution soufre+phosphonate au T1 ne modifie pas la proportion finale de souches MDR ou TriHR

Quid du folpel pour remplacer le chlorothalonil ?

Sur un regroupement de 6 essais en 2018 (2) et 2019 (4), le folpel en T1 et en T2 semble limiter la progression des souches MDR (résultats similaires à ceux obtenus avec le chlorothalonil), mais ferait progresser celle des TriHR (non MDR). Placé dans les mêmes conditions, le

folpel semble donc mieux limiter la progression des MDR que le soufre mais moins bien contrôler les TriHR (figure 17). En effet, le test statistique réalisé sur la proportion de souches autres que MDR ou TriHR (=TriMR) montre que la proportion de ces souches est significativement plus faible dans le double folpel par rapport au témoin non traité. Ces résultats sont à confirmer avec un plus grand nombre de données.

Figure 17 : Effet du folpel en T1 et T2 sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 6 essais du Réseau Performance 2018 et 2019



Le folpel semble limiter la progression des souches MDR (résultats similaires à ceux obtenus avec le chlorothalonil), mais fait progresser celle des TriHR (non MDR).

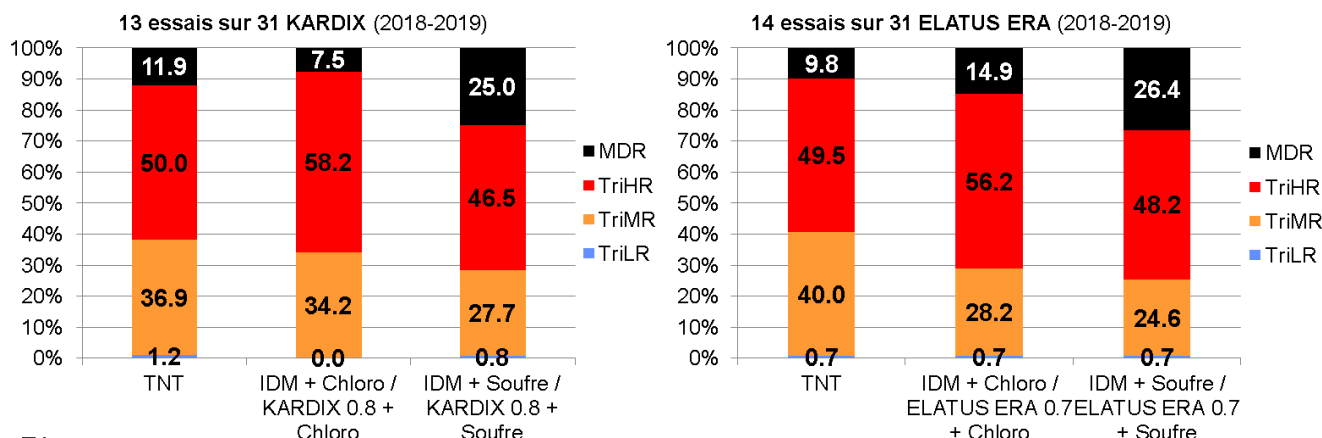
Pression de sélection en fonction d'un simple ou un double SDHI

En raison de la progression constante et inquiétante de la fréquence de souches MDR en 2019, et du fait de la disponibilité d'un nombre suffisant de données dans le réseau, nous avons comparé la structure des populations de septoriose après application au T2 d'un double SDHI (bixafen + fluopyram) associé au prothioconazole

(Kardix) par rapport à un simple SDHI (benzovindiflupyr) associé également au prothioconazole (Elatus Era).

Nous disposons sur 2018 et 2019 de 14 essais à base de Kardix et 13 essais à base d'Elatus Era. Sur la base des données disponibles, la question est abordée de manière indicative. Notons simplement que ce tri suggère qu'il n'y a pas de différence entre Kardix et Elatus Era sur la proportion de MDR (figure 18).

Figure 18 : Pression de sélection en fonction du SDHI utilisé sur la sensibilité des populations de septoriose aux IDM. 27 essais du Réseau Performance 2018 et 2019



T1

IDM + Chloro : metco45 à 63 ou prothio75 + chloro250 à 375

IDM+Soufre : metco45 à 63 ou prothio75+ soufre1200 à 2400

Il semble ne pas y avoir de différence de comportement du Kardix (Bixafen + Fluopyram) vs Elatus Era (benzovindiflupyr) sur l'augmentation des MDR après traitement

RESULTATS DU RESEAU 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 (Allemagne, Angleterre, Danemark, France, Irlande, Belgique, Pologne, Hongrie et Lituanie). L'objectif était jusqu'à présent de comparer l'efficacité des principaux triazoles (IDM) sur septoriose principalement, dans différentes régions d'Europe. Parallèlement les populations de septoriose ont été caractérisées sur le plan de la résistance pour mieux comprendre les différences et ressemblances entre les profils d'efficacité obtenus. En 2019, le réseau a pris une nouvelle dimension en intégrant les SDHI à la problématique. Quelle est l'efficacité des SDHI dans les différents pays européens ? Et quelle est l'état de la résistance aux SDHI dans les populations de septoriose associées ?

Résumé des principaux résultats 2015-2018

Sur la période 2015-2018, une baisse générale de l'activité des triazoles et une forte variabilité des efficacités a été observée au travers de toute l'Europe. En 2017, et 2018, le mefentrifluconazole a été ajouté à la comparaison des triazoles déjà présents. Son activité surpasse tous les anciens triazoles, dans tous les pays. Dans le même temps, l'observation des populations de septoriose par qPCR ou pyrosequencing montre qu'elles ont dérivé, et la fréquence des mutations S524T et V136A, source de facteurs de résistance élevés, a progressé fortement dans l'Ouest européen (Irlande, Angleterre, Ecosse), et de façon très modérée à l'Est (Hongrie, Lituanie, Pologne). Il en résulte un gradient de sensibilité observé d'Est en Ouest, où l'Irlande et le Royaume Uni présente les populations les plus résistantes et la Hongrie, la Pologne et les pays Baltes, les

plus sensibles. Sur la période, les mélanges de triazoles ont généralement mieux fonctionné (que les triazoles utilisés seuls), exploitant la résistance croisée incomplète entre triazoles. L'époxiconazole (ECA) et le prothio-desthio (PTH-D) présentent la résistance croisée la plus élevée, le tébuconazole (TCA) et le prothio-desthio, la plus faible. Les populations avec une forte proportion de D134G/V136A présentent plus de résistance croisée que les isolats qui ne portent pas ces mutations.

Les résultats de 2019 : les SDHI solo, au banc d'essai

En 2019, les principaux représentant des SDHI ont été évalués à dose réduite et à dose pleine, comparés entre eux et aux meilleures références de la famille des triazoles : prothio-desthio et mefentrifluconazole (Revysol). L'objectif de ce nouveau dispositif n'est pas de comparer les SDHI entre eux, mais plutôt d'établir un point zéro pour apprécier dans le temps l'impact de la résistance CAR R sur l'efficacité des différentes SDHI, et peut être d'observer (ou non) une résistance croisée incomplète entre SDHI ? Il n'est donc pas urgent de communiquer sous un angle comparatif, dans la mesure où il s'agit d'un point zéro. Et pour ce point zéro, les souches CarR (résistantes aux SDHI) sont peu présentes sur le site de l'essai (0 à 5% de souches résistantes détectées à Aubigny aux Kaisnes, 02). On peut penser que l'efficacité des SDHI dans ce contexte n'est pas affectée.

Dès que nous aurons un point de comparaison ailleurs (UK, DK, IRL, D) ou plus simplement avec les résultats de 2020 à Aubigny aux Kaisnes, nous pourrions établir des rapprochements entre années et entre lieux pour comparer le comportement des SDHI testés en fonction de l'abondance de souches résistantes.

RESULTATS DES ESSAIS D'EVALUATION «PRODUITS» 2019 ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL

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 pour les notations. Pour la partie rendement, seuls quatre ont fait l'objet d'une récolte, l'essai de Bergerac (24) ayant trop versé pour être récolté.

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

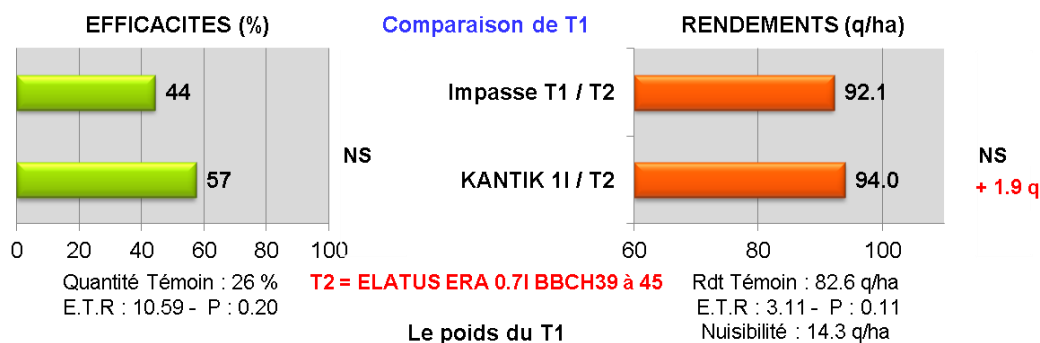
chaque solution selon leur rapport qualité prix, dans un contexte maladie discriminant. Les écarts observés entre les solutions testées sont donc "amplifiés" volontairement par les conditions de l'étude au travers de variétés sensibles à la septoriose.

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 réalisée au stade dernière feuille avec 0.7 l/ha d'Elatus Era. Les années précédentes, l'objectif de la couverture du T2 était de limiter le développement des rouilles et d'être volontairement assez faible sur septoriose pour pouvoir différencier les différentes modalités étudiées au T1 : la protection était donc réalisée avec 2l d'Abacus Sp. Maintenant, l'objectif est de limiter l'effet du T1 afin de pouvoir démontrer que son économie est possible avec un T2 suffisamment "costaud". C'est donc pourquoi nous avons retenu Elatus Era.

La plupart des observations portent sur les 3 étages foliaires F1, F2 et F3 (avec en moyenne 26% de surface malade tous étages confondus).

Comparaison au T1 : plusieurs solutions identiques

Figure 19: Efficacités en % et rendements de différentes associations sur septoriose du blé - appliquées au T1 au stade 2 nœuds - 5 essais en notations : 18, 24, 27, 41, 56 et 4 essais en rendements : 18, 27, 41, 56.

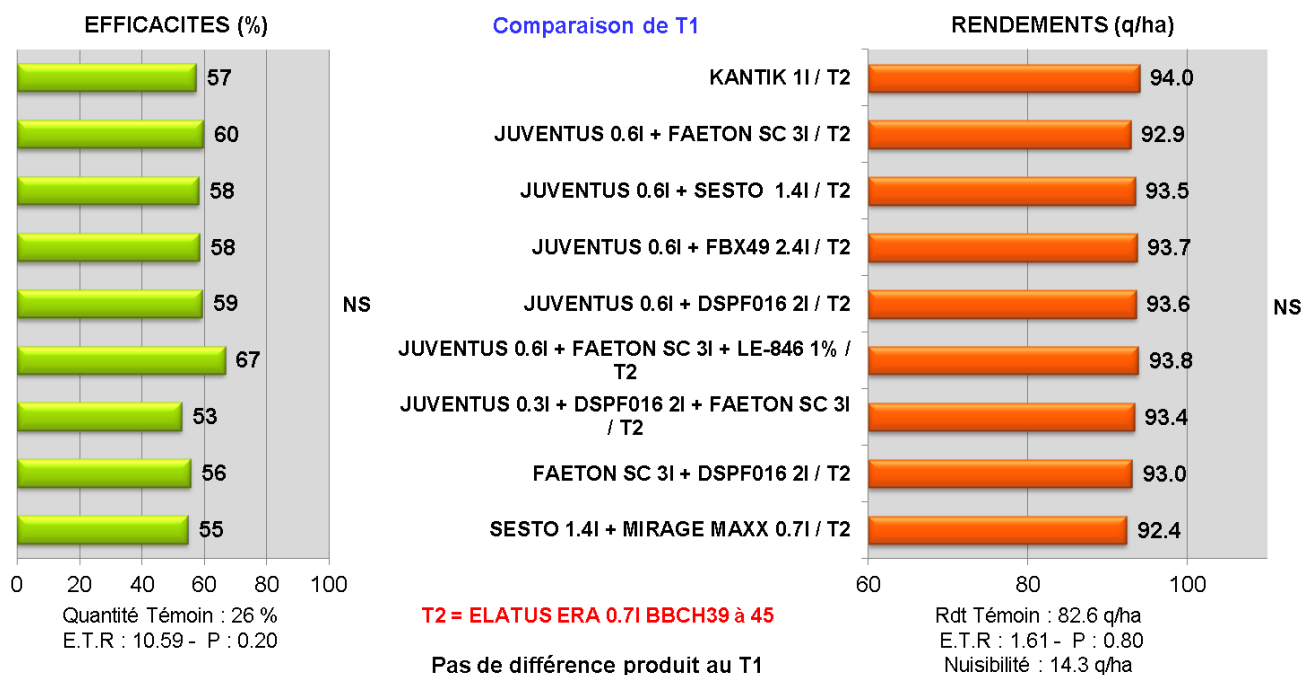


Le poids du T1 est depuis quelques années une question récurrente. Cette année, compte tenu du printemps relativement sec et de l'arrivée tardive de la septoriose, le poids du T1 est faible, même sur variétés sensibles. Ainsi dans cette série d'essais, l'impasse du T1 (Kantik

1l) fait perdre 1.9 q/ha brut (l'écart de rendement n'est toutefois pas significatif).

Dans cette série d'essais, sur la base d'un seuil de rentabilité du T1 de 3 q/ha, l'application de Kantik 1l ne semble donc pas valorisée

Figure 20 : Efficacités en % et rendements de différentes associations sur septoriose du blé - appliquées au T1 au stade 2 nœuds - 5 essais en notations : 18, 24, 27, 41, 56 et 4 essais en rendements : 18, 27, 41, 56.



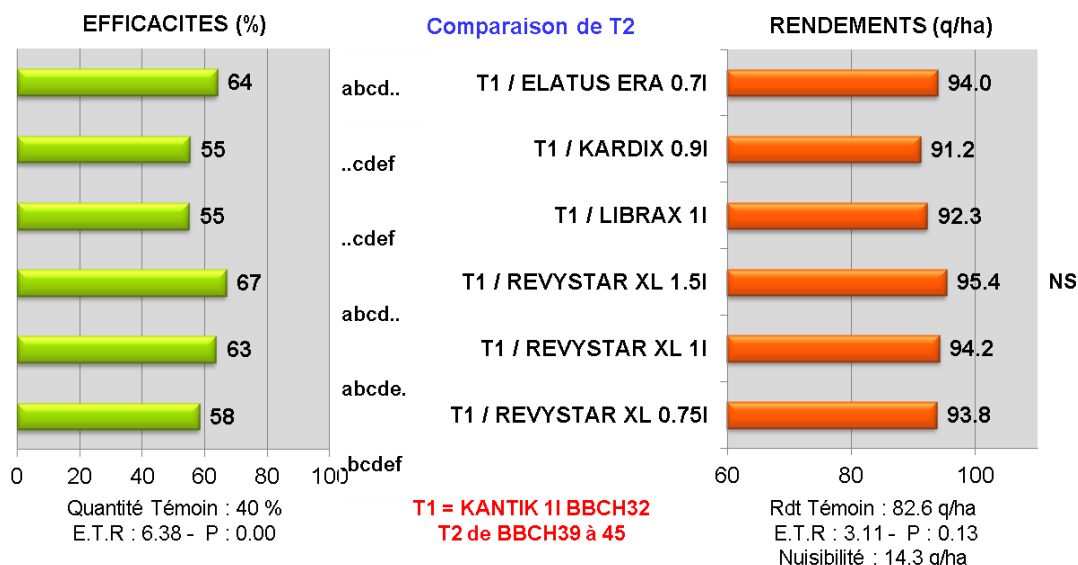
Le Juventus (metconazole) servait de base pour comparer différents produits. Toutes les modalités mises en comparaison donnent des résultats très proches en efficacités comme en rendements. Rien n'est significatif dans cette comparaison. Ainsi, comme partenaire, pas de différence entre le soufre (Faeton SC) le folpel (Sesto), le mancozèbe (FBX49) et le phosphonate de potassium (DSPF016).

On peut penser que le poids du T1 étant très faible, n'importe quel produit ou association peut convenir pour maîtriser la maladie d'autant plus que le T2 vient gommer l'effet du T1 en 2019.

Par ailleurs, un adjuvant, Le 846 a été testé avec le mélange Juventus + Faeton SC, on observe quelques points d'efficacité supplémentaires (+ 9 pts) qui se traduisent par + 0.9 q sur le rendement sans être différents significativement.

Comparaison au T2 : des innovations arrivent

Figure 21 : Efficacités en % et rendements de Revystar XL et de produits de référence sur septoriose du blé - appliquées au T2 aux stades dernière feuille étalée à début gonflement - 5 essais en notations : 18, 24, 27, 41, 56 et 4 essais en rendements : 18, 27, 41, 56.



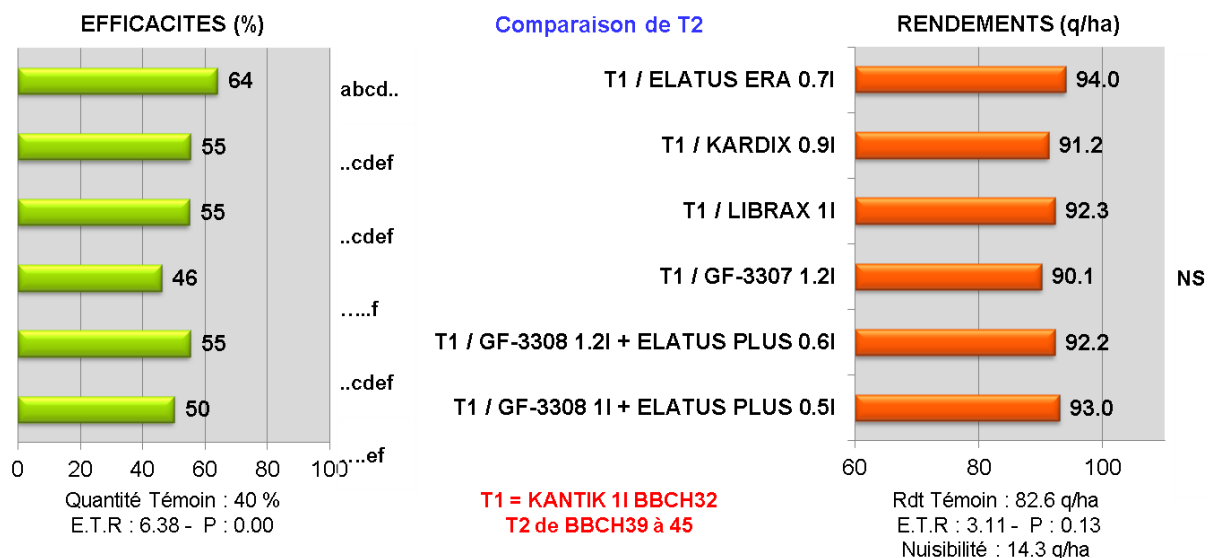
A l'image des années précédentes, Elatus Era 0.7, Kardix 0.9l et Librax 1l, appliqués au T2, donnent les mêmes résultats d'efficacités et de rendements dans les essais visant la septoriose.

Une courbe de réponse à trois doses a été faite avec Revystar XL (mefentrifluconazole + fluxapyroxad). La

dose d'AMM à 1.5l/ha est la plus performante mais sans se différencier de la demi-dose à 0.75l. La dose de 1l étant intermédiaire.

L'équivalence technique que montrent ces essais vis-à-vis de la septoriose est de : 1 l de Librax pour 0.75l de Revystar XL.

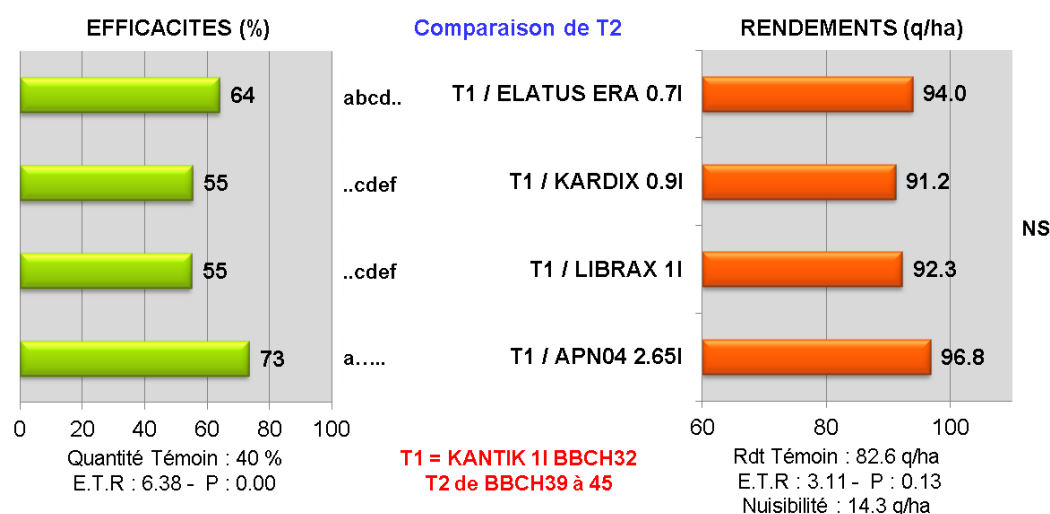
Figure 22 : Efficacités en % et rendements du projet Inatreq et de produits de référence sur septoriose du blé - appliquées au T2 aux stades dernière feuille étalée à début gonflement - 5 essais en notations : 18, 24, 27, 41, 56 et 4 essais en rendements : 18, 27, 41, 56.



Le projet Inatreq, ou plus précisément le fenpicoxamid 50 g/l associé au prothioconazole 100 g/l, a été testé sous le code GF 3307. Les résultats à la dose de 1.2 l/ha (dose d'AMM) sont, vis-à-vis de la septoriose, légèrement inférieurs aux références Kardix 0.9 l/ha et Librax 1 l/ha sans toutefois être significatifs.

L'association GF 3307 (fenpicoxamid 50 g/l) + Elatus Plus se situe au même niveau que les références sans toutefois faire de différences entre les deux ratios de doses étudiés.

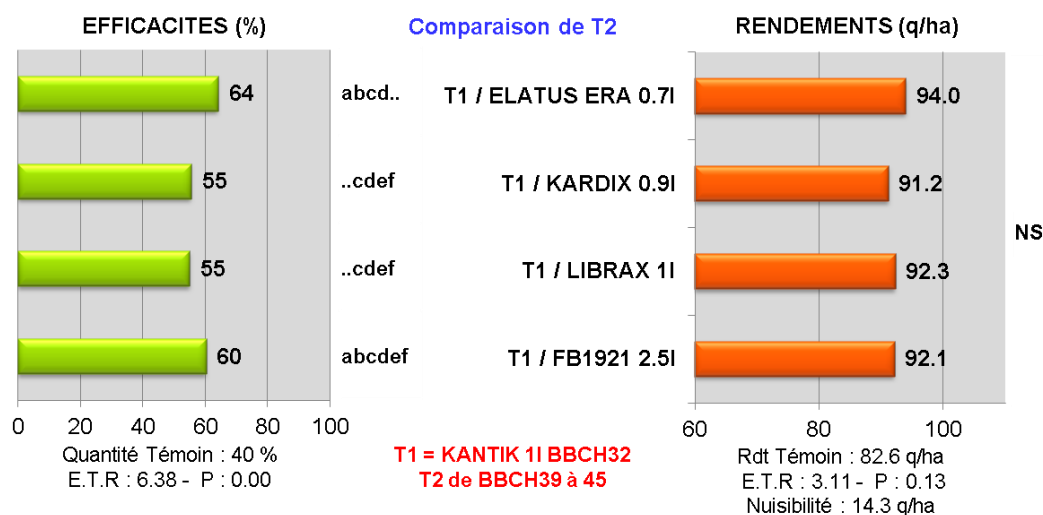
Figure 23 : Efficacités en % et rendements du projet APN04 et de produits de référence sur septoriose du blé - appliquées au T2 aux stades dernière feuille étalée à début gonflement - 5 essais en notations : 18, 24, 27, 41, 56 et 4 essais en rendements : 18, 27, 41, 56.



Un projet APN04 composé de 62.5 g/l de pydiflumetofen (adepidyn), nouveau SDHI, associé à 75 g/l de prothioconazole, a été comparé aux références Elatus Era 0.7I, Kardix 0.9 et Librax 1I.

Les résultats de ce projet sont excellents à la dose étudiée (pleine dose), et surpasse très nettement les références tant sur le plan des efficacités que sur celui des rendements.

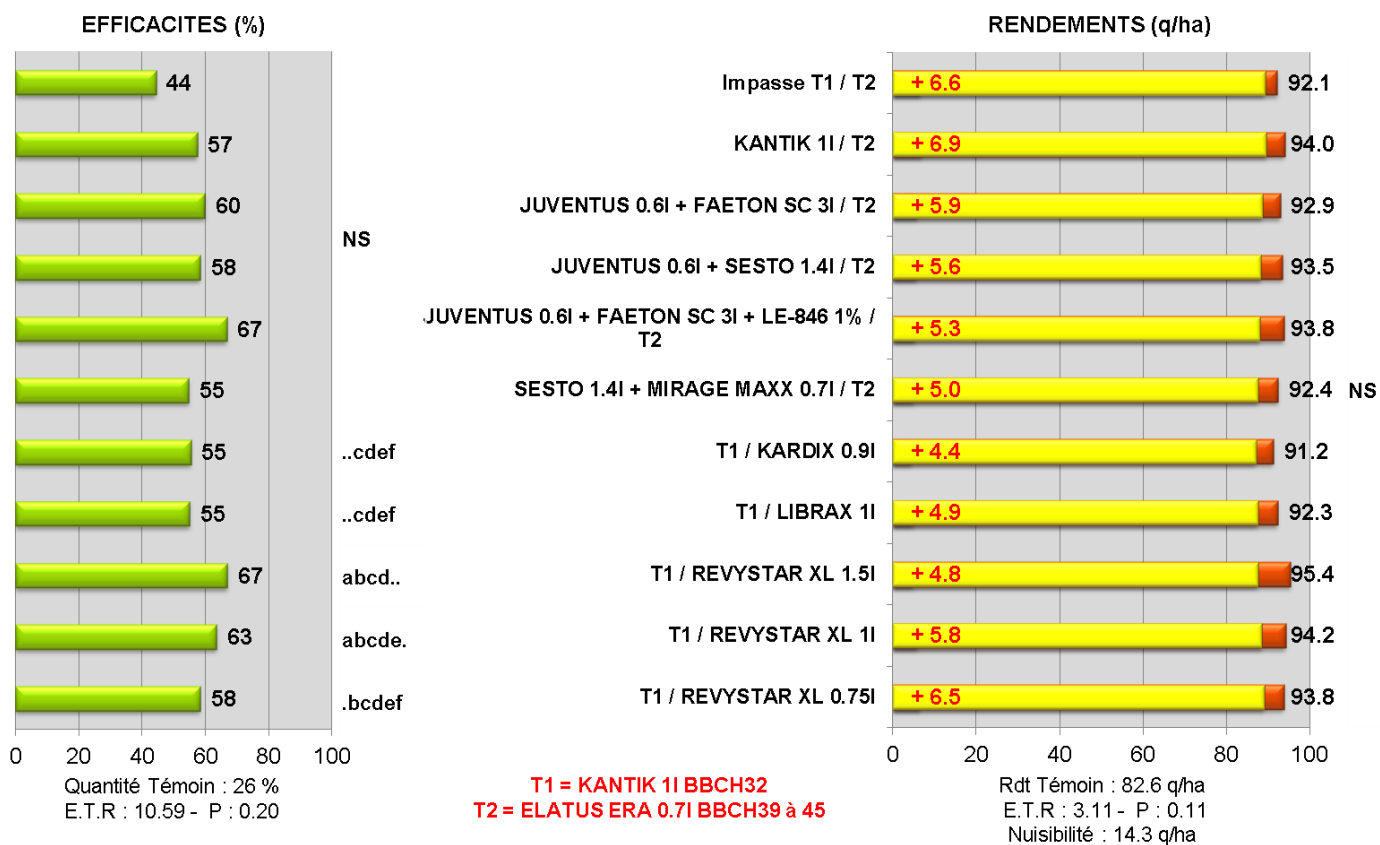
Figure 24 : Efficacités en % et rendements du projet FB1921 et de produits de référence sur septoriose du blé - appliquées au T2 aux stades dernière feuille étalée à début gonflement - 5 essais en notations : 18, 24, 27, 41, 56 et 4 essais en rendements : 18, 27, 41, 56.



Un autre projet a été testée, le FB1921, composé de métyltétraprole (Pavecto®). Cette molécule appartient à la famille chimique des QoI (Quinone Outside Inhibitors), mais se différencie des strobilurines (autres QoI existantes) par sa structure chimique.

Les résultats d'efficacité sont légèrement supérieurs aux références en efficacité et du même niveau en rendement. Cela laisse entendre que son comportement est bien supérieur à celui des strobilurines, très pénalisées par les problèmes de résistance vis-à-vis de la septoriose.

Figure 25 : Efficacités en % et rendements nets de différentes associations sur septoriose du blé - appliquées au T1 ou au T2 - 5 essais en notations : 18, 24, 27, 41, 56 et 4 essais en rendements : 18, 27, 41, 56.



Cette figure présente les rendements bruts et nets des trois essais récoltés, pour les seuls produits commercialisés. Les calculs sont basés sur du blé à 15 €/q et les prix des fongicides sont les prix utilisateurs de la campagne 2018/2019.

La nuisibilité maximale observée est de l'ordre de 14.3 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 4.2 q/ha.

Sur le plan économique, l'écart de rendement net entre les extrêmes, Kantik puis Elatus Era et Kantik puis Kardix est de seulement de 2.5 q/ha.

REPERES POUR 2020

Résistance

- En 2019, la septoriose a été tardive et ses dégâts, estimés à environ 11.5 q/ha, sont d'un niveau plus faible que la moyenne pluriannuelle des 15 dernières années.
- Stabilisation des TriHR non MDR (43% vs 47%) et forte augmentation des MDR en 2019 (26% vs 15%). Au total, plus de deux souches sur trois (68%) en France sont fortement résistantes aux triazoles.
- Progression des CarR. La résistance aux SDHI est détectée pour la quatrième fois sur le Réseau Performance en 2019. 43% des populations analysées contiennent en moyenne à l'échelle nationale une fréquence de souches résistantes au boscalid et au bixafen de 13.4%. Des analyses complémentaires sont en cours pour caractériser les mutations impliquées.
- Pas d'impact perceptible au champ sur la performance des SDHI associés aux IDM.
- L'application de solutions à base de SDHI+IDM fait progresser la proportion de souches MDR. Pas de différence entre SDHI (Kardix/ Elatus Era).
- Le phosphonate de K en association avec du soufre démontre des premiers résultats positifs, à la fois en efficacité et en gestion de la résistance. L'association semble en première approche préférable sur le plan de la résistance à une option de type soufre+IDM. L'AMM du phosphonate est prévue pour la mi 2020.
- Le folpel en T1 et en T2 donne des résultats similaires à ceux obtenus avec le chlorothalonil sur la proportion de souches MDR, mais fait progresser celle des TriHR (non MDR).
- Le soufre en T1 et en T2 donne des résultats similaires à ceux obtenus avec le chlorothalonil sur la proportion de souches TriHR (non MDR) mais fait progresser celle des MDR.
- L'impasse de T1, préférable économiquement, a un impact positif en limitant la progression des souches MDR et TriHR (non MDR).
- Une solution sans IDM au T1 est possible avec le soufre utilisé seul à 3500 g/ha. L'autre solution soufre + phosphonate de potassium sera possible dès l'homologation du phosphonate. Ces options sont à considérer notamment sur variétés résistantes à la rouille jaune.

Recommandations

- Evaluer la nuisibilité : ne traiter que si nécessaire. Valoriser les tolérances variétales.
- Limiter le nombre d'applications est certainement un des moyens les plus sûrs de ralentir la pression de sélection (éviter les applications peu utiles : T1 précoce...)
- Diversifier les modes d'action et les substances actives au sein d'un même mode d'action, 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 ...)

Voir la Note Commune INRA, ANSES, ARVALIS – Institut du végétal 2019 - 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>

LUTTER CONTRE LA SEPTORIOSE PAR LE BIOCONTROLE : QUELLES AVANCEES ?

Quels enseignements dans les essais de 2019

Comme les autres essais de lutte contre la septoriose, les essais dédiés au biocontrôle ont souffert de l'absence de pluie en particulier du mois d'avril. Les symptômes de septoriose ont par conséquent été tardifs et moins intenses qu'en 2018. Il a malgré tout été possible de tirer les enseignements suivants :

Les essais de criblage : pas de nouvelle solution

Arvalis poursuit le criblage de solutions de biocontrôle potentiellement actives sur septoriose sur un réseau de 3 essais (réalisés sur les départements 14, 56 et 91). Des solutions totalement nouvelles (sorties pour la première fois du laboratoire pour certaines) issues de laboratoires universitaires ou de très petites entreprises sont testées aux côtés de solutions déjà éprouvées mais dont la connaissance mérite encore d'être affinée. Les évaluations sont réalisées après 4 applications cadencées tous les 10 jours, sur variétés sensibles, avec irrigation pour l'un des trois essais. Ce protocole de criblage a pour objectif d'établir si ces nouvelles solutions ont une action contre la septoriose. Les solutions ainsi identifiées peuvent ensuite dans un deuxième temps être intégrées dans des protocoles visant à établir des préconisations pour leur utilisation.

Le soufre confirme ses bons résultats

Héliosoufre S procure l'une des meilleures efficacités de cette série d'essai avec en moyenne 71% d'efficacité. Thiovit Jet Microbilles, donnent des résultats sensiblement inférieurs avec 53% d'efficacité (NS), et confirme une tendance déjà observée auparavant, en faveur des produits liquides. Aucun problème de sélectivité du soufre, quelle que soit sa formulation n'a à ce jour été signalé sur céréales.

Des associations soufre + phosphonates à l'étude

Les associations « soufre + phosphonates » confirment également les très bons résultats observés depuis 2017. Plus précisément, l'association « soufre + DSPF016¹ » donne de très bons résultats avec un effet dose perceptible. A la dose de 3+3 L/ha, le mélange est efficace à 74% contre 58% pour la dose de 2+2. L'adjonction de CCL-846 (Le 846) à 1% permet de faire progresser l'efficacité du mélange 2+2 de 58 à 67%.

D'autres associations soufre + phosphonates ont été étudiées. Microthiol SP liquide a été associé à des phosphonates de potassium, avec un résultat comparable à celui obtenu par « soufre + DSPF016 » : 66% d'efficacité. Alors que le mélange Thiovit Jet microbilles associé à d'autres phosphonates est efficace à 58%. Ces mêmes phosphonates utilisés seuls, sont efficaces à 23%. Thiovit jet microbilles étant efficace à 52%, on vérifie approximativement l'effet d'additivité du mélange (selon la formule de Colby²). Résultat théorique attendu 64%, résultat observé 58%.

Quant à Nectar céréales nous confirmons son efficacité (ici 42%). Elle s'avère cependant sensiblement inférieure à celle du soufre, en particulier lorsqu'il est comparé à Héliosoufre S (71%). Rappelons qu'il s'agit d'un biostimulant en cours d'homologation en Belgique, en vue d'une reconnaissance mutuelle en France.

Enfin, nous avons souhaité explorer à nouveau les potentialités des substances de base. Notre choix s'est arrêté sur ChitoPlant, une spécialité contenant de l'hydroxychlorure de Chitosan, obtenu à partir d'exosquelette de crustacés. Cette solution est inscrite en tant que substance de base au niveau européen, notamment pour un usage septoriose. Les résultats d'efficacité sont certes, non nuls, mais plutôt décevants. En moyenne 15% seulement. Par ailleurs, le produit semble très difficile à mélanger avec d'autres produits (compatibilité physique), ce qui limite encore d'avantage son intérêt potentiel. Une piste qui risque de rester sans suite.

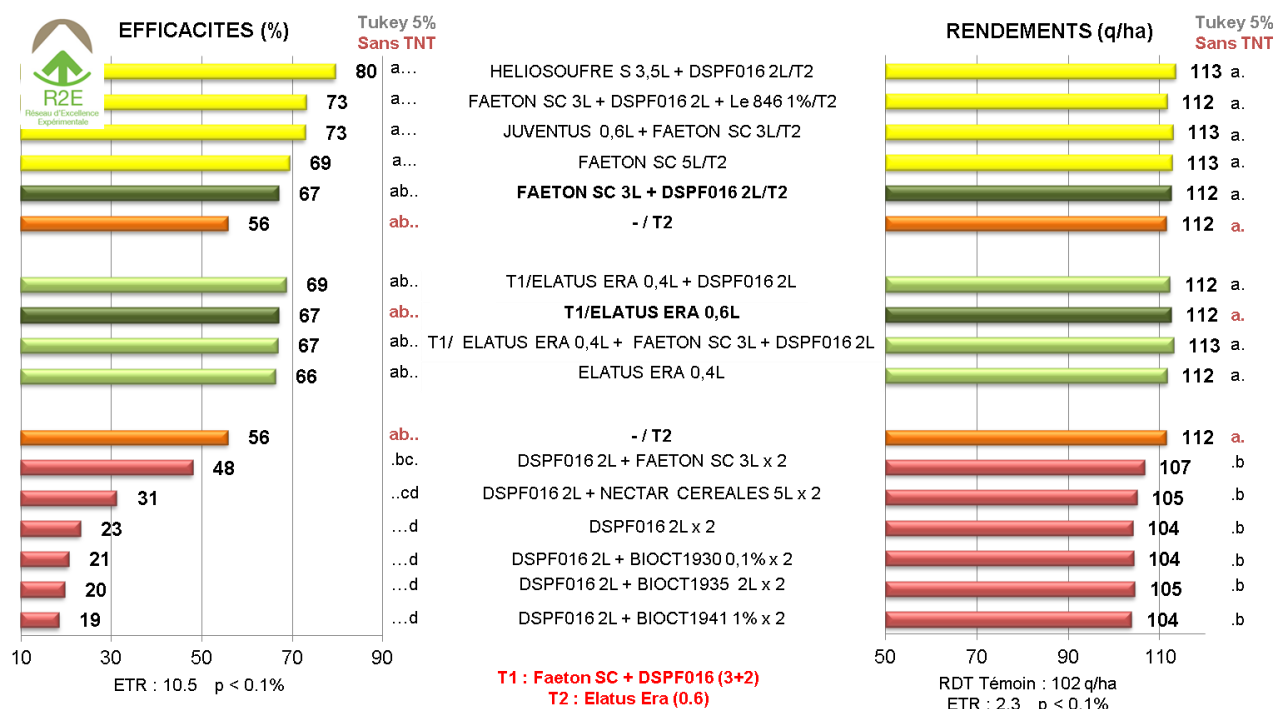
¹ DSPF016, projet De Sangosse à base de phosphonates de potassium dont l'AMM est attendu prochainement.

² Colby, S.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. Weeds 15 (1967), pp. 20–22.

Le biocontrôle en programme

Le réseau d'excellence expérimentale (R2E) composé d'organismes économiques collecteurs agréés BPE (Bonnes Pratiques d'Expérimentation), au côté d'ARVALIS Institut-du-végétal a poursuivi son travail d'investigation sur blé tendre avec un total de 9 essais. Le protocole 2019 visait à évaluer ou confirmer l'efficacité contre la septoriose du soufre à la dose de 2400 g/ha associé à des phosphonates en substitution totale du T1 conventionnel. Les phosphonates (DSPF016) ont été testés additionnés ou non de soufre en association au T2, avec une dose réduite d'Elatus Era.

Figure 26 : Efficacité (%) et rendement (q/ha) moyens sur la base de 9 essais : extrait du Réseau R2E 2019.
T1 = Juventus 0.6 L/ha + Faeton SC 3 L/ha ; T2 = Elatus Era 0.6 L/ha.



Le soufre et les phosphonates confirment au T1

Le programme de référence retenu dans ces essais était Faeton SC 3L + Juventus 0.6 L/ha au T1 (Z32) suivi de Elatus 0.7 L/ha au T2 (Z39 à 45). Les produits de biocontrôle ont été introduits en substitution totale ou partielle du T1. En 2019, dans ces essais comme dans la plupart des essais, le T1 s'est avéré finalement peu utile. Le bénéfice qui en a résulté est de l'ordre du quintal. Les observations de maladies ont cependant permis de distinguer les modalités entre elles et de confirmer certains des résultats antérieurs.

L'association DSPF016 avec Heliosoufre S s'est montrée équivalente à référence T1 retenue (Faeton SC + Juventus). De même l'association Faeton SC + DSPF016 donnent des résultats proches de ceux obtenus avec la référence. On peut également voir, bien que la différence soit non significative, que l'apport de l'adjuvant 846 (Le 846) améliore sensiblement l'efficacité de cette association.

Les résultats confirment que dans un contexte maladie dominée très largement par la « septoriose », et sous des pressions de maladie faible à moyenne, la substitution du T1 par du biocontrôle à 100% est possible. Le coût de cette solution (DSPF016) sera un élément déterminant de son développement futur.

Le soufre et les phosphonates pourraient aussi être utiles au T2 ?

Pour tenter d'apporter une première réponse à cette question, le réseau R2E a mis en place 2 modalités sur

la base du même programme de référence. Il s'agissait de comparer une dose réduite du T2 de référence : Elatus Era 0.4 L/ha, à la même dose d'Elatus Era 0.4 L/ha complétée par du soufre (Faeton SC à 3 L/ha) ou par du soufre et des phosphonates (DSPF016). L'ensemble est comparé au programme de référence où Elatus Era est apporté à 0.6 L/ha, précédé du même T1.

Les résultats ne sont pas significatifs sur le plan statistique, ni différents en valeur absolu. L'absence d'effet dose entre Elatus Era 0.4 L/ha et 0.6 L/ha interdisant de conclure, même à une quelconque tendance.

Osez la protection entièrement biocontrôle !

Le réseau R2E explore la possibilité d'une protection totalement biocontrôle au T1, comme au T2. Sur les essais du réseau, en moyenne deux applications de biocontrôle au T1 et au T2 donnent des résultats très en retrait par rapport aux autres modalités avec IDM+SDHI au T2 (même non précédée d'un T1). Dans l'état actuel des solutions disponibles, une protection 100% biocontrôle sur une variété sensible ou moyennement sensible, ne peut être envisagée qu'en multipliant le nombre de traitements (voir nos résultats 2018). Une option qui ne trouve pas beaucoup de soutien, dans un contexte où la présence d'un pulvérisateur au champ reçoit la désapprobation du public, qu'il épande ou non des solutions de biocontrôle. La solution idéale devra combiner biocontrôle, OAD et résistance génétique, sans augmenter le nombre de passages.

Phosphate, phosphonate ou phosphite

Les phosphates, dérivés de l'acide phosphorique, 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 phosphoreux³. 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 phosphites, mais il conviendrait davantage de parler de phosphonates. 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 existants par ailleurs à l'état naturel et figurent à ce jour sur la liste biocontrôle.

³ L'acide phosphonique et l'acide phosphoreux sont deux formes (ou tautomères) de l'acide de formule chimique H_3PO_3

Rouille brune

2003 ↑ 2004 → 2005 → 2006 → 2007 ↑↑ 2008 ↓ 2009 ↓ 2010 ↓ 2011 → 2012 ↑ 2013 → 2014 ↑
2015 ↑ 2016 → 2017 ↓ 2018 Sud → Nord ↑ **2019 Sud → Nord ↑**

RESULTATS DES ESSAIS 2019 «PRODUITS» ARVALIS - INSTITUT DU VEGETAL

Cette année, trois essais ont été réalisés (départements 11, 26, et 32). Les conditions climatiques du Sud de la France, plutôt sèches, ont limité le développement de la maladie qui a évolué tardivement.

Les trois essais sont exploités, ils présentent 36 % en moyenne de surface attaquée par la rouille brune dans le témoin non traité et un rendement moyen de 92.7 q/ha en l'absence de traitement. On observe une nuisibilité moyenne assez faible pour des essais visant spécifiquement la rouille brune, de 12.2 q/ha,

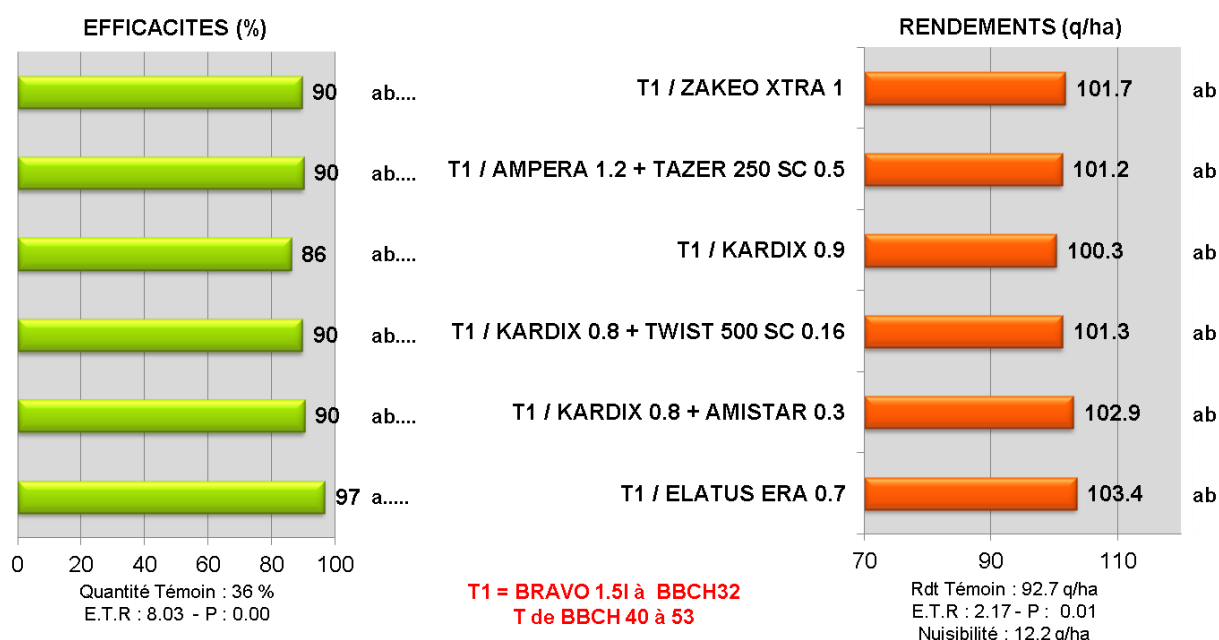
La comparaison des différentes modalités est réalisée après une application au stade dernière feuille étalée. La maladie n'a pas encore gagné la dernière feuille lors de

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.

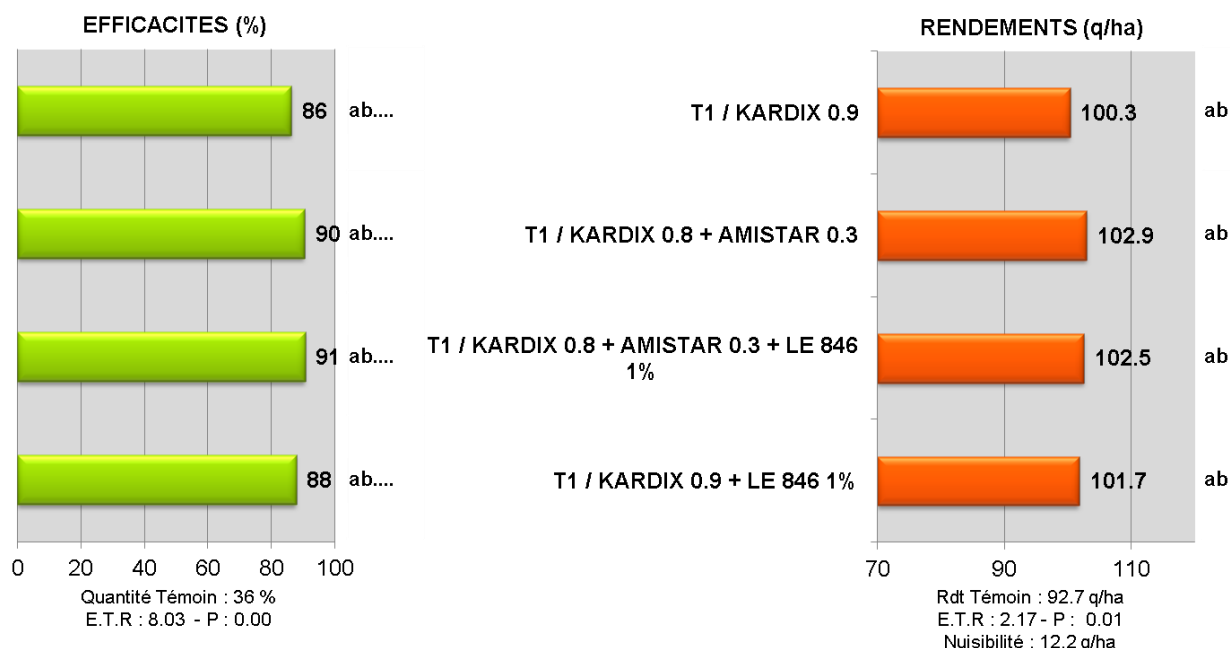
L'écart d'efficacité maximum entre les modalités traitées est de seulement 15 points, soit 97 % pour la meilleure efficacité et 49 % pour la moins bonne. Cet écart se traduit par une différence de rendement entre ces deux modalités extrêmes de 6.8 q/ha seulement, écart statistiquement non significatif.

Figure 1 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 3 essais : 11, 26 et 32



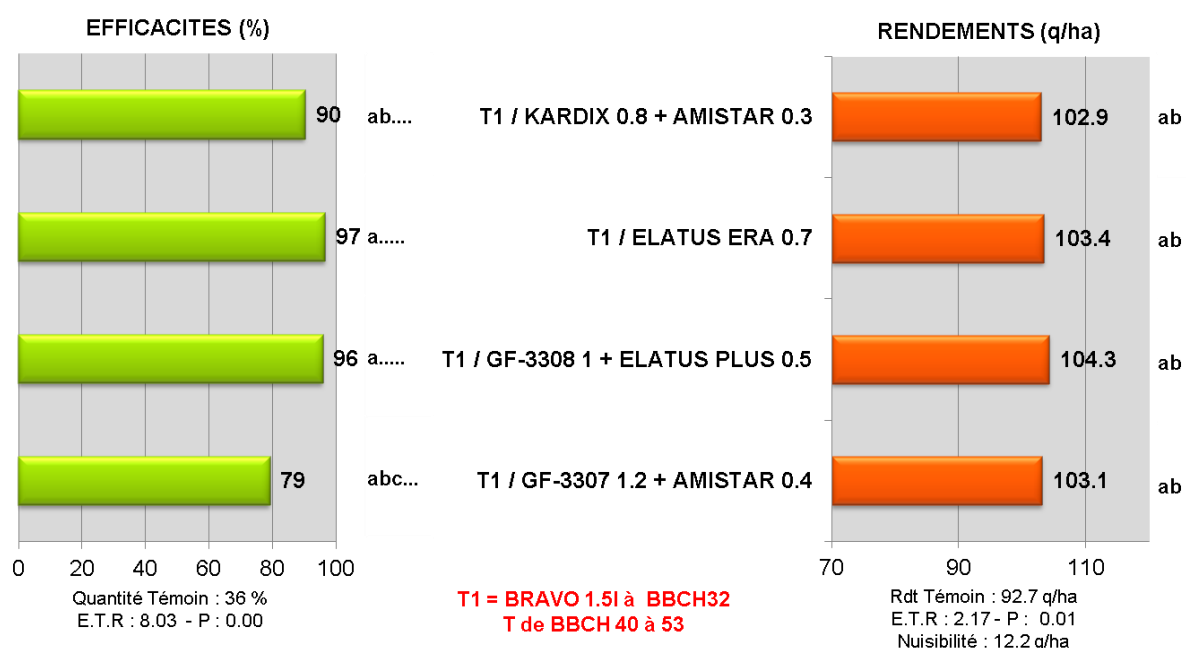
Les comparaisons s'effectuent avec pour référence Zakeo Xtra à 1 l/ha, connu antérieurement sous le nom de Piori Xtra (qui n'est plus distribué). Il procure 90 % d'efficacité et 101.7 q/ha. Globalement toutes les modalités testées sont très efficaces dans les conditions de l'année 2019. Seul Kardix est légèrement en retrait sur le rendement sans toutefois être différent sur le plan des statistiques.

Figure 2 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 3 essais : 11, 26 et 32



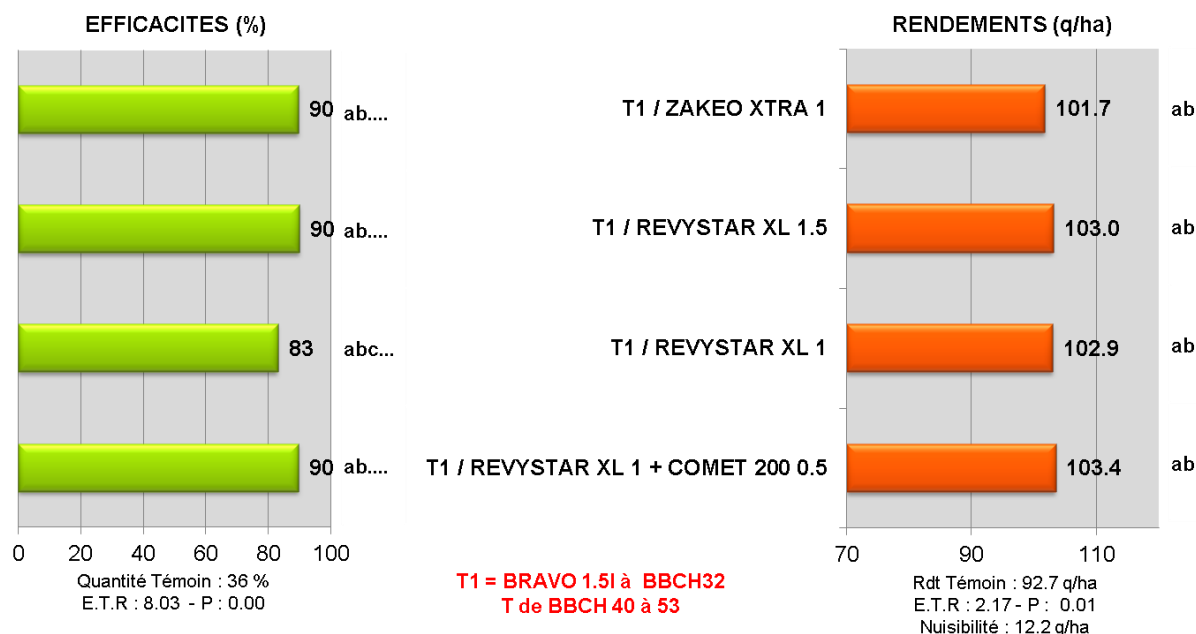
L'adjuvant, LE 846 récemment autorisé, codé initialement CCL-846, a été testé en mélange avec Kardix (0.9 l/ha) et avec l'association Kardix + Amistar (0.8 + 0.3 l/ha). Dans les deux cas, on constate 1 ou 2 points d'efficacité supplémentaires et un gain de rendement compris entre 0.5 et 1 quintal (non significatif).

Figure 3 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 3 essais : 11, 26 et 32



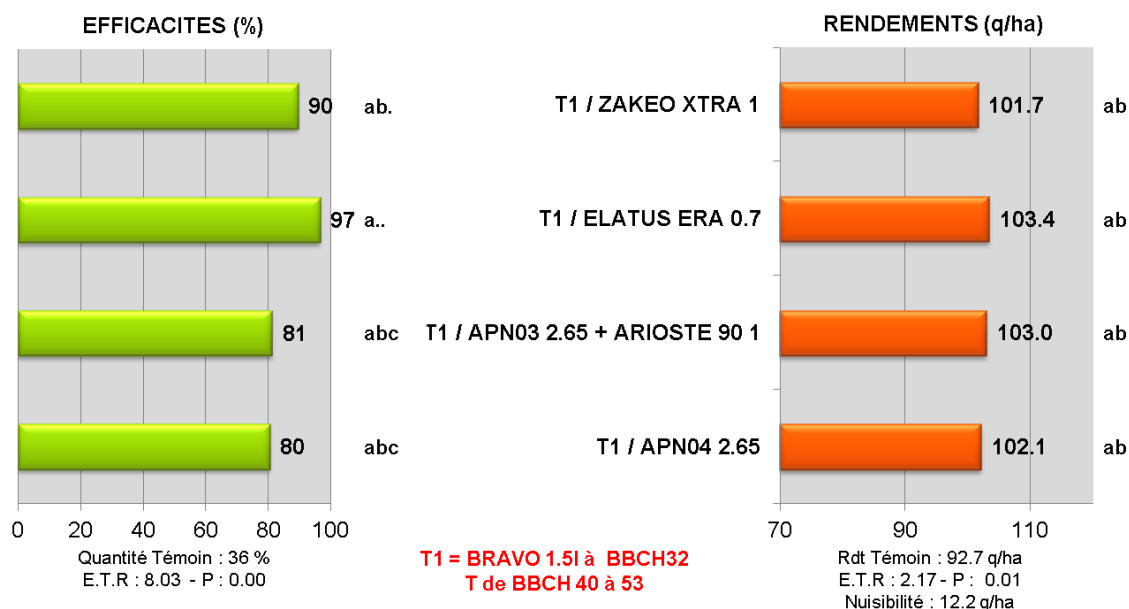
Le projet Inatreq sous le code GF 3307 est une association de fenpicoxamid 50 g/l et de prothiokonazole 100 g/l. Il est testé en mélange avec Amistar aux doses respectives de 1.2 + 0.4 l/ha. Les résultats d'efficacité ne sont pas différents statistiquement des autres modalités testées, ils sont toutefois légèrement en retrait. Par ailleurs, le mélange GF 3308 (fenpicoxamid 50 g/l) + Elatus Plus à 1 + 0.5 l/ha donne des résultats du niveau de Elatus Era, ce dernier se situant parmi les meilleures modalités de cette comparaison.

Figure 4 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 3 essais : 11, 26 et 32



Revystar XL (codé avant AMM Revy XA) est une association de mefentrifluconazole (appelé plus couramment Revysol) et d'un SDHI, le fluxapyroxad. A pleine dose, soit 1.5 l/ha, Revystar XL obtient 90 % d'efficacité et 103 q/ha de rendement. A 1l/ha, Revystar XL est légèrement en retrait sur le plan de l'efficacité, sans être statistiquement différent de la dose de 1.5 l/ha. En association avec Comet 500 (0.5l/ha) Revystar XL à 1l/ha se situe au niveau de la pleine dose Revystar XL.

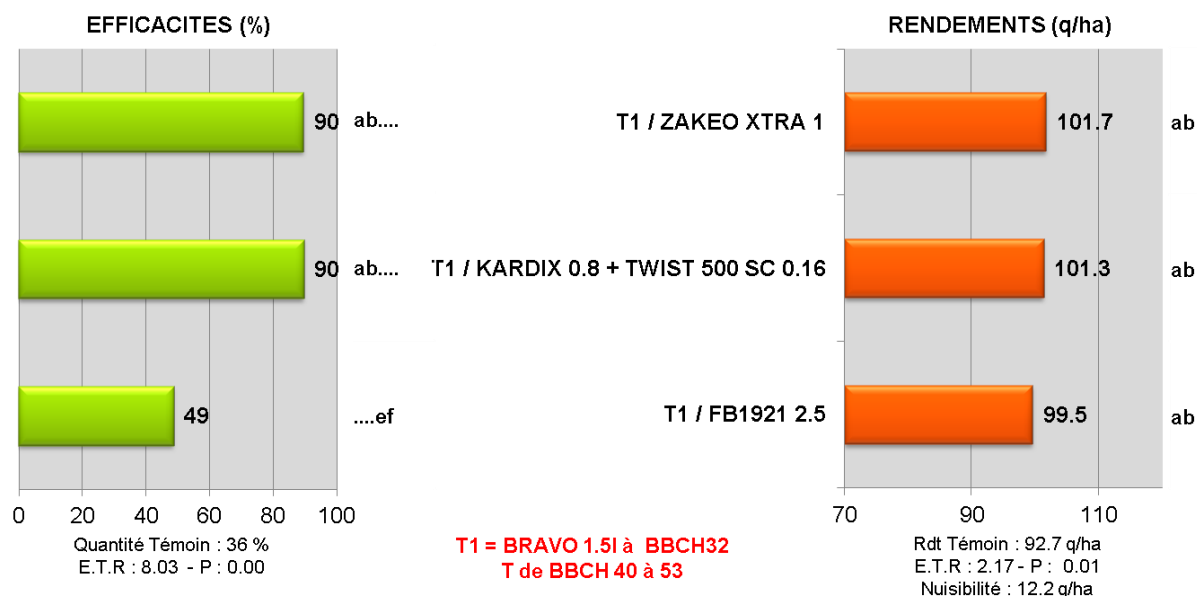
Figure 5 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 3 essais : 11, 26 et 32



Le code APN03 est un projet de chez Syngenta avec un nouveau Sdhi. Il s'agit du pydiflumetofen, codé sous le nom de marque Adepidyn®. 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, 1 l/ha). Les résultats sont bons et se situent au niveau des meilleurs produits. Un autre projet à base de pydiflumetofen est étudié : APN04. Il s'agit d'une association prête à l'emploi de pydiflumetofen 62.5 g/l + prothioconazole 75g/l. Les résultats sont du même niveau que l'association précédente. Au final, les résultats de ces deux projets sont corrects aux doses étudiées (pleines doses), ils arrivent en tête de classement tant sur le plan des efficacités que des rendements, sans tout à fait égaler la meilleure référence Elatus Era 0.7l/ha.

Figure 6 : Efficacités et rendements de différentes associations sur rouille brune du blé – Application unique au stade 39/45 – 3 essais : 11, 26 et 32



Le projet FB1921 est à base de métyltétraprole et a pour nom de marque Pavecto®. Le métyltétraprole est une substance active fongicide de la famille chimique des QoI. Si sur septoriose cette molécule s'avère intéressante, son potentiel plus limité sur rouille brune (bien que ce soit une strobilurine), méritera vraisemblablement un renfort. Les premiers résultats d'efficacité sont bien en retrait face aux références du marché.

REPERES POUR 2020

- La rouille brune a été comme en 2018 plus présente dans le Nord de la France que dans le Sud.
- Arrivée tardivement elle a eu peu d'impact sur les parcelles protégées.
- Dans l'état actuel des connaissances, ni la rouille brune, ni la rouille jaune du blé (ni la rouille naine des orges) ne sont concernées par la résistance vis-à-vis des strobilurines, des SDHI ou encore des triazoles.
- Les triazoles associées à une strobilurine continuent de jouer un rôle de premier plan dans la lutte contre la rouille brune. Parmi les QoI, pyraclostrobine, picoxystrobine et azoxystrobine présentent les meilleures efficacités.
- Les SDHI ne sont pas indispensables pour lutter contre la rouille brune. Certains mélanges trois voies font cependant partie des traitements les plus efficaces sur rouille brune.
- Le Kardia, 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.
- Le Revystar XL pourra être utilisé seul ou associé à une strobilurine en fonction de la dose utilisée.
- De nouveaux projets à base d'Adepidyn en association présentent de bons niveaux d'efficacité sur rouille brune.
- Un projet encore lointain le Pavecto qui demandera à être complété sur rouille brune.

Rouille jaune

Pas encore de solution de biocontrôle sur rouille jaune !

Si la septoriose est la maladie du blé qui déclenche le plus souvent la première intervention, la présence de rouille jaune peut aussi justifier un traitement précoce, parfois même avant le stade BBCH32, (considéré comme un stade avant lequel, il n'est pas justifié d'intervenir contre la septoriose).

Un traitement de biocontrôle uniquement efficace contre la septoriose ne permettra donc d'envisager la suppression d'un traitement conventionnel, que pour des variétés résistantes à la rouille jaune (note 7, 8).

Pour cette raison, l'efficacité des solutions de biocontrôle existantes ou potentielles sont recherchées et évaluées sur rouille jaune. Après 3 ans d'essais, aucune solution de biocontrôle ne permet de contrôler à elle seule la rouille jaune. Les solutions de biocontrôle autorisées sur le blé (ou ayant fait l'objet d'une demande d'AMM), comme le soufre et les phosphonates seuls sont inefficaces. Tout au plus, nous avons perçu une amélioration de l'efficacité, apportée par le mélange soufre + phosphonates, en mélange avec une dose très réduite de pyraclostrobine. Rien qui puisse pour l'instant permettre d'envisager une quelconque valorisation du biocontrôle sur cette cible.

Fusariose des épis

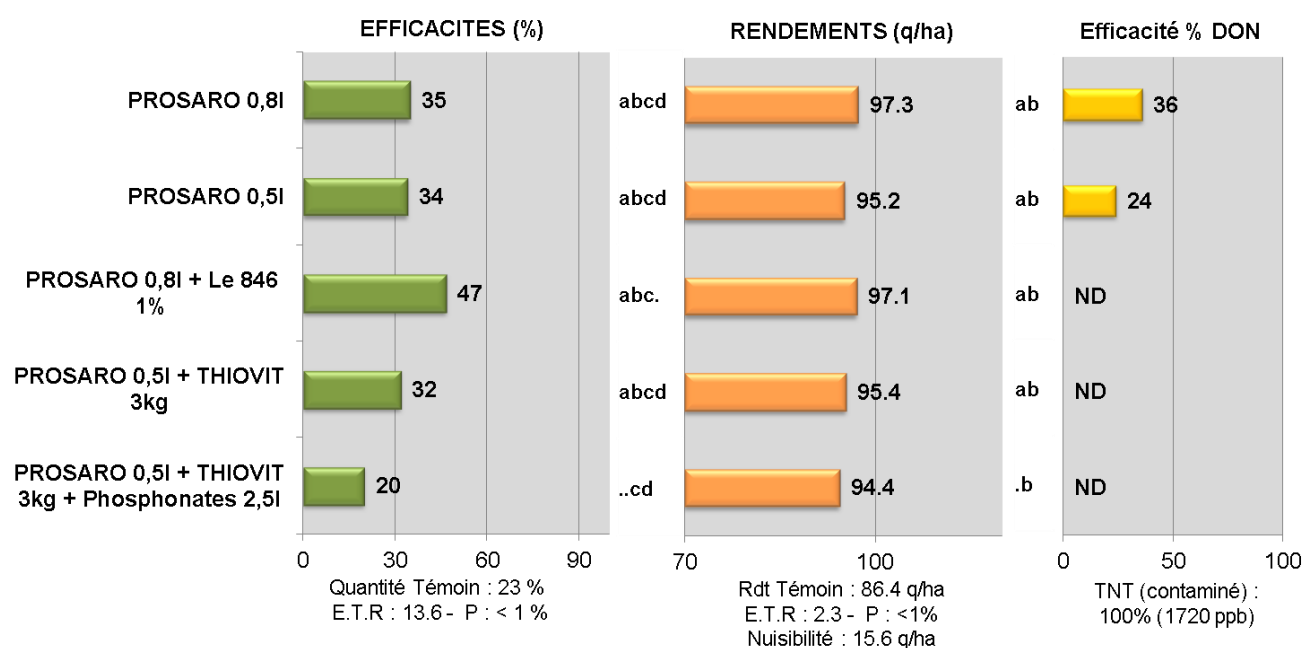
LUTTE CONTRE LES FUSARIOSES - *FUSARIUM SPP.* ET *MICRODOCHIUM SPP.* : QUOI DE NEUF ?

En 2019, 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. Les évaluations sont conduites sous brumisation et contamination (apport de résidus de maïs au sol). Les applications

sont réalisées au stade BBCH 61 (apparition des 1ères étamines). Les analyses pratiquées sur le grain à la récolte ont montrés que les essais sont contaminés majoritairement par *F. graminearum*, même si *Microdochium spp.* est aussi présent.

Fusarium graminearum sur épis

■ **Figure 1 : Efficacités de différentes spécialités fongicides sur épis, rendements et réduction de teneurs en DON obtenues après traitement contre *Fusarium graminearum* (blé tendre, apport de résidus de maïs et brumisation) - 3 essais (24, 68, 91)**



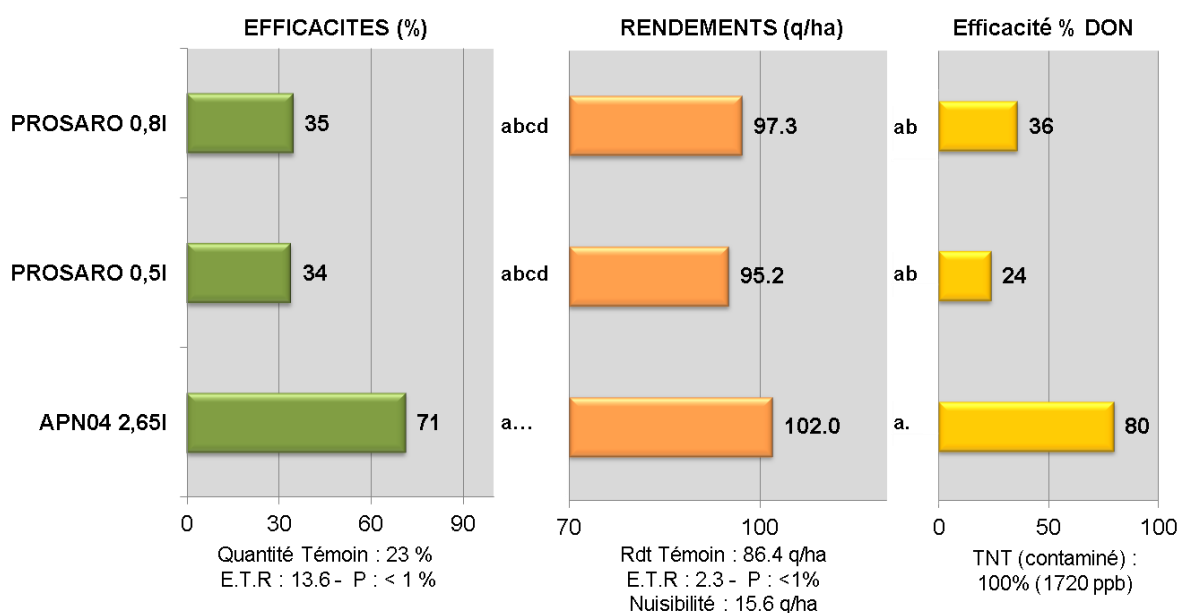
Biocontrôle : pas de solution en vue

Parmi les nombreuses solutions de biocontrôle travaillées, nous avons étudié les potentialités du soufre additionnés ou non de phosphonates (figure 1) en association avec la référence Prosaro à 0.5 L/ha. Les résultats montrent que l'apport de soufre, comme de phosphonates ne permet pas d'améliorer significativement l'efficacité de la référence Prosaro.

Un adjuvant à confirmer !

L'adjonction à 0.8 L/ha de Prosaro d'un adjuvant à 1 % (Le 846), a permis d'améliorer l'efficacité sur épis dans deux des trois essais (figure 1). En moyenne l'apport est de 12 points d'efficacité (non significatifs). Les expérimentations devront être poursuivies. Cette tendance positive n'avait en effet pas été observée en 2018 sur épis.

Figure 2 : Efficacités de différentes spécialités fongicides sur épis, rendements et réduction de teneurs en DON obtenues après traitement contre *Fusarium graminearum* (blé tendre, apport de résidus de maïs et brumisation) - 3 essais (24, 68, 91)



Une nouvelle substance active pleine de promesse !

Parmi les solutions conventionnelles, le pydiflumetofen (projet Adepidyn), nouvelle substance active de la famille des SDHI, a pour la première fois été évaluée, associée au prothioconazole pour lutter contre *F. graminearum*. Les résultats, bien que statistiquement non significatifs, dépassent de beaucoup ceux obtenus par la référence Prosaro à 0.8 L/ha (figure 2). En moyenne sur les trois essais, l'efficacité du pydiflumetofen + prothioconazole (APN04) est efficace à 71 % à sa pleine dose de 2.65 L/ha. Des résultats à rapprocher des 35 % d'efficacité obtenus par la référence. Une différence importante, qui souligne à la fois le potentiel de cette association pour contrôler cette maladie, mais aussi la piètre efficacité de la référence.

Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus aux US, avec une association de propiconazole et de pydiflumetofen (Miravis Ace®) (Proceedings of the 2017 National Fusarium Head Blight, 2017, p. 5. https://scabusa.org/pdfs/NFHB17_Proceedings_PF_Web.pdf).

La fenêtre d'utilisation de cette spécialité mérite bien sûr d'être affinée, tout comme sa capacité à contrôler *F. graminearum* sur d'autres céréales (comme l'orge, ou le triticale). Dans un contexte de raréfaction des solutions disponibles, cette innovation apparaît incontestablement (aux côtés des leviers agronomiques ou génétiques) comme une aide précieuse pour continuer à gérer le risque économique et sanitaire associé à la fusariose sur blés.

La référence décevante !

Les résultats obtenus avec la référence Prosaro, s'ils sont décevants... ne sont pas malheureusement pas très surprenants. Nous avons en 2017, à partir d'une synthèse des essais 2004-2017, souligné l'érosion de l'efficacité des fongicides utilisés pour lutter contre la fusariose de l'épi. Les résultats de ces deux dernières années, avec 35 % d'efficacité sur épi (*F. graminearum* principalement), ne viennent pas contredire cette synthèse.

Par conséquent, des investigations complémentaires mériteraient d'être engagées. Un premier sondage a été réalisé. Les CI50 réalisées de quelques souches, dont certaines issues des essais de 2017, ont confirmé une variabilité de la sensibilité de *F. graminearum* au tébuconazole notamment (AS Walker, 2019). Variabilité déjà constatée en 2007, mais aussi dans d'autres pays : Etats-Unis, Brésil, Chine. Une équipe de recherche a identifié parmi une population sensible, une souche de *F. graminearum* qualifiée de résistante (CI50 = 8 mg/L) et susceptible de provoquer une perte d'efficacité in planta (P. Spolti, 2014) . Le travail reste donc à faire.

¹ Communication personnelle

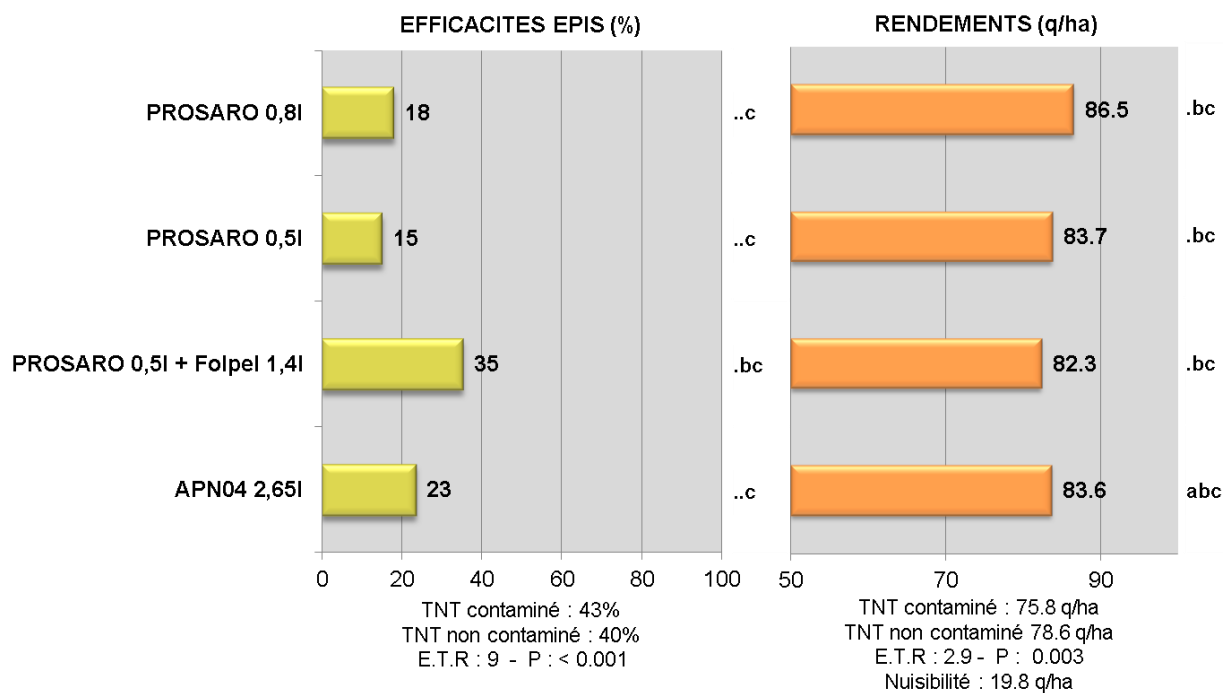
² P. Spolti et al, 2014 : Triazole Sensitivity in a Contemporary Population of *Fusarium graminearum* from New York Wheat and Competitiveness of a Tebuconazole-Resistant Isolate in Plant Disease / May 2014 The American Phytopathological Society, p. 607-613 on line : <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-10-13-1051-RE>

Microdochium spp.

Parallèlement, des essais ont été conduits pour lutter contre *Microdochium* spp., soit avec des innovations conventionnelles (figure 3), soit avec des solutions biocontrôles associées à des produits conventionnels. 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.

Figure 3 : Efficacités de différentes spécialités fongicides sur feuilles et épis, et rendements obtenus après traitement pour lutter contre *Microdochium* spp. (blé dur, variété Nobilis, sous contamination artificielle et brumisation) - 2 essais (31, 91)



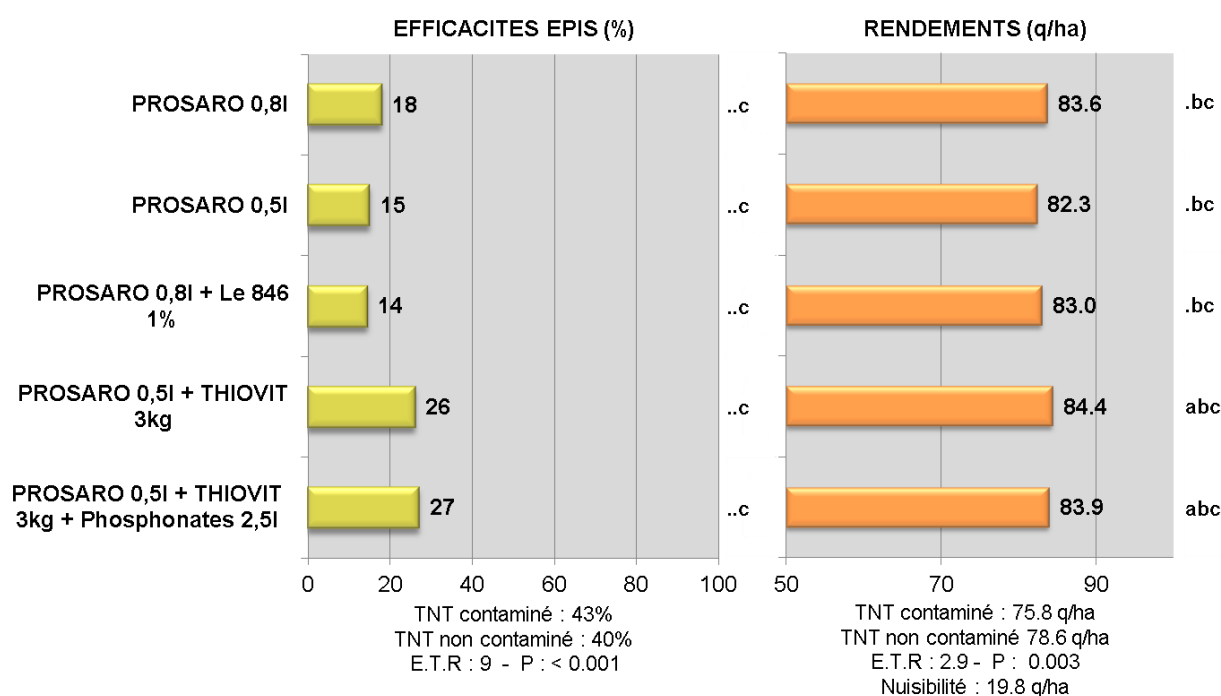
Les observations ont été réalisées sur feuilles et sur épis et complétées par des mesures de rendement, de teneur en mycotoxines, ainsi que d'une estimation du taux de moucheture.

D'une manière générale, les efficacités observées sont faibles à très faibles, sur épi comme sur feuilles. Et les analyses (quantifications moléculaires sur grain par qPCR) ont démontré la présence dominante de *Microdochium* spp., en particulier de *M. majus*, *F. graminearum* étant présent mais peu abondant sur les deux essais.

Parmi les nouveaux fongicides évalués, le pydiflumetofen associée au prothioconazole (APN04) a été testée à 2.65 L/ha. Les résultats obtenus sont médiocres et bien inférieurs à ceux obtenus en 2018, sur le même type d'essais. L'efficacité est en effet comparable à celle de la référence Prosaro 0.8 l/ha. (Figure 3).

Parmi les autres solutions testées, notez l'apport du SESTO (folpel à 700 g/ha) associé à Prosaro 0.5 L/ha. L'apport est significatif statistiquement dans l'un des deux essais.

Figure 4 : Efficacités de différentes spécialités fongicides sur feuilles et épis, et rendements obtenus après traitement pour lutter contre *Microdochium* spp. (blé dur, variété Nobilis, sous contamination artificielle et brumisation) - 2 essais (31, 91)



S'agissant de l'adjuvant Le 846, associé à Prosaro 0.5 L/ha, aucune différence n'a été notée avec ou sans cet adjuvant. Davantage de résultats sont nécessaires. Remarquons simplement qu'il s'agit ici d'une évaluation sur blé dur (donc barbu), à la différence des résultats acquis sur *F. graminearum*, obtenus sur blé tendre (non barbu). A suivre.

Pour le biocontrôle, les travaux ont été poursuivis sur le soufre et un mélange soufre + phosphonate(s). Nous avons déjà remarqué en 2018 l'apport du soufre à 2400 g/ha (Thiovit Jet Microbilles) sur *Microdochium* spp., notamment sur feuilles en association avec Prosaro. Les résultats acquis en 2019 confirment l'intérêt en association du soufre sur feuilles mais aussi sur épi. Il permet de faire progresser en tendance l'efficacité et le rendement. L'association Prosaro 0.5 L/ha + soufre reste toutefois très insuffisante dans le contexte de forte pression de maladies de ces essais. L'adjonction de phosphonates pour former un mélange triple : Prosaro + soufre + phosphonates, comme en 2018, ne permet pas d'améliorer le contrôle de la maladie.

Et 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 mais aussi réactiver le questionnement du déterminisme de ce critère. Les données de 2018 (1 seul essai très fortement touché), jusqu'ici non publiées, ont souligné la bonne efficacité de l'association pydiflumetofen + prothioconazole, qui (mieux que la référence) avait réduit de près de moitié le taux de moucheture (efficacité 49% vs Prosaro 23%). En 2019, les résultats sont plus mitigés pour l'association à base de pydiflumetofen, qui ne fait pas mieux que la référence. Les observations 2019 confirment cependant le constat antérieur : le taux de moucheture serait corrélé à l'efficacité observée sur épi.

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 de 2000 à 2019 en estimant la nuisibilité sur les principaux bassins de productions et non plus par zone géographique. Cet

indicateur permet d'estimer la nuisibilité (en q/ha) à laquelle on peut s'attendre dans un bassin de production 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 bassin de production sont proposés grâce à la modélisation, un niveau de nuisibilité moyen. Cette valeur de sortie a été estimée à partir d'un modèle statistique établi à partir des écarts de

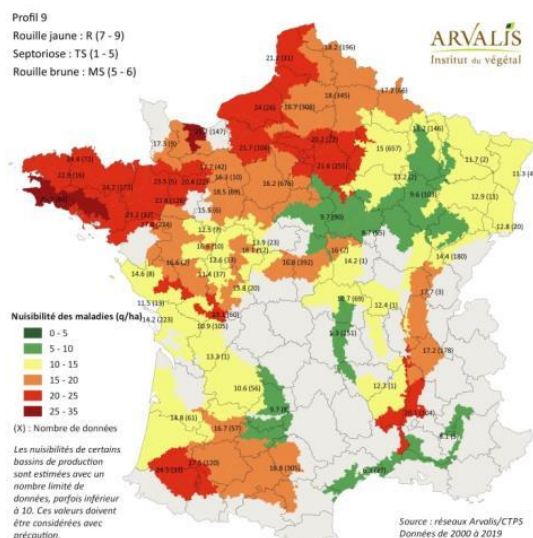
rendement traité - non traité observés dans 3370 essais entre 2000 et 2019.

Elle est présentée 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 Bermude ou SY Moisson, un profil moyennement sensible (profil n°24) correspondant à un type RGT Sacramento et un profil résistant (profil n°27) correspondant à un type Fructidor ou LG Absalon (Figure 1).

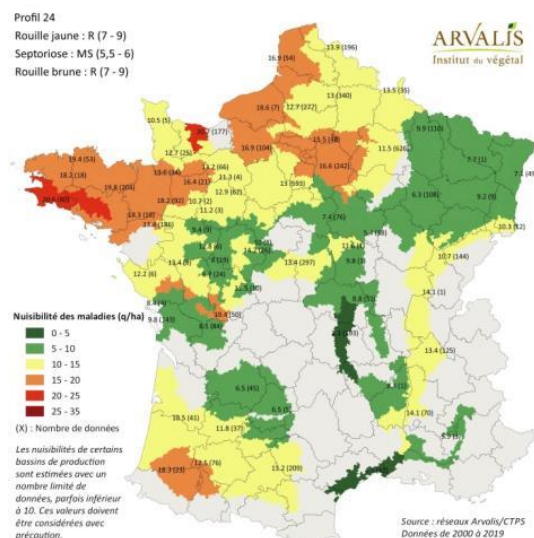
¹ : Tous les types de profil peuvent être modélisés.

Figure 1 : Cartes de nuisibilité (q/ha) de 2000 à 2019 entre trois profils globaux différents représentatifs de variétés cultivées : sensible (S) à la septoriose, moyennement sensible (MS) et résistant (R)

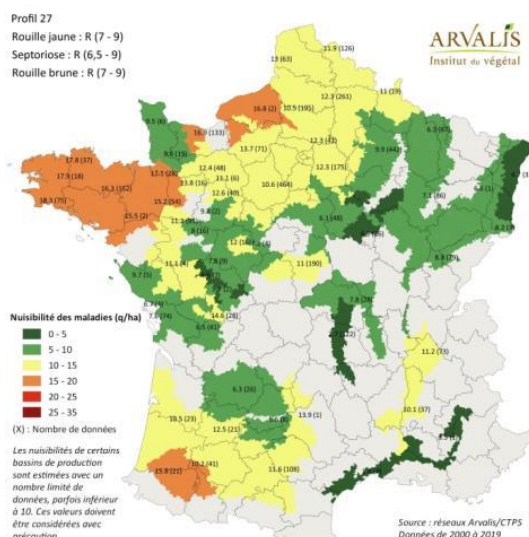
Profil de sensibilité n°9 type SY Moisson
 Septo : TS Rouille brune : MS Rouille jaune : R



Profil de sensibilité n°24 type RGT Sacramento
 Septo : MS Rouille brune : R Rouille jaune : R



Profil de sensibilité n°27 type LG Absalon
 Septo : R Rouille brune : R Rouille jaune : R



Les zones grisées sont celles où le nombre de données d'essais pour le profil considéré est trop faible pour estimer des valeurs de nuisibilités fiables. (x) représente le nombre de données ayant servi à estimer la nuisibilité. Les nuisibilités de certains bassins de production sont estimées avec un nombre limité de données, parfois inférieur à 10. Ces valeurs doivent être considérées avec précaution.

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 15 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, près de 20 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.

QUELLE ENVELOPPE FONGICIDE POUR 2020 ?

A titre de repère, la dépense fongicide moyenne sur blé tendre s'est établie en 2019 à 69 €/ha traité (2018 à 70 €/ha, 2017 à 70 €/ha, 2016 à 84 €/ha, 2015 à 82 €/ha, 2014 à 87 €/ha et 2013 à 80 €/ha). On constate une stabilité par rapport à 2018. 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. Pour établir nos propositions de programmes pour la saison 2020, nous retenons 15 €/q comme prix de base du blé. A chacun de l'augmenter ou le diminuer selon ses convenances.

Nous avons fait évoluer nos repères de dépenses optimales et ne conservant dans notre modèle que les es-

sais à partir de 2012 qui contiennent un SDHI en T2. Pour rappel, dans ces essais dit «courbe de réponse», nous faisons varier la dose de chaque fongicide utilisé en programme majoritairement en trois passages. Ainsi, une dépense de 82 €/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 42 €, et de 96 € si les dégâts dus aux maladies approchent 30 q/ha (tableau 2). 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.

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

² : Il est impossible de prédire le prix du blé à la récolte 2020. Nous tablons sur un prix de 15 €/q

Notez que pour l'analyse économique de nos résultats d'essai de 2019, nous avons retenu le prix de 15 €/q.

Pour une nuisibilité attendue de 15 q/ha^{3 4}, la dépense fongicide idéale s'échelonne de 42 à 67 €/ha selon le prix du blé retenu. Pour 15 €/q, la dépense idéale serait de 55 €/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 2020 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.

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

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

Quand introduire les SDHI dans les programmes ?

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

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

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 systématifiés.**

QUELQUES REPERES DE CONSTRUCTION POUR LA PROTECTION DES BLES TENDRES EN 2020

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 SDHI (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)

- En situation à risque de développement précoce (bordure maritime...), on préférera recourir aux variétés résistantes (note ≥ 7). 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 précoce comme celle observée en 2014, les produits ne dépassaient pas 20 jours de pro-

tection. Une enveloppe de 15-20 €/ha est suffisante pour ralentir la progression de la maladie en début de cycle.

Traitement en T1 (1 à 2 nœuds)

- Sur septoriose : **L'impasse de T1 à 2 nœuds devient la règle**. En situations à risque de développement précoce, on préférera recourir aux variétés résistantes (note ≥ 6.5) pour éviter un traitement. Seules les situations où Septo-LIS® indique un développement précoce de septoriose sur des variétés sensibles (note < 6.5) nécessitent un T1. Dans ce cas, les triazoles sont proposés de préférence associés avec un contact pour renforcer leur efficacité sur septoriose. Le chlorothalonil, le soufre et le folpel étant des fongicides multisites, ils présentent un risque de résistance limité. A noter que le chlorothalonil n'est utilisable que jusqu'au 20 mai 2020, et plus au-delà.

- Sur rouille jaune uniquement si présence de la maladie pour les variétés sensibles dont la note rouille jaune est < 7 .

- 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.

	Septoriose Tardive		Septoriose Précoce	
	Note S $\geq$ ou = 6.5	Note S $<$ 6.5	Note S $\geq$ ou = 6.5	Note S $<$ 6.5
Pas de Rouille jaune ou Note RJ $\geq$ 7	Pas de T1		Pas de T1	T1 ou (T1)
Rouille jaune présente avant DFE et Note RJ $<$ 7	T1			
	T1 classique		T1 septoriose : 20 à 30€ : type IDM + contact	
	(T1) = petit T1		(T1) septoriose : 0 à 20€ : type contact solo	
	T1 RJ/(septo)		T1 RJ ou RJ + septo : 15 à 30€ : type IDM +/- QoI ou contact	

Traitement en T2 (dernière feuille étalée à gonflement)

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

- 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 en T3, pour toutes les situations agronomiques où le risque fusariose est avéré et pour lesquelles l'objectif de qualité sanitaire est priori-

taire. Préférer dans ce cas un triazole anti-Fusarium seul (prothioconazole, tébuconazole, metconazole, bromuconazole) ou éventuellement Swing gold ou Fandango S⁵.

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

COMMENT INTEGRER L'INDICATEUR IFT

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

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

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

Tableau des efficacités sur blé

Efficacités par maladie des principaux fongicides ou associations utilisables sur blé

	Prix indicatif (€/ha)	Piétin verse	Oïdium	Septoriose	Rouille Brune	Rouille jaune	Fusariose épi	
							<i>F. graminearum</i>	<i>Microdochium spp</i>
ABACUS SP 1 I	30			+	+	++		
ADEXAR 0.8 I	40			++	++	++		
ADEXAR 1 I	50			+++	++	++		
AMPERA 1.2 I + CERCOBIN 1.2 I	43						+	+
AMPERA 1.5 I	33		+	+	+	++	+	+
AMPLITUDE / SULKY 0.6 + PRIAXOR EC 0.6	56			+++	+++	+++		
AVIATOR XPRO 0.6 I	40			+	+	+		
AVIATOR XPRO 0.75 I	50			++	++	+		
BALMORA 1 I	16		+		++	++	+	
BELL 1 I	38	+		+	+	+		
BELL STAR 1.25 I	41	+		++	++	++		
BROADWAY 1.8 I	36			++	++	++		
CERCOBIN 1.5 I	21						+	
CERIAX 1 I	38			++	++	++		
CERIAX 1.25 I	48			+++	+++	+++		
CURBATUR 0.4 + COMET 200 0.4	40			++	++	++		
DIADEM 0.8 + IMTRES 0.16	56			+++	++	++		
DJEMBE 0.75 I + CLORIL 0.75 I	28			++	+	++		
ELATUS ERA 0.75	46			++	+++	+++		
ELATUS ERA 1 I	61			+++	+++	+++		
ELATUS PLUS 0.6 + ARIOSTE 0.6	52			+++	+++	+++		
FANDANGO S 1 I	35	+		+	+	+	+	+
FANDANGO S 1 I + prochloraze 315 g	52	++		++	+	+	+	++
FLEXITY 0.3 I	17	+	+					
JOAO 0.4 I	30	+		+			+	+
JOAO 0.4 I + prochloraze 315 g	45	++		++			+	++
JUVENTUS 0.5 + COMET 200 0.5	44			++	++	++		
JUVENTUS 0.7 + BRAVO 0.7	32			++	+	+		
JUVENTUS 0.7 + JUBILE 2.1	22			++	+	+		
KANTIK 1.3 I	30		++	++	++	++		
KARDIX 0.7 I	35			++	+	+		
KARDIX 0.9 I	45			+++	++	+		
KARDIX 1.5 I	75			+++	++	++		
KESTREL 0.5 I	26			+	+	+	+	+
KESTREL 1 I	52			++	++	++	++	++
LIBRAX 0.75 I + COMET 200 0.25 I	48			++	+++	+++		
LIBRAX 0.8 + COMET 200 0.4	50			++	+++	+++		
LIBRAX 0.8 I	37			++	++	++		
LIBRAX 0.9 I	41			+++	++	++		
LIBRAX 1 I	46			+++	++	++		

MELTOP ONE 0.5 l	20		+					
NISSODIUM 0.5 l	45		+++					
OPUS NEW 0.75 l	22			+	+	+		
OPUS NEW 1.5 l	32			++	++	++		
OSIRIS WIN 1.25 l + PYROS EW 0.63 l	42			+	++	++	+	+
OSIRIS WIN 1.5 l	36			++	++	++	+	
OXAR 0.6 + CURBATUR 0.4	56			++	+++	+++		
PRIAXOR EC 0.6 + RELMER PRO 0.6	51			++	+++	+++		
PRIAXOR EC 0.6 l + RELMER 0.6 l	53			++	+++	+++		
Prochloraze 450 g	22			+				+
PROSARO 0.5 l	23			+	+	+	+	+
PROSARO 1 l	46			++	++	++	++	++
REVEYSTAR XL 0.5 + OXAR 0.5	56			+++	+++	+++		
REVEYSTAR XL 0.8 + COMET 200 0.4	57			+++	+++	+++		
REVEYSTAR XL 0.9	53			+++	++	++		
REVEYSTAR XL 1.5	89			+++	+++	+++		
SAKURA 1 l + IMTRES 0.8 l	58			+++	++	++		
SKYWAY XPRO 0.6 l	42			+	++	+		
SKYWAY XPRO 0.75 l	53			++	++	++		
SUNORG PRO 1 l	30			+	++	+	+	
SWING GOLD 0.75 l + CARAMBA STAR 0.5 l	38			+	++	++	+	+
SWING GOLD 1.5 l	31			+	++	++	+	+
TALENDO 0.25 l	21		+++					
VARIANO XPRO 1.2 l	42			++	++	+		
VIVERDA 1.25 l	46	+		++	+++	+++		
ZAKEO XTRA 1 l	40			+	+++	+++		

LÉGENDE

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