ORGES



Maladies et fongicides 2018

BILAN DE CAMPAGNE

Orges d'hiver et escourgeons

La majorité des semis a été réalisée avec un léger décalage en raison de la période de sécheresse enregistrée au début de l'automne. La culture a été mise en place progressivement sous un climat normalement frais et arrosé à partir du début novembre. Contrairement à l'année précédente, les mois d'hiver ont été doux et très pluvieux. Il a fallu attendre la fin février pour assister au retour marqué du froid (sans effet majeur). La conséquence de ce climat « chaotique » observé depuis l'implantation s'est soldée par une date de réalisation du stade épi 1 cm normale, aux alentours du 20 - 25 mars. Du début de la montaison à la récolte, les températures ont été plus élevées que la normale, avec même une période « caniculaire » fin avril. Du côté de la pluviométrie, hormis une période sèche enregistrée sur la deuxième quinzaine d'avril, le climat a été fréquemment venteux et pluvieux, souvent sous forme d'orages. En conséquence, la durée de montaison a été courte, avec une épiaison en avance d'une semaine sur la normale, tout comme, plus tard, la date de maturité physiologique a été avancée d'une dizaine de jours. Parmi les parcelles affectées par la verse, les premières l'ont été un peu avant l'épiaison. Les premières orges d'hiver ont été récoltées très précocement, dès le 15 juin pour les régions du Nord de la France.

BILAN SANITAIRE

Orges d'hiver et escourgeons

Les maladies explosent précocement.

Le mois de mars s'est déroulé dans la fraîcheur et sous des pluies fréquentes, favorables à des attaques de rhynchosporiose précoces et intenses. A partir de début avril, la montaison s'est accélérée fortement sous l'effet de températures chaudes pour la saison : 32 jours après le début de la montaison, les orges d'hiver ont épié (autour de fin avril - début mai).

Finalement, les maladies les plus souvent rencontrées ont été l'helminthosporiose, la rhynchosporiose, et localement des grillures ainsi que de la ramulariose en fin de cycle végétatif.

Sur orges de printemps semées à l'automne, de très fortes pressions de rhynchosporiose ont été observées.

La nuisibilité globale des maladies (estimée par l'écart de rendement constaté entre parcelles traitées et non traitées) est de 18.2 q/ha en 2018, soit un peu plus élevée qu'en 2017.

Tableau 1 : Nuisibilité des orges d'hiver en 2018

	Nord	Sud	**France**
Nbre essais	14	4	
moy écart T-NT	21.2	7.5	**18.2**

L'effet de la protection (Tableau 1) serait plus important au Nord qu'au Sud. Soulignons toutefois que le nombre d'essai au Sud reste très limité.
L'impact des maladies semble progresser régulièrement depuis 2012, peut-être en raison de l'accroissement considérable des surfaces occupées par les variétés Etincel et Isocel, dont la sensibilité aux maladies a augmenté très nettement depuis 2 à 3 ans (Tableau 2).

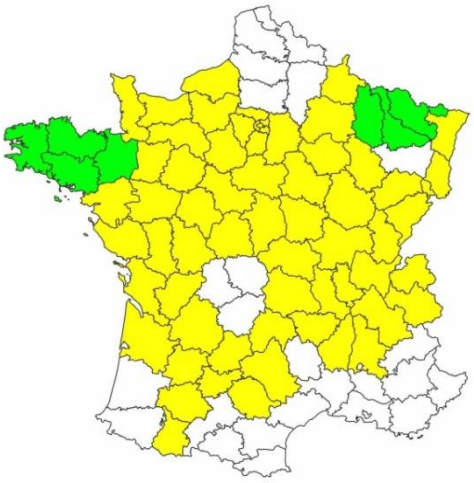
Tableau 2 : Ecart traité et non traité fongicide en q/ha à partir du réseau d'essais variétés et des essais fongicides d'ARVALIS depuis 2012 pour la seule variété ETINCEL

Année	**Nombre essais**	**Ecart Traité – Non Traité en q/ha**
2012	22	11.8
2013	20	11.9
2014	34	14.5
2015	53	12.9
2016	40	15.7
2017	27	16.1
2018	18	**18.2**
Moyenne pluriannuelle 2012 - 2018	30	**14.4**

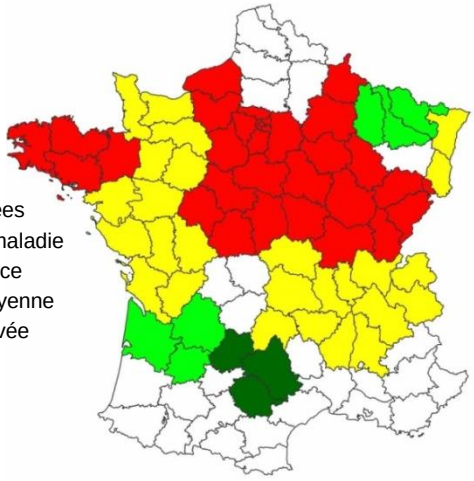
Pour plus de la moitié des 1,3 million d'hectares d'orges d'hiver récoltés en 2018, étaient cultivées avec des variétés préférées par le CBMO (Comité Orge Malt Bière) : Etincel (46 %), Isocel (6%), Passerel (4 %), Salamandre (2 %) et Casino (1%). La liste des variétés préférées devrait évoluer dans les prochaines années. En effet plusieurs variétés sont actuellement en cours de test par la filière brassicole (KWS Faro, Margaux, Pixel et Visuel).

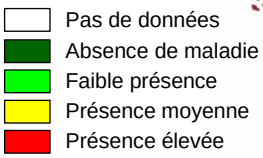
Figure 1 : Estimation de l'importance des maladies sur orge d'hiver en 2018 – Avis d'expert des régionaux d'ARVALIS.

Estimation de l'importance de l'**helminthosporiose** en 2018

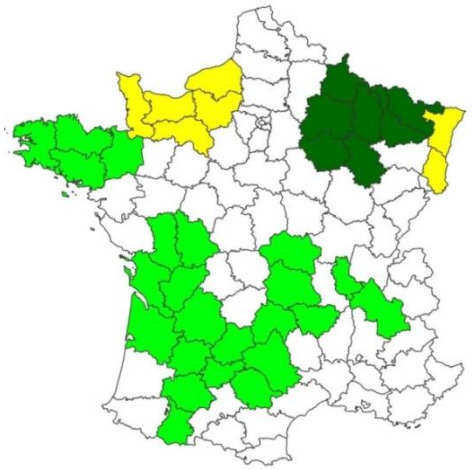


Estimation de l'importance de la **rhynchosporiose** en 2018

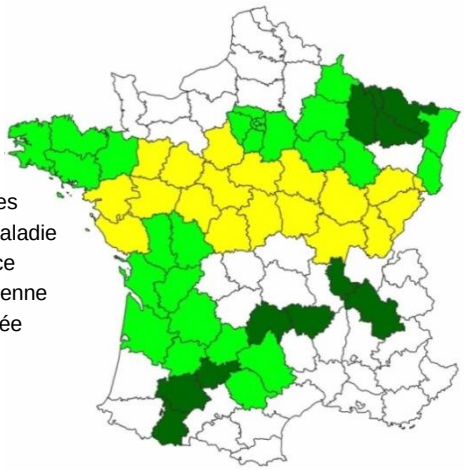


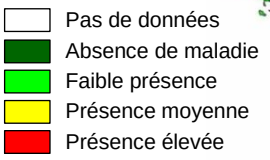


Estimation de l'importance de l'**oïdium** en 2018



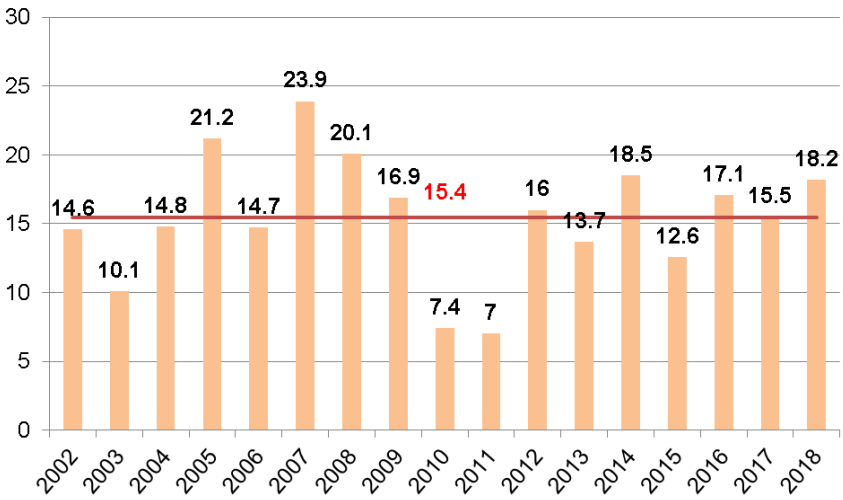
Estimation de l'importance de la **ramulariose** en 2018





Au final, l'année 2018 se caractérise par une forte pression de rhynchosporiose précoce, en particulier sur la variété Etincel, attaquée ultérieurement par l'helminthosporiose. Les autres maladies ont été très peu observées.

Figure 2 : Estimation en q/ha des pertes de rendement dues aux maladies sur orges d'hiver en l'absence de protection fongicide de 2002 à 2018 (essais ARVALIS- Institut du végétal)



Sur orge d'hiver, l'impact des maladies en l'absence de protection est estimé à 18.2 q/ha en 2018, pour une moyenne pluriannuelle France de 15.4 q/ha (depuis 2002).

ACTIVER LES LEVIERS AGRONOMIQUES

Pour lutter efficacement contre les maladies des orges d'hiver et des escourgeons, des mesures agronomiques peuvent intervenir en amont de la lutte chimique afin de limiter la pression des bioagresseurs et réduire l'utilisation des fongicides. Ces pratiques précèdent généralement l'apparition des maladies. Elles sont présentées ci-dessous par ordre décroissant d'efficacité.

Tableau 3 : Gestion du risque maladies des orges avec les leviers agronomiques

		+	
Incidence des techniques culturales	**Résistance variétale**		• Moyen de lutte le plus efficace. Pas de contournement brutal à ce jour pour les principales maladies, mais une érosion lente et inexorable en fonction de la popularité de la variété.
	Rotation		• Pour la plupart des maladies, une rotation de plus de deux ans sans plante hôte limite le développement des champignons.
	Date de semis		• Plus un semis est précoce, plus la culture est exposée tôt aux différents cycles de multiplication des pathogènes. • Décaler la date de semis permet d'éviter que les périodes climatiques favorables aux maladies ne coïncident avec celles où la plante est sensible.
	Fertilisation azotée		• Un excès d'azote favorise les maladies en créant un couvert végétal dense et un microclimat plus humide.
	Densité de semis		• Les semis denses favorisent un développement important du couvert facilitant la propagation de certains pathogènes et le maintien d'une hygrométrie favorisant la sporulation. • Les faibles densités limitent la pression des maladies, mais aussi affectent le rendement.
	Travail du sol enfouissement / broyage des résidus		• Les résidus de culture sont sources des contaminations primaires de certains pathogènes. • Le travail du sol (en enfouissant ou en favorisant la décomposition des résidus) limite le développement de certaines maladies comme la fusariose.
	Mélange variétaux		• Un mélange de variétés avec des sensibilités différentes tend à freiner la propagation des maladies ayant une dispersion aérienne (ex. oïdium).
	Profondeur de semis		• Un semis trop profond demande plus d'énergie à la plante pour atteindre la surface du sol, l'affaiblit et la rend plus vulnérable aux maladies.
		−	

Tableau 4 : Efficacité actuelle des différentes méthodes de lutte disponibles sur orges

Principales maladies	Piétin échaudage	Piétin verse	Typhula (Pourriture des neiges)	Rhynchos-poriose	Helminthos-poriose	Oïdium	Rouille naine	Ramulariose	Fusariose de l'épi
Nuisibilité des bioagresseurs	**(++)**	**+**	**+**	**++**	**+++**	**+**	**++**	**++**	**(+)**
Lutte agronomique(1)	**++**	**+**	**=**	**+**	**+**	**+**	**+**	**=**	**+**
Lutte génétique	**=**	**(+)**	**=**	**++**	**++**	**++**	**+++**	**+**	**=**
Lutte chimique	**+**	**(+)**	**=**	**+++**	**+++**	**+++**	**+++**	**+++**	**(+)**

Le tableau 4 permet de comparer, maladie par maladie, l'importance de la lutte agronomique et génétique au regard de la lutte chimique.

Nuisibilité : +++ Forte, ++ Moyenne, + Faible, (+) Faible à confirmer.
Efficacité : +++ Forte, ++ Moyenne, + Faible, (+) Faible à confirmer, = Sans incidence.

(1) Les maladies sont sensibles à l'interaction entre le travail du sol et les précédents, la gestion des résidus de culture ou des repousses, la date et la densité de semis, la fertilisation azotée…

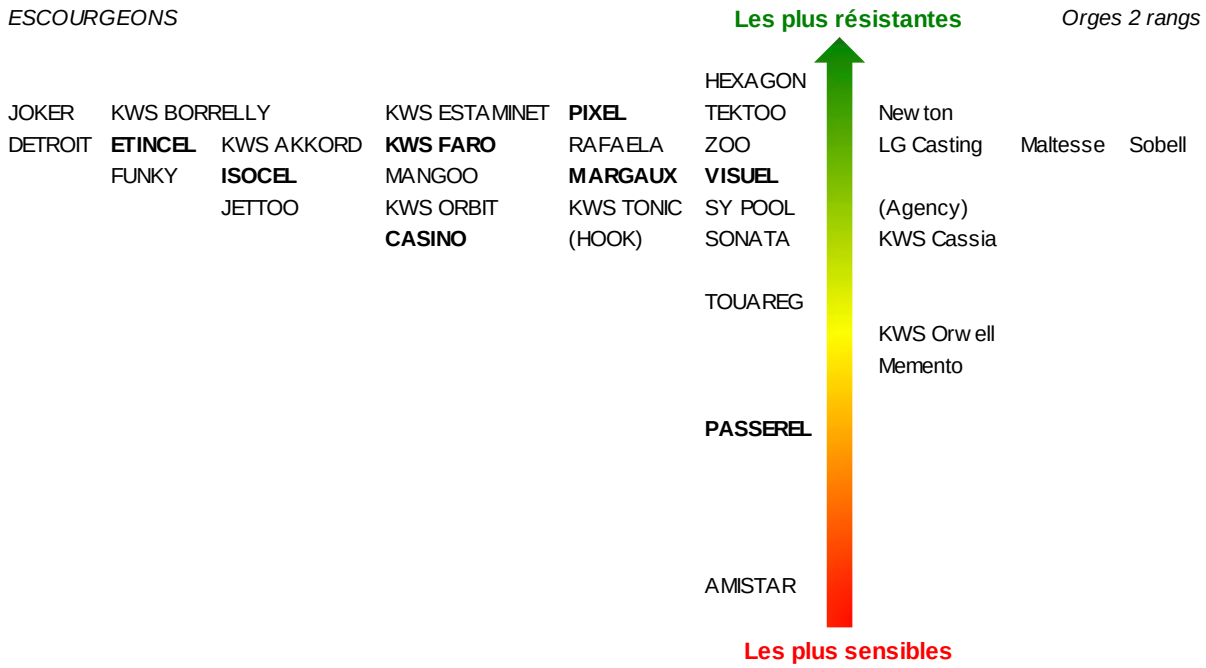
Tableau 5 : Incidence des techniques culturales mises en œuvre pour limiter le développement des maladies

	Principales maladies	Piétin échaudage	Piétin verse	Typhula	Rhynchos-poriose	Helminthos-poriose	Oïdium	Rouille naine	Ramula-riose	Fusariose épi
Incidence des techniques culturales mises en œuvre	**Rotation de + de 2 ans sans plante hôte**	**+++**	**+++**	**+**	**++**	**++**	**=**	**=**	**=**	**+++**
	Enfouissement des résidus	**+**	**+**	*****	**=**	**=**	**=**	**=**	*****	**+++**
	Date de semis retardée	**++**	**++**	**+**	**++**	**++**	**++**	**++**	**=**	**+**
	Densité de semis faible	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	*****	*****
	Semis trop profond	*****	*****	**-**	**-**	**-**	*****	*****	*****	*****
	Fertilisation azotée dose faible	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**++**	**+**	**+**
	Résistance variétale	*****	*****	*****	**++**	**++**	**++**	**+++**	**+**	*****
	Mélanges variétaux	*****	*****	*****	*****	*****	**+**	**+**	*****	*****

Légende :
+++ Techniques culturales entraînant une forte baisse de la pression parasitaire
++ Techniques culturales ayant un effet moyen sur la baisse de la pression parasitaire
+ Techniques culturales ayant un faible effet sur la baisse de la pression parasitaire
= Techniques culturales n'ayant pas d'effet sur la pression parasitaire
- Techniques culturales entraînant une augmentation de la pression parasitaire
* Absence d'information sur l'incidence des techniques culturales sur la pression parasitaire

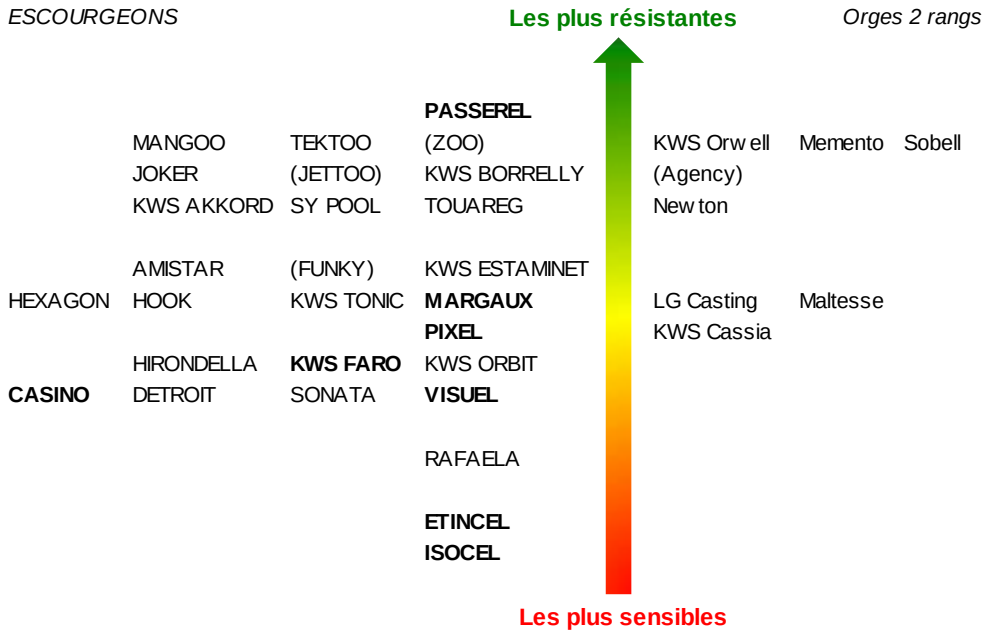
Résistances variétales pour l'orge d'hiver

Figure 3 : Résistance variétale à l'Oïdium – OH – échelle 2018/2019



( ) : à confirmer
En gras : variétés à orientation brassicole
Source : essais pluriannuels, 5 essais 2018

Figure 4 : Résistance variétale à la Rhynchosporiose – OH – échelle 2018/2019



( ) : à confirmer
En gras : variétés à orientation brassicole
Source : essais pluriannuels, 6 essais 2018

Parmi les variétés les plus sensibles à la rhynchosporiose, les trois orges 6 rangs hiver brassicoles Etincel, Isocel et Casino confirment leurs mauvais comportements vis-à-vis de cette maladie. Elles semblent vouloir être rejointes progressivement par les nouveautés KWS Faro, Visuel et Pixel.

A l'inverse Touareg et Passerel, généralement sensibles aux autres maladies sont plutôt tolérantes. Du côté des 2 rangs, Memento apporte un progrès par rapport à KWS Cassia.

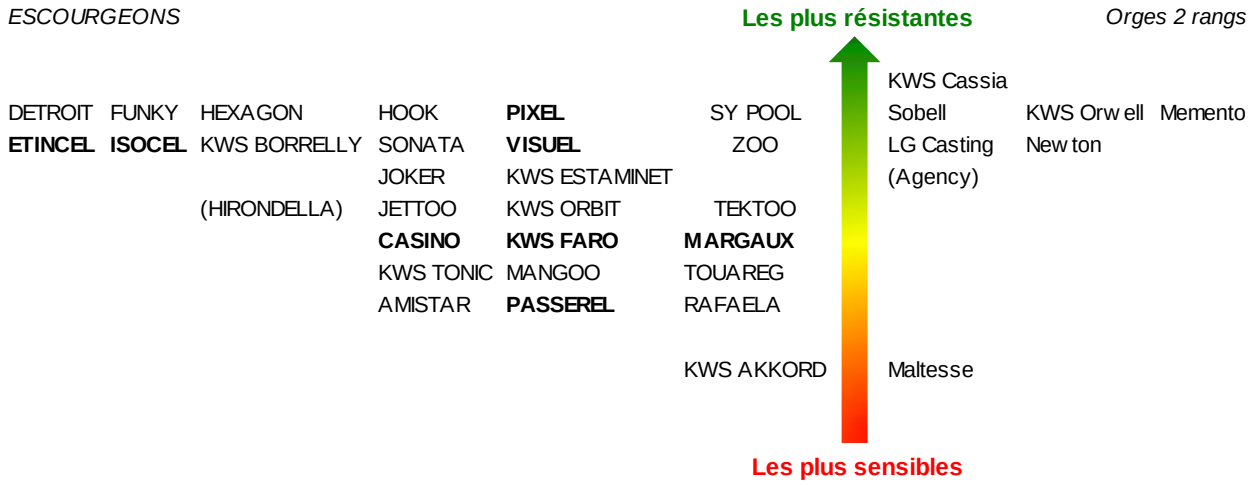
Figure 5 : Résistance variétale à l'Helminthosporiose – OH – échelle 2018/2019



( ) : à confirmer
En gras : variétés à orientation brassicole
Source : essais pluriannuels, 8 en 2018

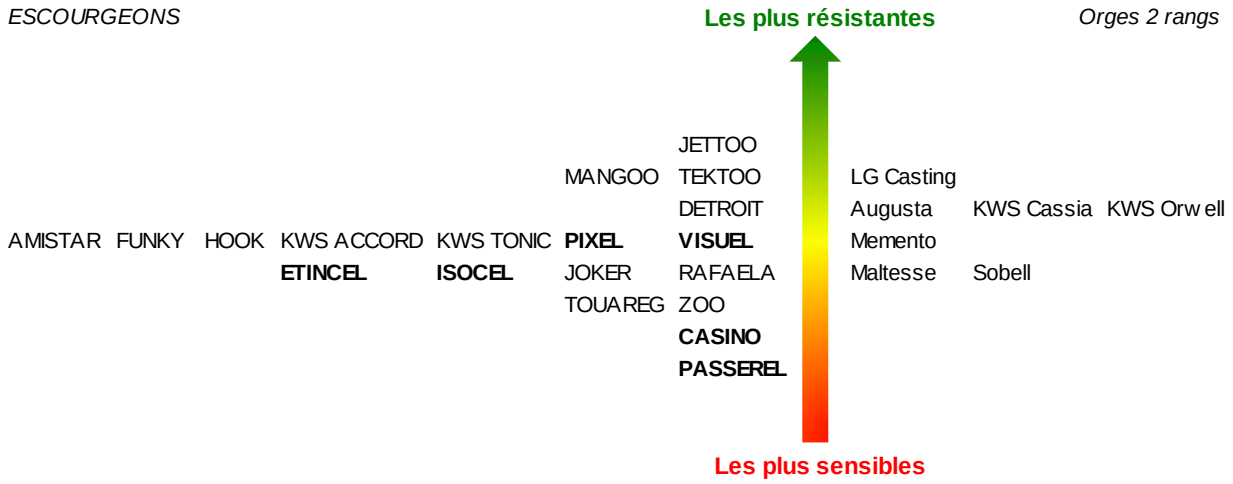
Généralement responsable d'une part importante du dégât dû aux maladies, l'helminthosporiose affecte régulièrement les variétés Touareg et Passerel. Depuis maintenant deux ans, les brassicoles Etincel et Isocel les rejoignent ainsi que la nouveauté Pixel. A l'inverse, les nouveaux escourgeons fourragers KWS Akkord et Rafaela semblent assez tolérants ainsi que la majorité des orges à 2 rangs.

Figure 6 : Résistance variétale à la Rouille naine – OH – échelle 2018/2019



( ) : à confirmer
En gras : variétés à orientation brassicole
Source : essais pluriannuels, 5 essais 2018

Figure 7 : Résistance variétale aux Grillures – OH – échelle 2018/2019



( ) : à confirmer
En gras : variétés à orientation brassicole
Source : 4 essais en 2018

Figure 8 : Résistance variétale à la Ramulariose – OH – échelle 2018/2019



( ) : à confirmer
En gras : variétés à orientation brassicole
Source : 1 essai en 2018

Résistances variétales pour l'orge de printemps

Figure 9 : Résistance variétale à l'Oïdium – OP – échelle 2018/2019

Oïdium

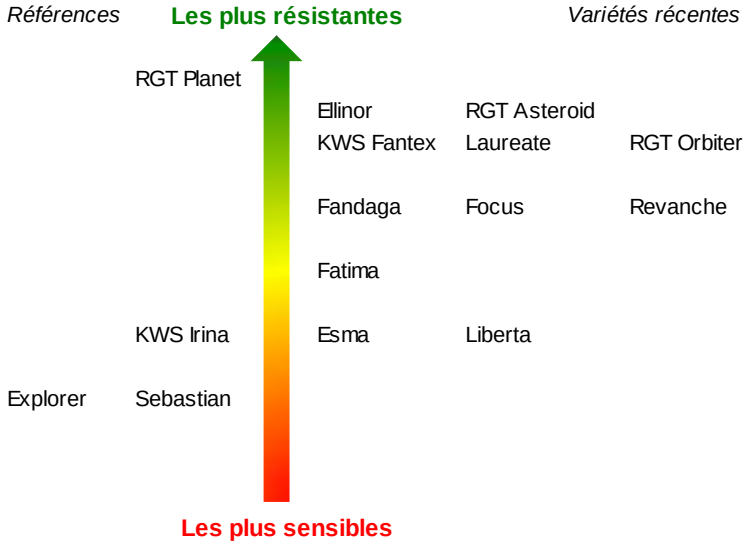


( ) : à confirmer

Source : essais pluriannuels, Arvalis et CTPS

Figure 10 : Résistance variétale à la Rhynchosporiose – OP – échelle 2018/2019

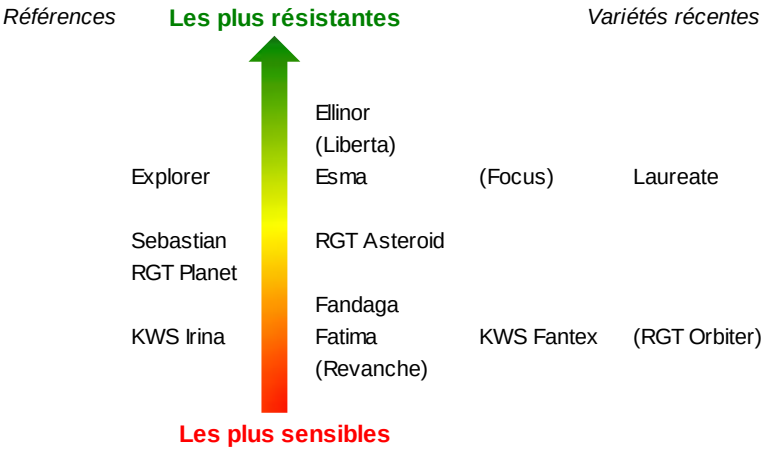
Rhynchosporiose



( ) : à confirmer

Source : essais pluriannuels, Arvalis et CTPS

Figure 11 : Résistance variétale à la Rouille naine – OP – échelle 2018/2019



( ) : à confirmer

Source : essais pluriannuels, Arvalis et CTPS

Rappel : Extrait de la note commune Résistance aux fongicides - INRA, ANSES, ARVALIS - Institut du Végétal - janvier 2018

Helminthosporiose - *Pyrenophora teres* : situation de la résistance

QoI

La résistance aux QoI est déterminée par une mutation affectant le gène codant pour cytochrome b (F129L). Cette substitution induit des niveaux de résistance faibles à modérés selon la substance active. En France, la résistance de *Pyrenophora teres* aux **QoI** est bien implantée avec des fréquences très variables selon les parcelles étudiées (0 %-100 %). Tous échantillons confondus, la fréquence moyenne est relativement stable ces dernières années et avoisine 30 %.

En situation de résistance, l'efficacité au champ de toutes les strobilurines est affectée. Inversement lorsque la fréquence de la résistance est faible, l'efficacité des QoI renforce efficacement l'activité des IDM et/ou des SDHI.

L'azoxystrobine est la molécule la plus affectée par la résistance, alors que la pyraclostrobine est la molécule la moins impactée. La trifloxystrobine et la fluoxastrobine présentent toutes les deux des efficacités intermédiaires.

IDM

Une dérive de sensibilité des **IDM** a été observée, associée à une dérive de l'efficacité des fongicides concernés. Le prothioconazole, bien qu'affecté, reste le triazole le plus efficace sur cette maladie.

SDHI

La résistance spécifique aux **SDHI** est déterminée par au moins dix substitutions affectant les sous unités B, C et D de la succinate déshydrogénase (complexe respiratoire II : une sur la sous unité B, six sur la sous-unité C et trois sur la sous unité D)[1]. Les mutations ayant potentiellement le plus fort impact sur l'efficacité in planta sont C-G79R, C-H134R et C-S135R.

Cette résistance est détectée dans les populations européennes depuis 2012. Sa fréquence est depuis lors en progression en France et en Europe du nord. La fréquence de la résistance, toutes mutations confondues, serait de 60 % parmi les isolats collectés en France (vs 57% en 2016, 55 % en 2015 et 45 % en 2014).

La mutation portant le changement G79R sur la sous unité C (C-G79R) est dominante dans les populations françaises et européennes et induit des niveaux de résistance faibles à élevés selon les matières actives, malgré une résistance croisée entre tous les SDHI. La fréquence des souches portant la mutation C-H134R, dont l'impact sur l'activité des SDHI est potentiellement important, reste minime en France mais est significative en Allemagne.

Au champ, l'impact de ces souches résistantes sur l'efficacité des SDHI est certain et fonction de leur fréquence. Il est cependant mal apprécié en raison de l'utilisation systématique des SDHI en mélange. Toutefois, en présence d'une fréquence élevée de souches résistantes, leur apport en association devient très limité et s'avère en moyenne inférieur à celui des QoI dans les mêmes conditions.

Anilinopyrimidines

Le cyprodinil (anilinopyrimidines) est le seul mode d'action homologué présentant une efficacité stable depuis 2007, bien que modérée.

Recommandations

Diversifier les modes d'action en pratiquant l'alternance. Toujours associer les SDHI avec des fongicides efficaces présentant d'autres modes d'action (en particulier prothioconazole ou cyprodinil).

Limiter l'utilisation des SDHI, mais aussi des strobilurines, du prothioconazole, du cyprodinil et de chaque IDM à une seule application par saison, toutes maladies confondues.

Par ailleurs, l'apport des QoI sur le plan de l'efficacité, dans le cadre de mélanges IDM + SDHI + QoI est désormais largement confirmé. En revanche, l'utilisation généralisée de ce mélange triple pourrait accélérer la sélection des souches portant la résistance multiple aux QoI et SDHI, déjà identifiées à fréquence non négligeable en France et dans de nombreuses régions européennes. Enfin le coût (réduction de la fitness) associé à cette résistance multiple n'étant pas clairement démontré, nous recommandons de recourir à ces mélanges trois voies uniquement sur les variétés sensibles à l'helminthosporiose, et uniquement dans les situations qui justifient un renfort de protection contre cette maladie[2].

Enfin, l'association de deux SDHI, même appartenant à deux groupes chimiques différents, n'est comptabilisé que comme une seule application de SDHI, au même titre que les formulations ne contenant qu'un seul SDHI. Ce type de mélange vise principalement à accroitre l'efficacité et n'améliore pas en pratique la gestion de la résistance, étant donné les génotypes présents dans les populations.

[1] Une sur la sous-unité B : H277 Y/R/L, six sur la sous-unité C : G79R, H134R, S135R, N75S, R64K, K49E et trois sur la sous unité D : D145G, H134R, D124N/E. Une mutation supplémentaire sur la sous-unité D est en cours de validation : D-E178K..

[2] La variété Etincel, première variété cultivée, jusqu'ici peu sensible à l'helminthosporiose, a vu sa sensibilité considérablement évoluer entre 2016 et 2017. Elle est désormais considérée comme sensible, en attendant d'être remplacée par des variétés tolérantes qui nécessiteront une protection fongicide moins lourde.

Un "Réseau Performance orge" pour évaluer l'impact de la résistance aux SDHI

Vis-à-vis des strobilurines (QoI), les premiers cas de résistance de l'helminthosporiose (*Pyrenophora teres*) de l'orge (mutation F129L – résistance faible à modérée) ont été détectés en 2004. Un Réseau Performance avait été mis en place entre 2005 et 2009 pour suivre l'évolution de cette résistance au niveau des populations du pathogène et son impact pratique sur les efficacités.

Dans le même esprit, Arvalis -Institut de végétal a relancé en 2015 un nouveau Réseau Performance sur orge d'hiver, permettant de suivre l'évolution de la résistance des souches de *Pyrenophora teres* aux SDHI et leur impact sur l'efficacité de ces produits, en s'appuyant cette année sur une quinzaine de sites (16 essais récoltés dont 11 essais avec notations maladies significatives).

Tableau 6 : Les 11 Partenaires du "Réseau Performance Orge" en 2018

AGORA	BASF	BAYER	CA Ile de France
CA 51	BONNEVAL BEAUCE et PERCHE		ACOLYANCE
Interface Céréales 27	SYNGENTA	UNEAL	UCATA

Chaque essai du Réseau Performance a fait l'objet de prélèvements pour analyse de la résistance aux QoI et aux SDHI sur les parcelles témoins et sur certaines parcelles traitées. Les analyses ont été prises en charge principalement par le laboratoire de BASF et en partie par BAYER et l'ANSES. Malheureusement à la date de rédaction de ce document, les résultats d'analyses ne sont pas totalement disponibles mais suffisants pour en faire une première exploitation.

Les résultats d'analyses dont nous disposons actuellement proviennent d'échantillons prélevés dans les parcelles non traitées des essais et analysés par BASF. La mutation F129L codant pour une moindre sensibilité aux QoI a été recherchée, ainsi que les mutations de la succinate déshydrogénase (SDH, enzyme cible des SDHI) sur les sous unités B, C et D : B-H277 (Y/R/L), C-H134R, C-S135R, C-G79R, C-N75S, D-D124 N\E, D-H134R, D-D145G et D-E178K.

Les résultats sont exprimés en fréquence de mutations dans les populations. Le gène codant pour la SDH étant porté par les mitochondries qui peuvent être nombreuses à l'échelle d'une cellule, le taux de mutation ne reflète qu'imparfaitement le taux d'individus mutés. Par ailleurs les analyses étant réalisées par pyroséquençage au niveau d'une population, il est impossible d'établir les combinaisons de mutations rencontrées au niveau de la population ainsi que leur fréquence potentielle.

Le protocole au champ a permis de suivre en parallèle l'efficacité des principaux SDHI en programme, mais aussi d'un IDM utilisé sur orges et d'un multisite tel que le chlorothalonil, sur la base d'un tronc commun à 6 modalités.

Voici les premiers éléments de caractérisation de la résistance en 2018 (tableau 7), mais aussi les tous premiers éléments relatifs à son impact sur les efficacités des programmes

En 2018 : la résistance aux SDHI progresse toujours

Sur la base des analyses réalisées sur 12 échantillons, la mutation la plus fréquente C-G79R est présente dans 92 % des échantillons, et en nette progression depuis 2015 (94% en 2017, 71 % en 2016, 53 % en 2015). Pour les échantillons concernés, la fréquence de cette mutation progresse également avec une valeur de 53 % cette année (tableau 7). Il est bon de noter que 2 autres mutations (B-H277 Y et C-N75S) sont plutôt en régression par rapport à 2017, avec une occurrence respective de 33 *vs* 63 et 17 *vs* 44 % dans cet échantillonnage analysé.

Concernant la résistance aux strobilurines (Tableau 7), 58 % des échantillons sont concernés par la mutation F129L et la fréquence de cette mutation pour ces échantillons concernés est en moyenne de 25 % légèrement inférieur aux 35 % de l'année passée (Figure 13).

Tableau 7 : Fréquence des différentes mutations dans les échantillons prélevés dans les parcelles non traitées des essais du Réseau Performance Orge en 2018.

Localisation	Variété	QoI-R	SDHI-R								
		F129L	B-H277Y	C-H134R	C-S135R	C-G79R	C-N75S	D-D124N/E	D-H134R	D-D145G	D-E178K	Somme SDHI
Le Subdray	Abondance	20	0	21	14	12	22	0	0	0	0	69
Ennordres	Etincel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Gaillac	Kétos	0	0	13	0	30	0	0	0	0	0	43
Loireauxeuce	Touareg	0	0	0	0	0	0	83	0	0	0	83
Quetigny	Touareg	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	68
Quetigny	Touareg	12	16	0	0	39	0	0	0	0	0	55
Cure	Touareg	13	0	18	10	48	10	0	0	0	0	86
Saint Martin	Etincel	42	0	0	0	82	0	0	0	0	0	82
Chalons en Champagne	Etincel	25	0	0	17	48	0	0	0	0	0	65
Bignan	Touareg	18	25	0	0	53	0	0	0	0	0	78
Annoix	Passerel	43	15	0	0	65	0	0	0	0	0	80
Auvernaux	Etincel	0	0	0	0	98	0	0	0	0	0	98
Villeneuve Saint Ustre	Etincel	0	22	12	13	46	0	0	0	0	0	93
n		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Occurrence %		58	33	33	33	92	17	8	0	0	0	100
Fréquence moyenne sur tous les échantillons		14.4	6.5	5.3	4.5	49.1	2.7	6.9	0.0	0.0	0.0	69.2
Fréquence moyenne dans les échantillons concernés		24.7	19.5	16.0	13.5	53.5	16.0	83.0	0.0	0.0	0.0	75.0

L'année 2018 montre bien la présence de résistance aux QoI mais également l'augmentation de la résistance aux SDHI notamment au travers de la mutation C-G79R.

Figure 12 : Evolution de la résistance aux SDHI pour les 4 plus fortes mutations dans les échantillons prélevés dans les parcelles non traitées des essais du Réseau Performance Orge en 2018.

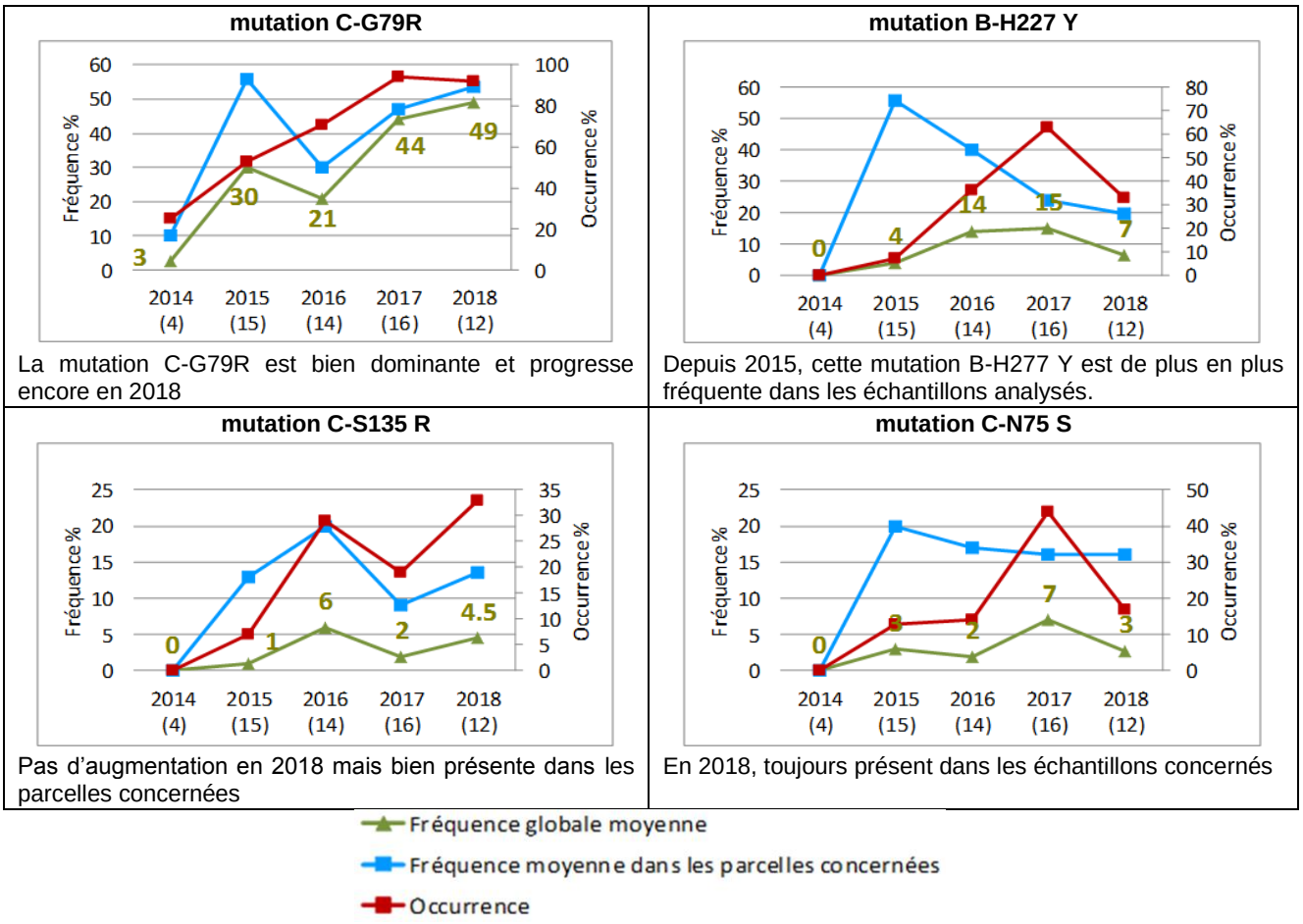
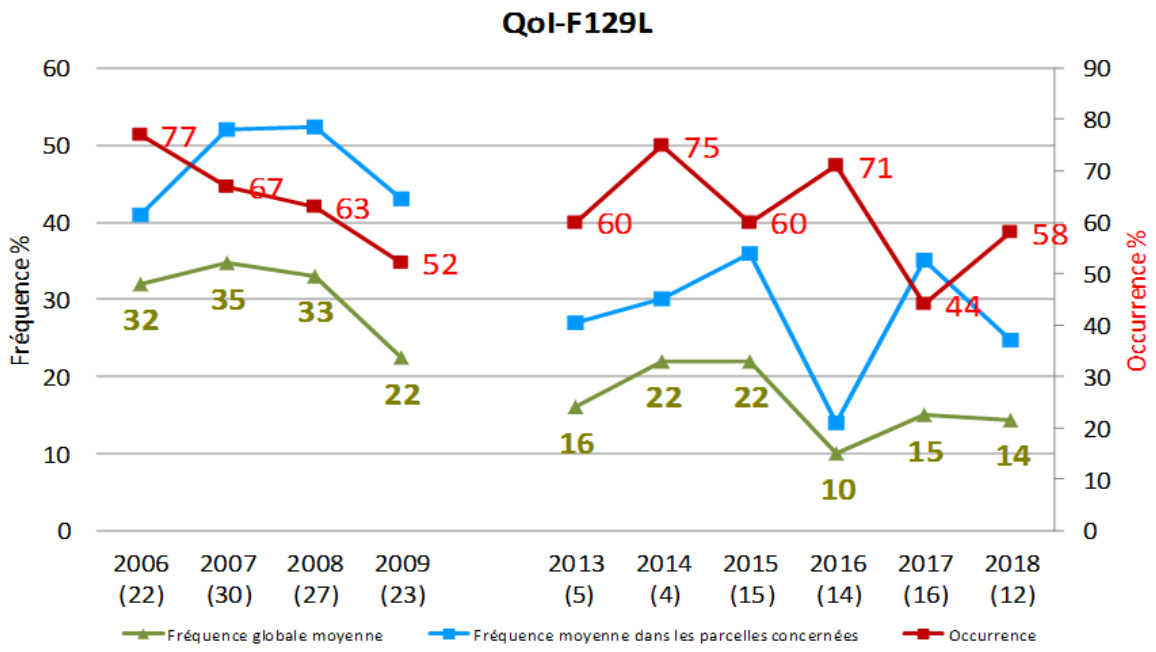


Figure 13 : Evolution de la résistance aux QoI sur *Pyrenophora teres.*



Depuis 2006, l'occurrence et la fréquence moyenne des parcelles concernées de la mutation F129L reste stable

Résultats au champ du Réseau Performance

Un total de 16 essais a été mis en place en 2018, et systématiquement fait l'objet d'analyses de résistance. Pour les résultats qui suivent, seuls ceux des essais complets ont été utilisés, c'est-à-dire présentant des notations basées sur des quantités de maladies suffisantes et une mesure précise du rendement.

Tableau 8 : Principales modalités mises en place dans le "Réseau Performance Orge" en 2018 en 3 versions

1ere version : KARDIX (SDHI + SDHI + triazole) à 0.9 l/ha soit 117 g/ha prothioconazole

	T1 1 nœud Z31	T2 DFE-sortie des barbes Z49	Remarques
Tronc commun	Témoin non traité		Evolution de l'Helminthosporiose et estimation de la nuisibilité
	UNIX MAX 0.6 l/ha + KANTIK 0.4 l/ha	MADISON 0.9 l/ha	Référence triazole + QoI
		KARDIX 0.9 l/ha	Référence triazole + SDHI x2
		KARDIX 0.8 + TWIST 500 0.16 l/ha	Apport d'un QoI disponible sur base triazole + SDHI x2 à coût identique
		KARDIX 0.8 + AMISTAR 0.32 l/ha	Apport d'un QoI *faible* sur base triazole + SDHI x2 à coût identique
		MADISON 0.8 + BRAVO 0.8 l/ha	Comparaison avec 3 voies sans SDHI à coût identique.

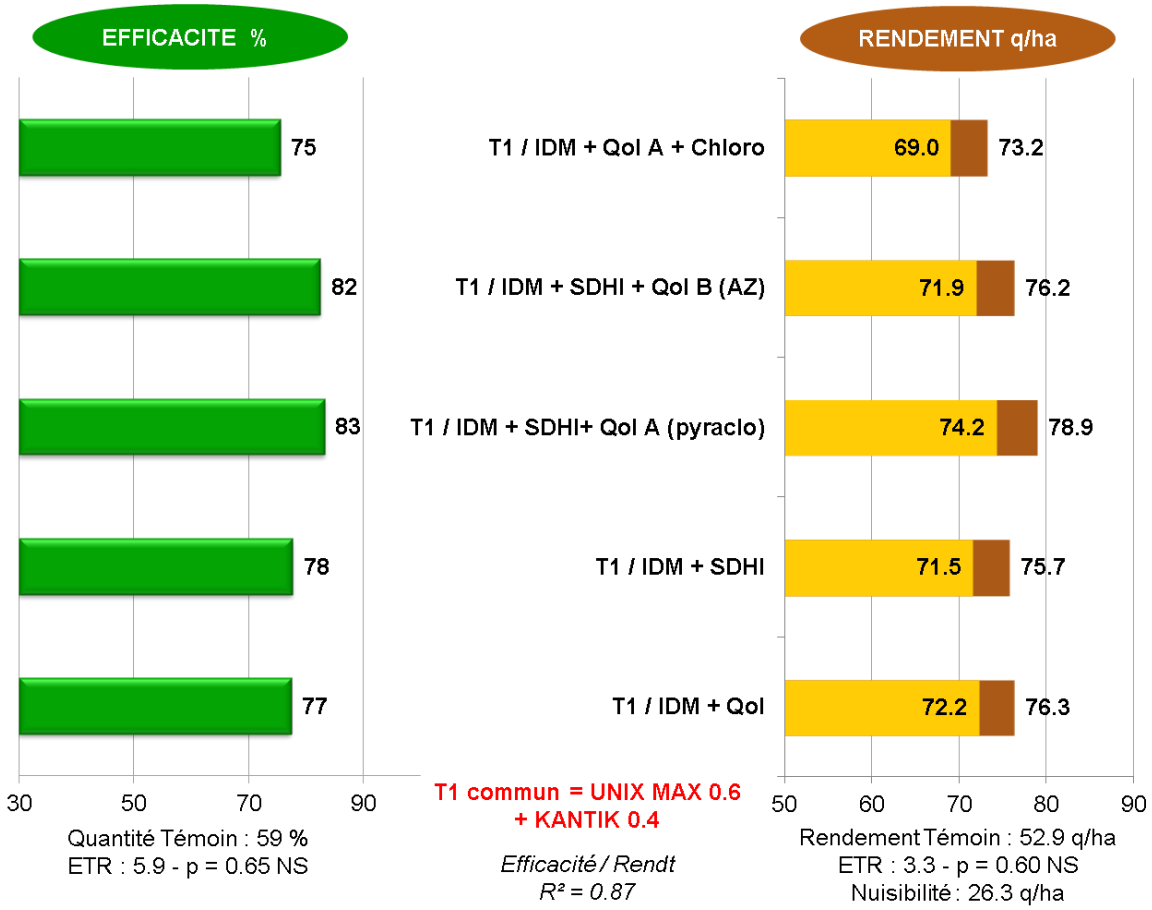
2eme version : LIBRAX (SDHI + triazole) à 1 l/ha soit 45 g/ha metconazole

	T1 1 nœud Z31	T2 DFE-sortie des barbes Z49	Remarques
Tronc commun	Témoin non traité		Evolution de l'Helminthosporiose et estimation de la nuisibilité
	UNIX MAX 0.6 l/ha + KANTIK 0.4 l/ha	JUVENTUS 0.7 + COMET 200 0.6 l/ha	Référence triazole + QoI
		LIBRAX 1 l/ha	Référence triazole + SDHI
		LIBRAX 0.8 + COMET 200 0.4 l/ha	Apport d'un QoI disponible sur base triazole + SDHI x2 à coût identique
		LIBRAX 0.8 + AMISTAR 0.32 l/ha	Apport d'un QoI *faible* sur base triazole + SDHI x2 à coût identique
		JUVENTUS 0.5 + COMET 200 0.6 + BRAVO 0.8 l/ha	Comparaison avec 3 voies sans SDHI à coût identique.

3eme version : ELATUS ERA (SDHI + triazole) à 0.75 l/ha soit 112.5 g/ha prothioconazole

	T1 1 nœud Z31	T2 DFE-sortie des barbes Z49	Remarques
Tronc commun	Témoin non traité		Evolution de l'Helminthosporiose et estimation de la nuisibilité
	UNIX MAX 0.6 l/ha + KANTIK 0.4 l/ha	JOAO 0.45 + AMISTAR 0.6 l/ha	Référence triazole + QoI
		ELATUS ERA 0.75 l/ha	Référence triazole + SDHI
		ELATUS ERA 0.67 + AMISTAR 0.6 l/ha	Apport d'un QoI disponible sur base triazole + SDHI x2 à coût identique
		ELATUS ERA 0.67 + AMISTAR 0.32 l/ha	Apport d'un QoI *faible* sur base triazole + SDHI x2 à coût identique
		JOAO 0.35 + AMISTAR 0.6 + BRAVO 0.8 l/ha	Comparaison avec 3 voies sans SDHI à coût identique.

Figure 14 : Efficacités sur *Pyrenophora teres* et rendement des modalités du Réseau Performance - Prix de l'orge 17 €/q - 2 essais 2018 (21, 51)



Bien que la pression maladie soit restée modeste dans nos essais cette année, nous avons pu valoriser 2 essais pour lesquels l'helminthosporiose était la maladie dominante. Dans ces essais, la corrélation entre l'efficacité et le rendement reste élevée (Figure 14).

L'association d'une strobilurine (pyraclostrobine) **avec une spécialité à base de SDHI + triazole** (Kardix, Elatus Era) **améliore la protection** de 5 points d'efficacité et le rendement de 3.2 q/ha. Ce résultat confirme encore une fois, l'intérêt « résiduel » des strobilurines pour lutter contre l'helminthosporiose. La manière la plus simple d'expliquer ce constat est d'invoquer le recul relatif (ou la stabilité) de la fréquence de la résistance F129L déjà observé en 2017. Autrement dit les populations de *Pyrenophora teres* seraient toujours pour une part sensible aux QoI (à confirmer avec les résultats d'analyse de résistance à venir). Notez toutefois que la restauration de l'efficacité des strobilurines n'est que partielle. A plus faible dose l'intérêt des QoI est très limité voire nul.

Dans un souci de préserver autant que possible l'efficacité des QoI, nous conseillons d'y avoir recours uniquement sur les variétés sensibles à l'helminthosporiose.

Par ailleurs, notez que l'association du chlorothalonil à une base triazole + SDHI n'améliore pas ni l'efficacité, ni le rendement (dans le contexte de ces essais à dominante « helminthosporiose »).

RESULTATS DES ESSAIS « OAD-VARIETES » 2018

L'objectif de cette série d'essais et d'évaluer la pertinence d'un outil d'aide à la décision de type agro-climatique (en construction). Celui-ci doit permettre selon le climat de l'année de prévoir l'intérêt (ou non) d'un traitement T1, en prenant en compte la sensibilité à l'helminthosporiose et à la rhynchosporiose de la variété cultivée.

Les résultats qui suivent, sont obtenus à partir 5 essais ARVALIS répartis sur les départements : Côte d'Or, Morbihan, Loire Atlantique, Charentes Maritime et Marne. Ces essais sont conduits sur des variétés de profil différents : sensibles à l'helminthosporiose mais peu sensible à la rhynchosporiose (type Touareg), moyennement sensible à l'helminthosporiose mais très sensible à la rhynchosporiose (type Etincel) ou sur variétés peu sensibles aux maladies comme KWS Cassia ou Augusta.

La résistance variétale, un moyen de lutte important

Dans cette série d'essais, les maladies se sont peu développées sauf à Quetigny (21) où leur nuisibilité est élevée (de l'ordre de 25 q/ha pour les 2 variétés Touareg et Etincel (Tableau 9). Les variétés de type KWS Cassia ou Augusta sont très nettement moins sensibles aux maladies. Leur nuisibilité sur ces variétés est inférieure respectivement de 8.6 q/ha et 10.6 q/ha à celle observée sur Etincel et Touareg.

Tableau 9 : Regroupement de 5 lieux d'essais 2018. Gains de rendements par variété

	St Georges du Bois (17)	Bignan (56)	La Cheppe (51)	Quetigny (21)	La Jaillière (44)	**Nuisibilité moy. q/ha**
Touareg maladie dominante	17.2	13.8 ramulariose	26.2 helmintho.	25.3 helmintho.	12.1 helmintho.	**18.9**
Etincel maladie dominante	15.8	11.9 ramulariose	17 rhyncho.	25.8 rhyncho.	14.1 rhyncho.	**16.9**
KWS Cassia Augusta maladie dominante	6.2	9.5 ramu.+rhyncho.	9 rhyncho.	12.5 rhyncho.	 4.6 rhyncho.	**8.3**

Résultats au champ

Dans les conditions de ces 5 essais en 2018, l'évaluation du T1 et/ou T2 dans un programme fongicide est possible en fonction de la tolérance variétale. Pour les programmes fongicides, le T1 est réalisé au stade 1 nœud (Z31) avec Unix MAX à 0.6 l/ha + Kantik à 0.4 l/ha et le T2 au stade sortie des barbes (Z49) sur la base Kardix à 0.6 l/ha + Twist 500 à 0.14 l/ha + Bravo à 0.7 l/ha.

Tableau 10 : Importance des gains de rendements (q/ha) liés au T1 ou au T2 sur orges d'hiver – prix de l'orge 17 €/q – regroupement de 5 essais 2018.

	KWS Cassia ou Augusta	Etincel	Touareg	**Moyenne**
Note sensibilité				
Helminthosporiose	7	5	4	
Rhynchosporiose	6	4	6	
Gains liés au T1(1)				
écart q/ha brut	1.3	4.2	2.8	**2.7**
écart q/ha net	0.1	3	1.6	**1.6**
Gains liés au T2(2)				
écart q/ha en brut	6.5	10.6	14.5	**10.5**
écart q/ha en net	3.4	7.5	11.4	**7.4**

(1) T1 : Unix MAX à 0.6 l/ha + Kantik à 0.4 l/ha

(2) T2 : Kardix à 0.6 l/ha + Twist 500 à 0.14 l/ha + Bravo à 0.7 l/ha.

En moyenne, toutes variétés confondues, le T1 permet un gain net 1.6 q/ha. Ce gain net varie de 0 pour une variété tolérante à 3 q/ha pour une variété sensible à l'helminthosporiose et la rhynchosporiose type Etincel. Dans le cas d'une variété sensible à l'helminthosporiose (type Touareg) ce gain net est réduit à 1.6 q/ha (Tableau 10).

Dans le cas du T2 les gains sont plus importants. En moyenne, cette protection apporte un gain net de 7.4 q/ha et reste toujours nécessaire quel que soit la sensibilité variétale. Toutefois, avec une variété peu sensible, ce gain net est 3.4 q/ha comparée à 7.5 q/ha pour une variété moyennement sensible et 11.4 q/ha pour une variété plus sensible à l'helminthosporiose.

Autrement dit, **dans les conditions 2018, il était possible de faire l'impasse du T1 sur une variété tolérante comme KWS Cassia ou Augusta mais pas sur une variété sensible à l'helminthosporiose comme Etincel ou Touareg.**

RESULTATS DES ESSAIS "COMPARAISON DE PRODUITS 2018"

Les résultats qui suivent, proviennent des essais ARVALIS - Institut du végétal 2018 et sont obtenus dans le cadre d'un programme à deux applications. Ils sont conduits sur variétés sensibles. Les produits sont évalués soit au T1, à T2 identique, ou inversement au T2, à T1 identique.

L'objectif premier est d'évaluer l'activité intrinsèque des principaux fongicides au T1 comme au T2 sur les différentes maladies rencontrées sur orges. Les doses étudiées par application sont de l'ordre de 40 à 100 % des doses homologuées en fonction du niveau de connaissance de la spécialité ou du projet. Pour les produits dont on connait le prix culture, le coût des deux applications varie autour de 70 € réparti entre un T1 à 21 € et un T2 à 50 €. Cette enveloppe correspond sur orges d'hiver à celle d'un programme "agriculteur" à deux applications. En 2018 la dépense moyenne pour un programme de ce type se situait autour de 70 €.

5 essais ont été réalisés en 2018 dans les départements suivants : 18, 21, 27, 51 et 81.

Si différentes maladies ont été observées, la rhynchosporiose, la ramulariose et quelques grillures, c'est l'helminthosporiose qui domine le complexe parasitaire dans les essais.

Helminthosporiose de l'orge (*P. teres*)

Cette année, seuls 3 essais (sur 5 mis en place) suffisamment attaqués ont fait l'objet de ce regroupement. Ils ont été réalisés sur les variétés Abondance, Touareg et Kétos, dans les départements 18, 21 et 81.

Un essai de l'Eure (27) n'a pas été retenu en raison de l'absence de différences significatives entre modalités, tant sur le plan des efficacités que des rendements. De surcroît, une verse très importante a contrarié la récolte et abouti à des résultats peu précis. Un essai de la Marne (51), également trop peu infesté n'a pas été regroupé. Il a fait par ailleurs l'objet d'une notation de surface verte et d'une mesure de rendement (non présentées).

Sur le plan de la méthode, le T1 a été réalisé à BBCH 31, dans la première quinzaine d'avril. Le T2 est intervenu au stade Z49 (sortie des barbes), dans la 4ème semaine du mois d'avril et tout début mai. L'helminthosporiose s'est développée pour atteindre un niveau relativement moyen à la fin du mois de mai, soit environ 3 semaines après le T2.

Le programme de référence retenu était : Unix Max 0.6l + Kantik 0.4l en T1 (1er nœud) suivi d'un Kardix 0.8 l/ha en T2 (sortie des barbes).

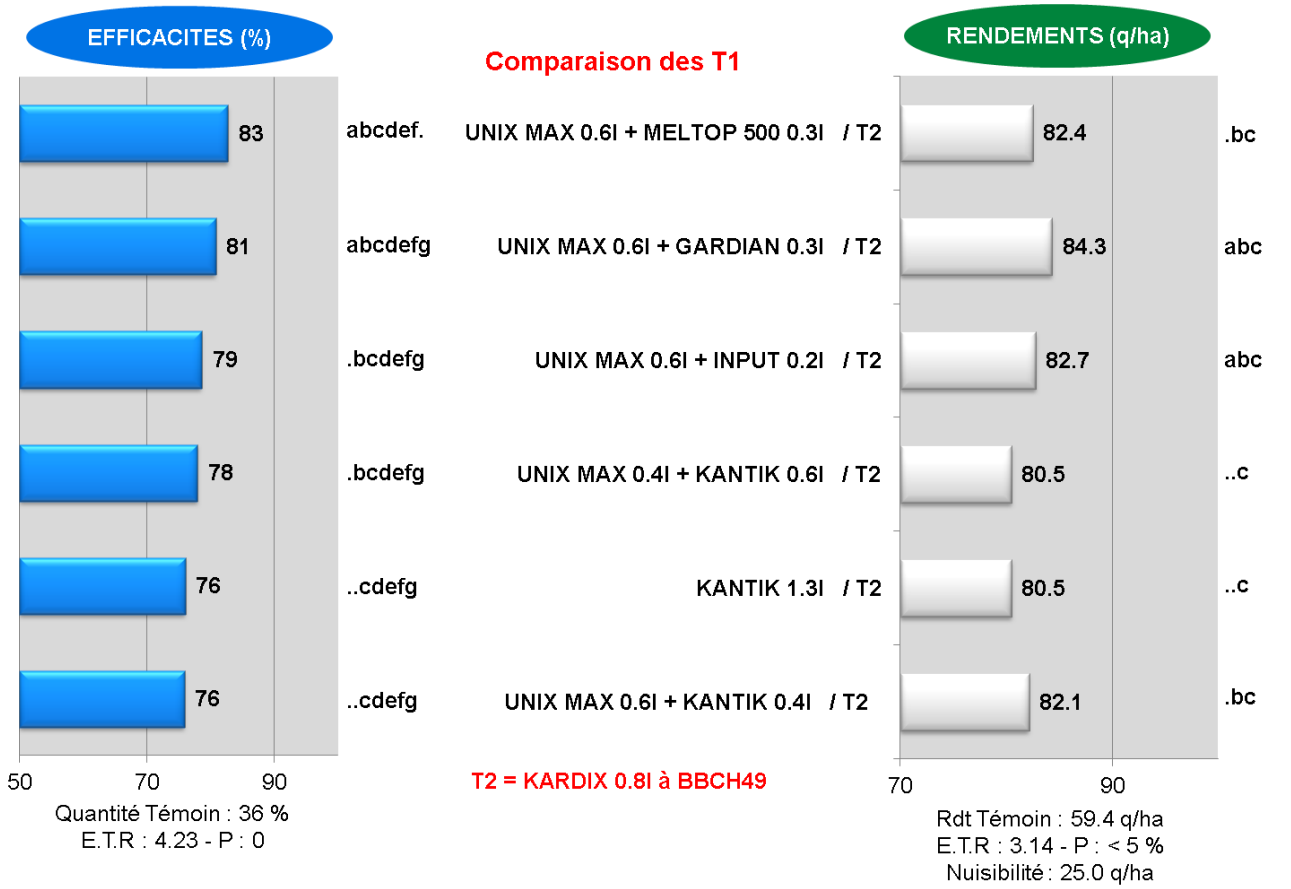
Côté résultats, le rendement moyen du témoin non traité sur les 3 essais retenus est de 59.4 q/ha. L'augmentation de rendement maximale après traitement est de 25.0 q/ha. Cette nuisibilité est calculée cette année sur la base d'un programme référent composé de Librax à 0.7 l/ha + Comet 200 à 0.35 l/ha en T2. La quantité d'helminthosporiose moyenne dans le témoin non traité est de 36 % (toutes dates d'observation et niveaux foliaires confondus).

Les efficacités sur l'helminthosporiose des produits étudiés varient dans le regroupement de 68 à 90 %.

Comparaison des T1

Six modalités sont comparées en T1 au stade 1er nœud (BBCH 31). Le même T2, au stade "sortie des barbes" (BBCH 49), est appliqué pour toutes les modalités ci-dessous : Kardix 0.8 l/ha.

Figure 15 : Efficacités et rendements sur *P. teres* de différentes spécialités testées en programme en T1 au stade BBCH 31. Puis application de Kardix 0.8 l en T2 au stade BBCH 49. 3 essais (18, 21, 81).



Comment se passer du propiconazole au T1 ?

La référence Unix max + Meltop 500 (aujourd'hui obsolète en raison de la disparition programmée du propiconazole) présente de bons résultats ce qui permet en même temps de situer d'autres associations utilisables au T1 (ne contenant pas de propiconazole). Plusieurs options présentent des résultats similaires tout en gardant Unix max comme base du T1. Notez par exemple que l'association Unix Max + Gardian donne en tendance un des meilleurs résultats tant en efficacité qu'en rendement. Les autres associations testées Unix Max 0.6l + Input 0.2 l ou Kantik 0.4 l donnent des résultats d'efficacité légèrement inférieurs (79% et 76%) en restant dans la même classe statistique. L'association Unix Max + Kantik a été testée à 2 équilibres de doses (0.6l + 0.4l et 0.4l +0.6l). Les résultats montrent un avantage au dosage plus important de l'Unix Max. Le Kantik 1.3 l utilisé en solo est également une possibilité pour le T1 des orges même si c'est les associations à base de cyprodinil (Unix) qui sont souvent les plus performantes.

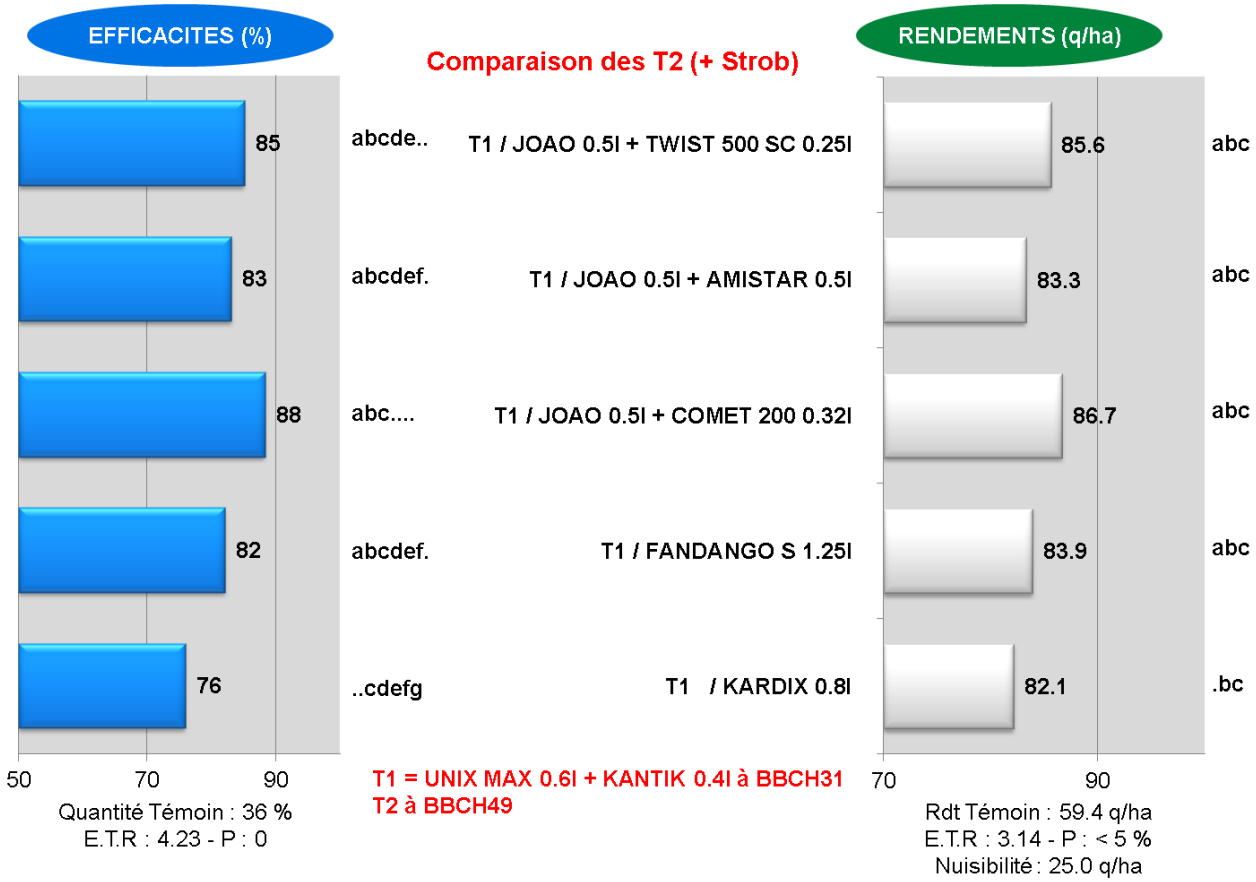
Au final, sur le plan statistique tous les T1 étudiés donnent des résultats équivalents en efficacité comme en rendement.

À noter que le propiconazole encore présent sur le marché en 2019 ne sera pas mélangeable avec d'autres produits en raison de son nouveau classement toxicologique.

Comparaison des T2

Un traitement identique est appliqué en T1 (Unix Max 0.6l + Kantik 0.4l) pour comparer différentes spécialités commerciales ou associations au T2, appliqué au stade "sortie des barbes".

Figure 16 : Efficacités sur *P. teres* de différentes spécialités testées en programme – étude des différentes strobilurines sur une base prothioconazole.
T1 identique (Unix Max + Kantik) au stade BBCH 31 puis les modalités en T2 au stade BBCH 49 : 3 essais (18, 21, 81)

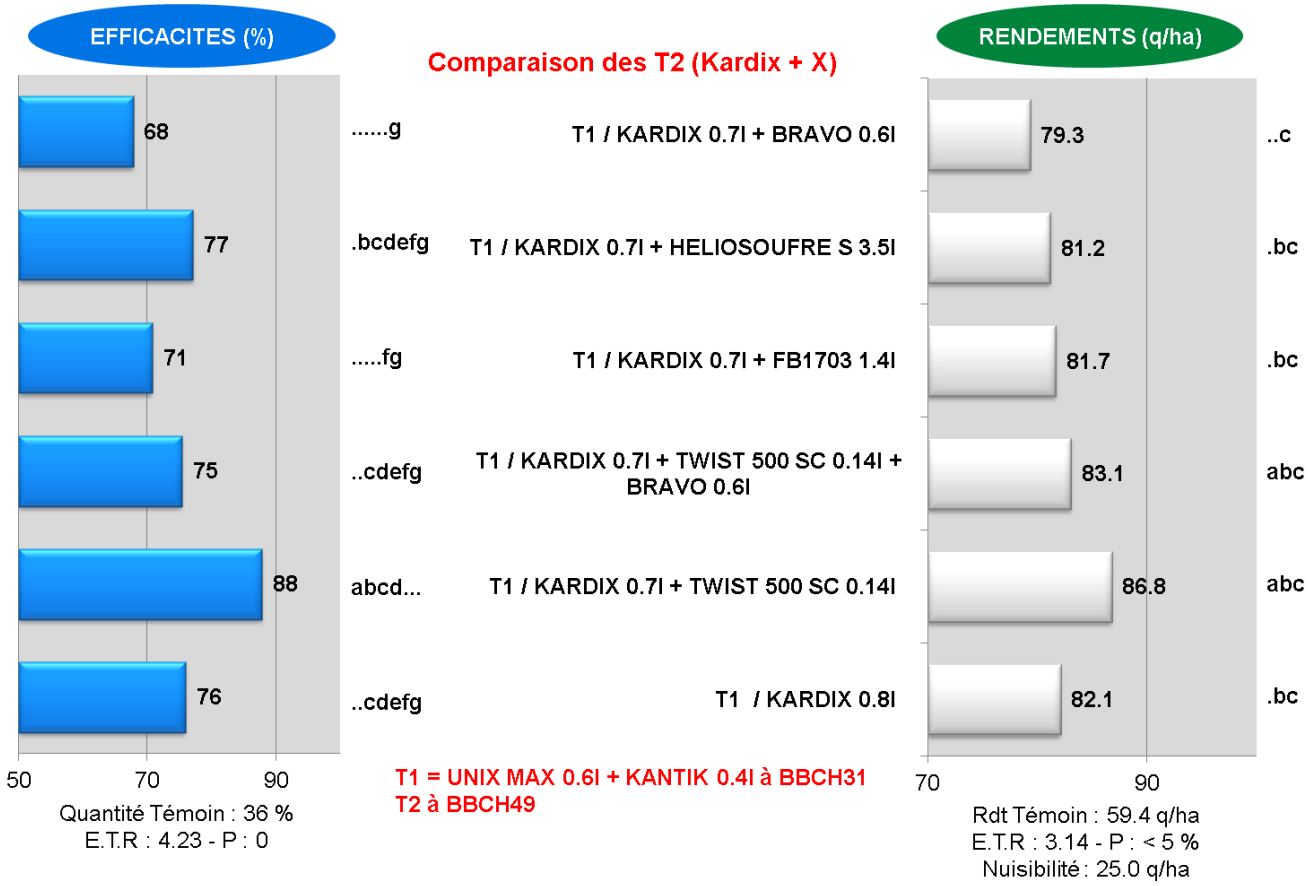


Les strobilurines peuvent-elles reprendre du service ?

Le programme de référence Unix Max à 0.6 l + Kantik à 0.4 l suivi de Kardix à 0.8 l, procure une efficacité de 76 %, et se place en retrait par rapport aux autres solutions contenant une strobilurine. Les T2 contenant des strobilurines sont tous complétés une dose identique de prothioconazole, permettant ainsi une comparaison des différentes strobilurines en association avec le même IDM. Premier constat : Fandango S fait plutôt mieux que le Kardix 0.8l. Il semblerait donc préférable d'associer au prothioconazole la fluoxastrobine (63 g) plutôt que du bixafen et du fluopyram (52+52 g). La dose de prothioconazole contenue dans Kardix est certes inférieure à celle apportée par Fandango S, mais sur le plan économique Fandango S reste plus avantageux. Ce résultat suggère que la famille des SDHI fortement impactée par la résistance est désormais challengée par les QoI eux aussi affectée par la résistance.

Sur la base d'une même dose de prothioconazole (125 g) sont comparées les quatre strobilurines du marché. La pyraclostrobine (Comet) et la trifloxystrobine (Twist) en première approche semble l'emporter sur l'azoxystrobine (Amistar) et la fluoxastrobine (Fandango S).

Figure 17 : Efficacités sur *P. teres* de différentes spécialités testées en programme – étude de différentes modalités à base de Kardix.
Un T1 identique (Unix Max + Kantik) au stade BBCH 31 puis les modalités en T2 au stade BBCH 49 : 3 essais (18, 21, 81)



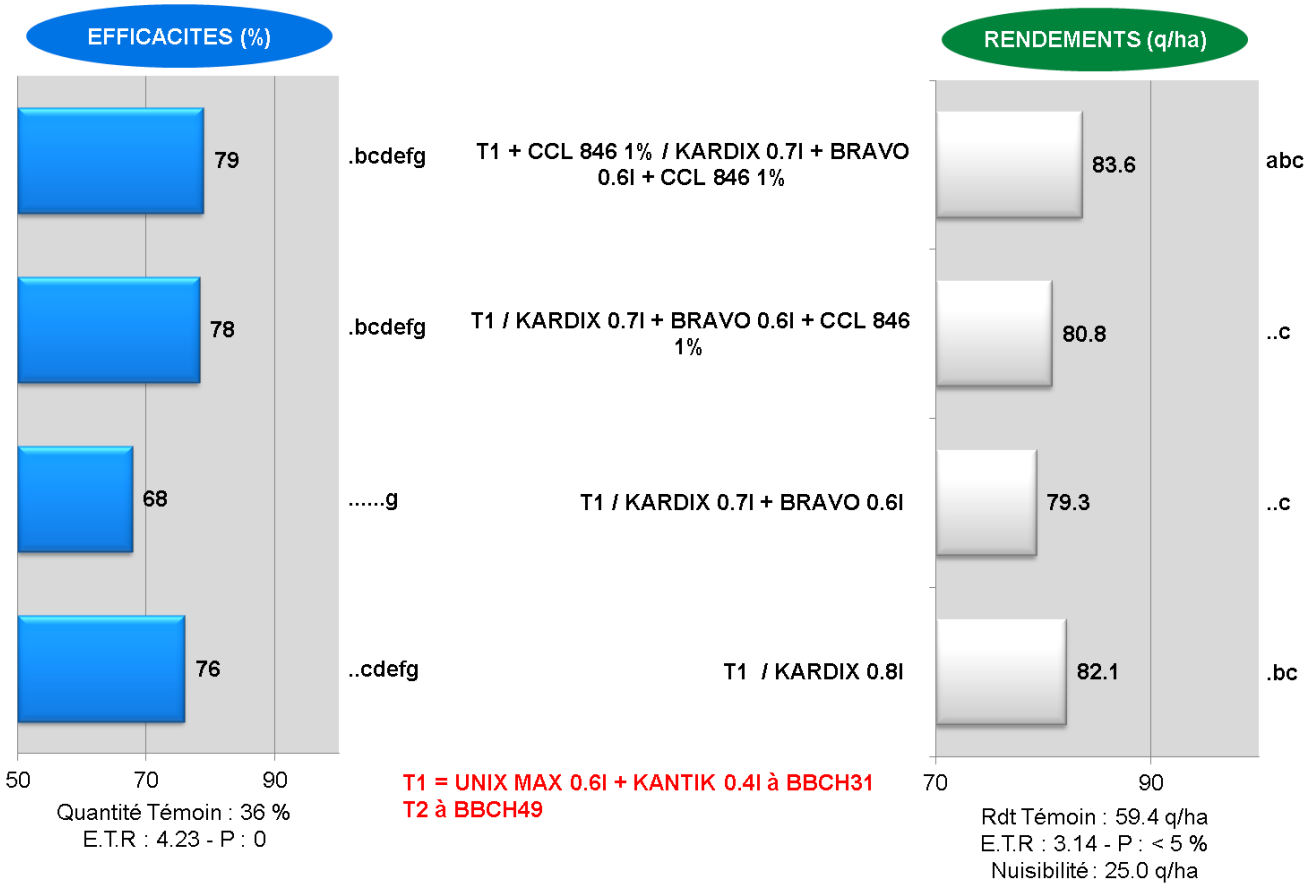
Faut-il associer Kardix et avec quoi ?

L'ajout de Bravo à Kardix (0.7 l/ha) pour lutter contre l'helminthosporiose, donne cette année encore un résultat en tendance inférieur à Kardix 0.8 l/ha. Le chlorothalonil ne permet pas de compenser le différentiel de dose (0.1 l/ha) voire exerce un effet négatif sur l'activité de Kardix (antagonisme). Un autre produit de contact, le soufre a également testé dans les mêmes conditions. Le soufre semble compenser le différentiel de dose de 0.1 l/ha mais ne permet pas de faire progresser l'efficacité du mélange au-delà du résultat de Kardix 0.8 l/ha. Ce partenaire serait donc neutre dans le cadre de cette comparaison.

Sans surprise, parmi les partenaires testés, la trifloxystrobine présente le plus d'intérêt, tant sur l'efficacité que sur le rendement.

En revanche le mélange triple : Kardix + Twist 500 Sc + Bravo est proche de la référence Kardix solo. Ce résultat suggère une nouvelle fois un effet négatif du chlorothalonil comblé par l'effet favorable de la strobilurine.

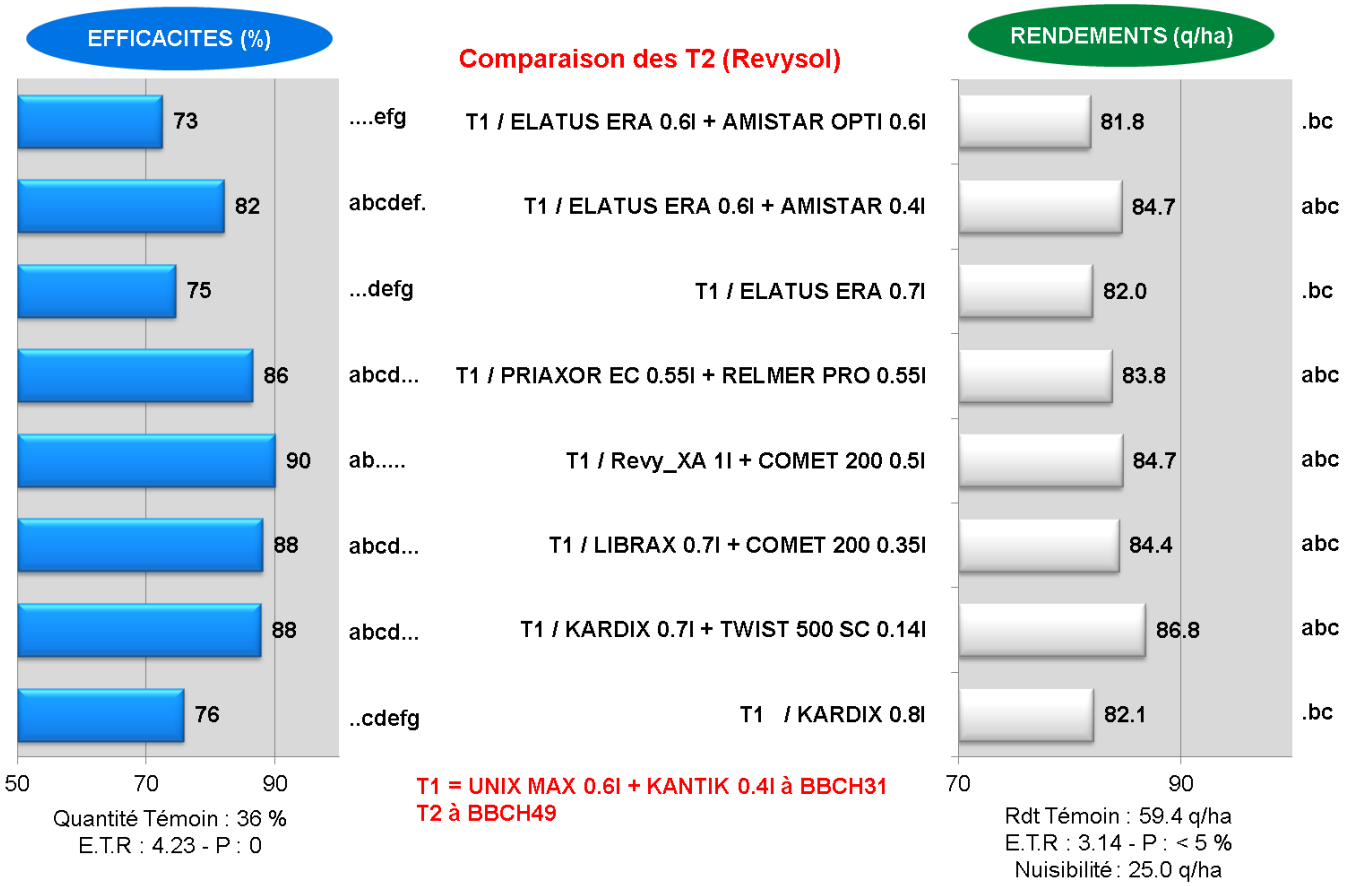
Figure 18 : Efficacités sur *P. teres* de différentes spécialités testées en programme – étude d'un adjuvant Un T1 identique (Unix Max + Kantik) au stade BBCH 31 puis les modalités en T2 au stade BBCH 49 : 3 essais (18, 21, 81)



Les adjuvants reviennent sur scène

Les adjuvants reviennent sur scène avec toujours la même ambition d'améliorer l'efficacité des produits voire de réduire les doses tout en maintenant une activité similaire. Un produit codé CCL846 modifiant la viscosité de la bouillie pulvérisée a été testé en ajout du T2 sur la base du mélange Kardix + Bravo. Le résultat apparaît assez nettement positif (bien que non significatif), sur le plan de l'efficacité comme du rendement. Appliqué en T1 et en T2, la tendance en faveur de l'ajout de CCL-846 est encore plus marque en particulier au niveau du rendement.

Figure 19 : Efficacités sur *P. teres* de différentes spécialités testées en programme – Un T1 identique (Unix Max + Kantik) au stade BBCH 31 puis les modalités en T2 au stade BBCH 49 : 3 essais (18, 21, 81)



Quelle combinaison retenir au T2 ?

Les deux SDHI + IDM (prothioconazole) comparés, à savoir Kardix 0,8l et Elatus Era 0,7l donne pratiquement les mêmes résultats en efficacités comme en rendements.

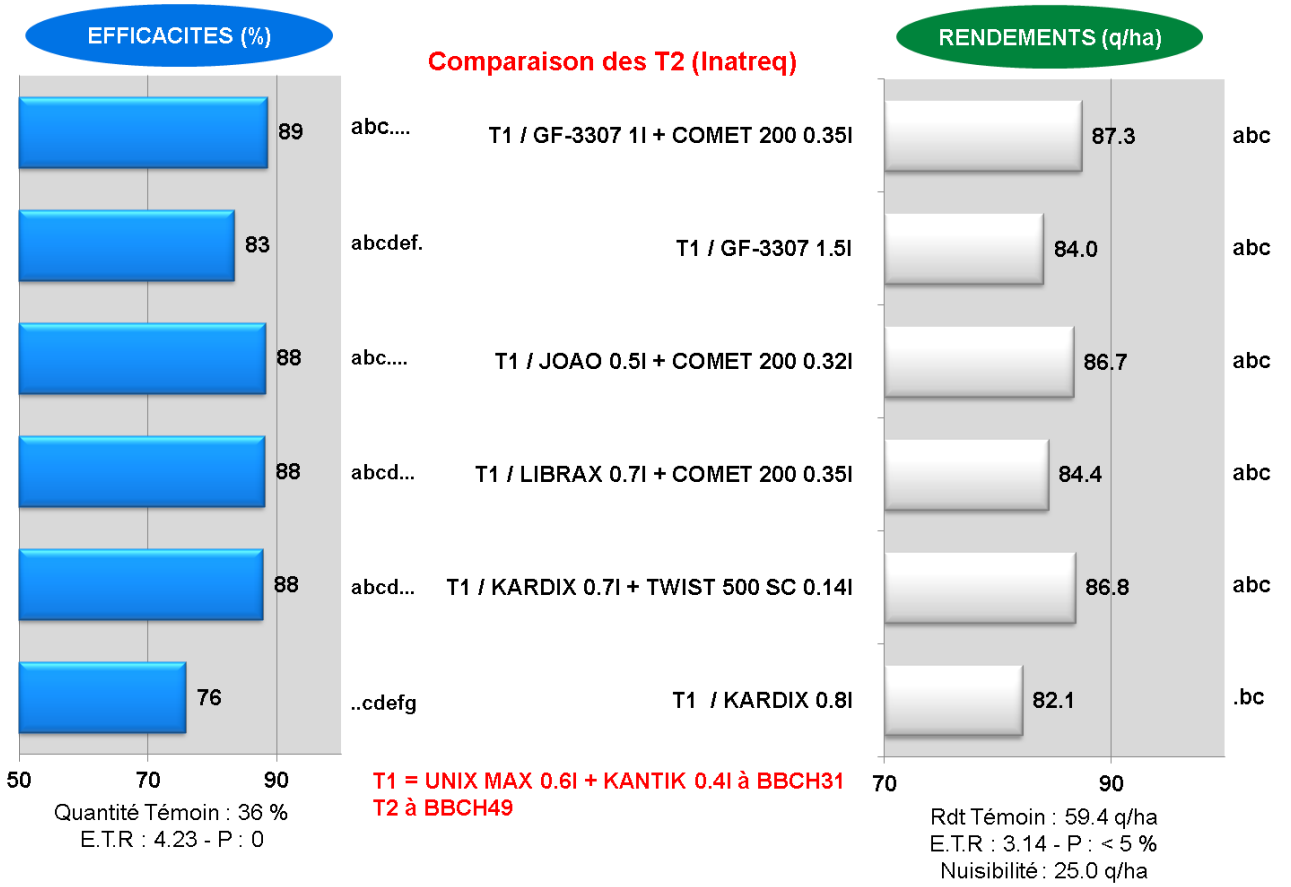
S'agissant des associations triple : SDHI+IDM+CTL nous faisons pour le mélange Elatus Era + Amistar Opti, la même analyse que pour le mélange Kardix + Twist 500 + Bravo. L'apport de la strobilurine compense l'effet négatif du chlorothalonil sur *P. teres*. Les résultats de ces mélanges triples sont similaires entre eux et pas supérieurs à la solution Elatus Era solo.

En revanche l'association triple SDHI+IDM+QoI, Elatus Era + Amistar donne de bien meilleurs résultats. Tout porte à croire qu'il vaut mieux dans ce cas éviter l'adjonction de chlorothalonil pour lutter contre l'helminthosporiose.

Les autres mélanges du même type : SDHI+IDM+QoI, donnent également de très bons résultats. Le mélange Librax + Comet 200 se situe parmi les meilleures modalités avec Priaxor EC + Relmer Pro qui apporte les mêmes substances actives.

Le projet REVY_XA, de Basf, à 1l (2/3 de dose N) a été associé au Comet 200, conduisant également à une association triple SDHI+IDM+QoI. Ce sont 100 g de mefentrifluconazole (Revysol), qui sont associés ici à 50 g de fluxapyroxad et 100 g de pyraclostrobine. Les résultats sont excellents. Il est malheureusement difficile d'apprécier la contribution de chacune des molécules sur le résultat, notamment celle du Revysol solo.

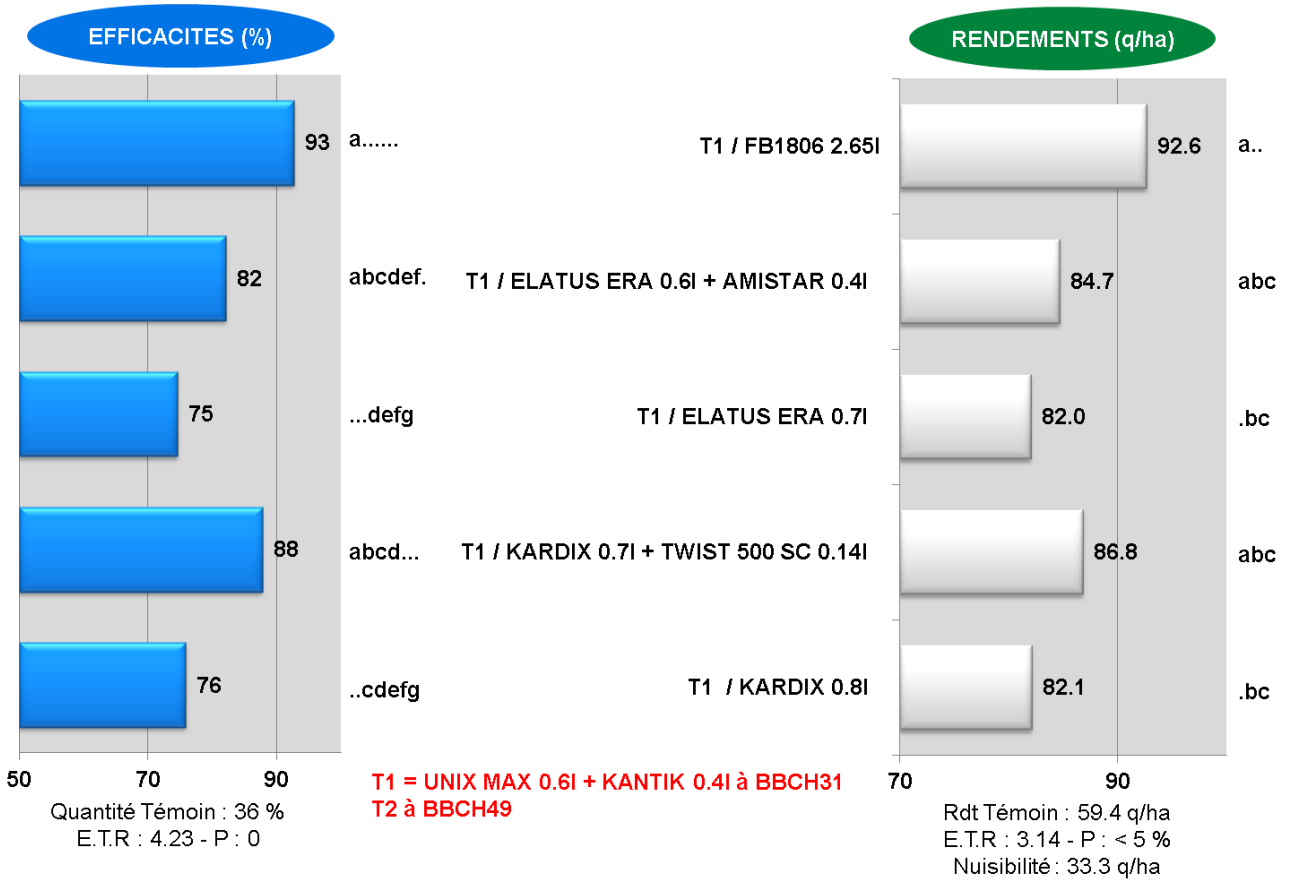
Figure 20 : Efficacités sur *P. teres* de différentes spécialités testées en programme – étude d'un projet Un T1 identique (Unix Max + Kantik) au stade BBCH 31 puis les modalités en T2 au stade BBCH 49 : 3 essais (18, 21, 81)



Quelle place pour Inatreq sur helminthosporiose ?

Un autre projet, GF3307 de DowAgrosciences a été étudié seul à 1.5 l/ha, et à 1 l/ha en association avec Comet 200 à 0.35 l/ha. Précisons que GF 3307 à 1.5 l contient 75 g/ha de fenpicoxamide (Inatreq) et 150 g de prothioconazole. Comparé à cette dose à Kardix (prothioconazole 104 + fluopyram 52 + bixafen 52) GF3307 donne des résultats légèrement supérieurs, mais associé GF3307 se positionne comme le Kardix + Twist 500 SC, parmi les solutions les plus efficaces.

Figure 21 : Efficacités sur *P. teres* de différentes spécialités testées en programme – étude d'un projet
Un T1 identique (Unix Max + Kantik) au stade BBCH 31 puis les modalités en T2 au stade BBCH 49 : 3 essais (18, 21, 81)



Adepidyn, un nouveau SDHI de Syngenta très efficace

Une nouvelle molécule a été étudiée pour la première fois, son nom de code est « Adepidyn ». Il s'agit d'un nouvel inhibiteur de la succinate deshydrogénase (SDHI). Le produit FB1806, code Arvalis correspond à une association de pydiflumetofen 62.5 g/l et de prothioconazole 75 g/l.

Les résultats sont excellents et situent ce projet en tête dans ce regroupement sur le plan de l'efficacité comme du rendement.

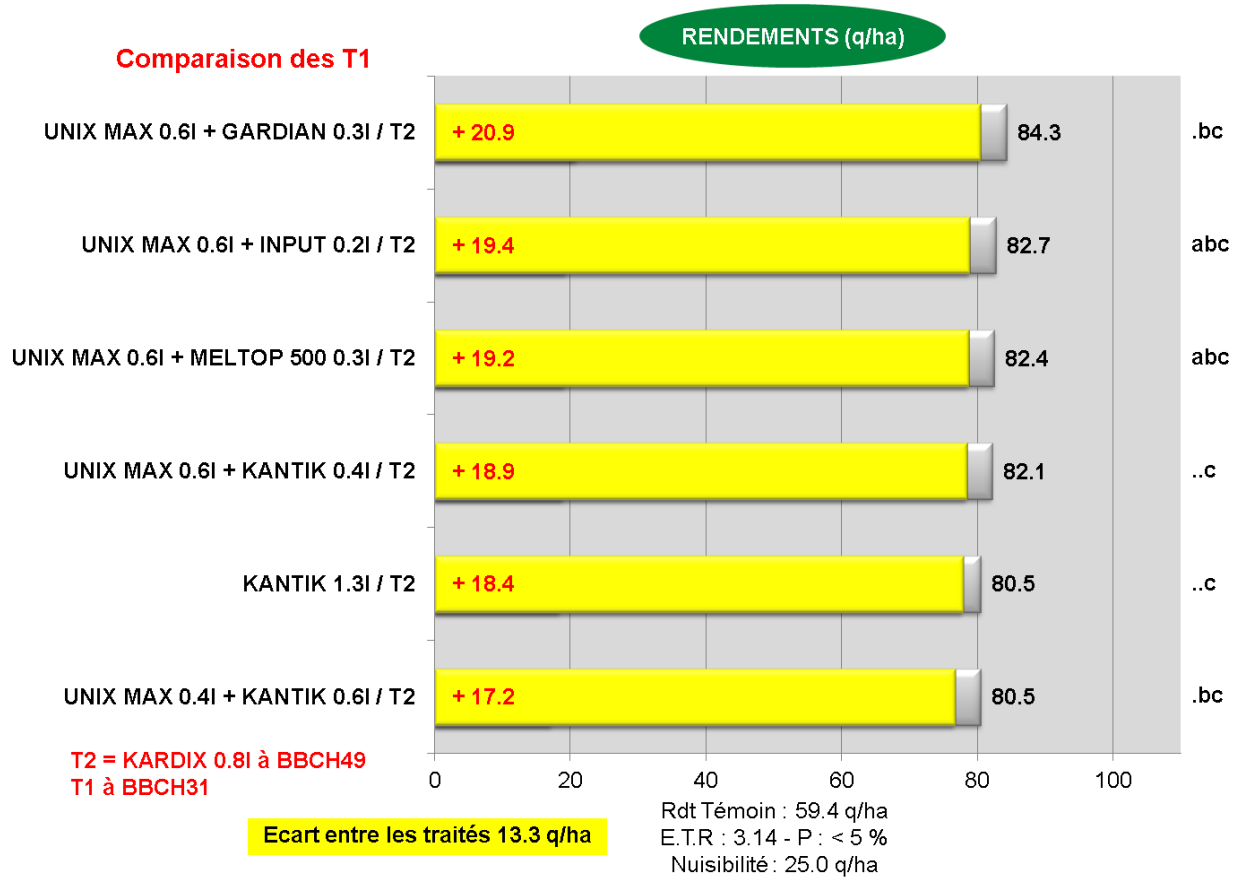
Rendements nets sur l'ensemble des essais réalisés en 2018

Les rendements nets ont été calculés sur les mêmes essais à partir des rendements bruts (hors coûts de passage) pour toutes les spécialités commerciales dont le prix culture est connu.

Le prix de l'orge retenu est de 17 €/q.

Figure 22 : Rendements bruts et nets de différents programmes - Prix de l'orge : 17 €/q
Comparaison de différents T1 au stade BBCH 32 - Un T2 identique (Kardix) au stade BBCH 45 - 3 essais (18, 21, 81)

Regroupement de 3 essais avec un complexe parasitaire helminthosporiose dominant.



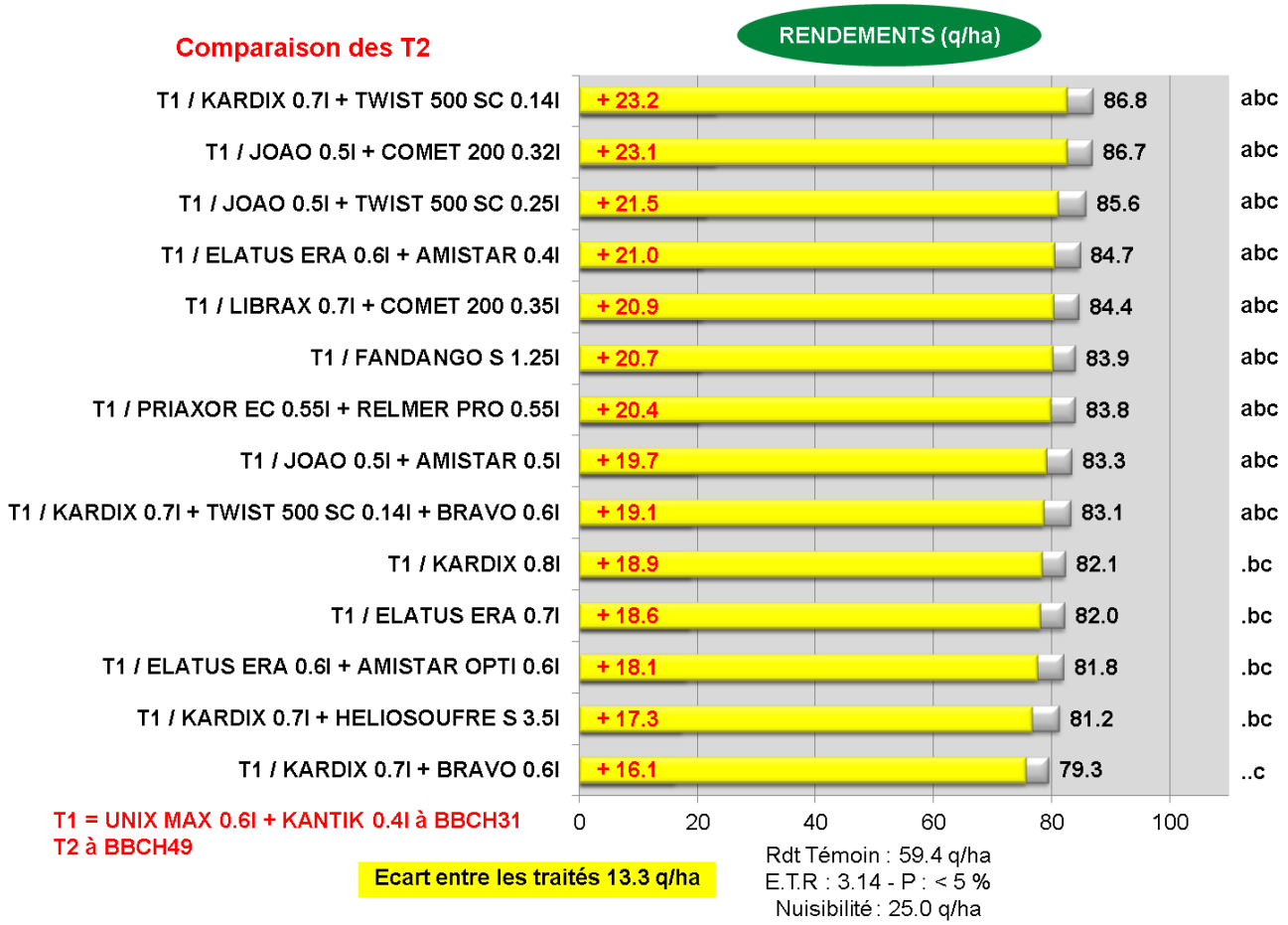
Le choix du T1 : quelle importance économique ?

L'analyse des rendements nets moyens de ces 3 essais, montrent des gains nets variables selon la nature du T1 de + 17.2 q/ha à + 20.9 q/ha, soit un différentiel lié au choix du produit de + 3.7 q/ha. Bien que conséquent, les écarts observés ne sont pas statistiquement significatifs.

La modalité Unix max + Kantik a été testée selon 2 équilibres différents (0.4+0.6 et 0.6+0.4). En tendance, l'équilibre le plus dosé en cyprodinil l'emporte. Notez également le bon comportement de la fenpropidine associé au cyprodinil : Unix max + Gardian.

A noter que pour 2019, la spécialité Gardian va prendre le nom de Meltop One en 2019.

Figure 23 : Rendements bruts et nets de différents programmes - Prix de l'orge : 17 €/q
Comparaison de différents T2 au stade ZBBCH 9 - Un T1 identique (Unix Max + Kantik) au stade BBCH31 puis les modalités en T2 au stade Z49 : 3 essais (18, 21, 81)



Les rendements nets des T2 (après déduction du coût des fongicides) varient de + 16.1 q/ha à + 23.2 q/ha, soit un enjeu lié au choix du produit de 7 q/ha. Certains des écarts observés sont statistiquement significatifs. Dans un contexte où *P. teres* est la maladie dominante, l'ajout d'une strobilurine est très largement valorisé (observer la différence entre Kardix 0.8 L/ha et Kardix 0.7 l/ha + Twist 0.14 l/ha). Plus généralement toutes les modalités contenant des strobilurines figurent en tête de classement (première moitié). Les associations les moins bien classées contiennent un produit de contact (chlorothalonil ou soufre) dont l'ajout (en l'absence de grillures ou de ramulariose) n'a pas permis de compenser la baisse de dose de Kardix. L'interaction potentiellement négative du chlorothalonil avec les produits de type SDHI+IDM trouve ici une confirmation.

REPERES POUR 2019

- L'helminthosporiose a été plus fréquente cette année en raison notamment de l'évolution d'Etincel désormais sensible à la maladie. Cette dernière a également présenté beaucoup de rhynchosporiose en début de végétation.
- La ramulariose, la rouille naine, les grillures et les maladies de fin de cycle ont été très peu présentes en 2018.
- La septoriose de l'orge, maladie de quarantaine pour certains pays importateurs et par conséquent particulièrement surveillée, a été très rarement observée cette année.
- De très bonnes solutions restent disponibles pour lutter contre l'ensemble des maladies des orges au T1 et au T2
- L'intérêt des strobilurines dans le cadre de mélanges triple IDM + SDHI **+ QoI** a été confirmé et estimé, en présence d'une forte pression de maladie, entre 1 et 4 q/ha selon le contexte « maladie » et la molécule utilisée.
- Des mélanges double IDM+QoI dans un contexte ou l'helminthosporiose est la seule (ou principale) maladie à combattre sont dans nos essais techniquement et économiquement compétitifs et pourraient donc suffire à protéger la culture.
- **La généralisation de l'emploi de ce type de mélange** (triple) **risque d'accélérer la sélection des souches portant une résistance multiple aux QoI et aux SDHI,** déjà identifiées en France et dans de nombreuses régions européennes.
- L'utilisation du chlorothalonil dans le cadre d'un mélange triple SDHI+IDM+QoI semble devoir être à réserver aux situations où la lutte contre la ramulariose, et les grillures est prioritaire.

Rappel 2018

- L'état de la situation 2018 en terme de résistance n'étant pas connu à la redaction de ce document, nous rappelons nos recommandations de 2017.
- Doubler les SDHI reste inutile, voire dangereux vis-à-vis de la gestion des phénomènes de résistance de l'helminthosporiose.
- **La résistance aux QoI reste bien implantée,** mais à des fréquences très variables selon les parcelles (0% à 100%). Tous échantillons confondus, la fréquence moyenne (30%).est relativement stable ces dernières années.
- **La résistance de *Pyrenophora teres* aux SDHI** est associée à 10 mutations identifiées. **La fréquence des souches résistantes est en progression en France** (et en Europe du nord), **et associée en 2017 à une perte d'efficacité significative.** En 2018, l'intérêt des SDHI pour lutter contre l'helminthosporiose dans le cadre de mélange triple, n'est pas apparu de manière convaincante.
- Des soupçons pèsent sur la présence en France de souches de ramulariose hautement résistantes aux SDHI et aux triazoles, identifiées en Allemagne dès 2016.

Recommandations

- Nous recommandons de limiter le plus possible le recours aux mélanges triples IDM + SDHI + QoI, en limitant strictement leur utilisation aux variétés les plus sensibles et aux contextes « maladie » les plus sévères.
- D'une manière plus générale, nous recommandons de diversifier les solutions en pratiquant l'alternance entre mode d'action à l'échelle du programme ou à défaut entre molécules partageant le même mode d'action.

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

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

Septoriose de l'orge

UN COMPLEXE D'ESPECES A SURVEILLER

La septoriose est une maladie majeure sur les cultures de céréales dans le monde. En France, la fréquence et la nuisibilité de cette maladie sur orge sont faibles mais celle-ci est à surveiller avec attention. Car elle peut être causée par une espèce appartenant à la liste de quarantaine Chinoise, pays importateur de nos orges brassicoles.

Selon la littérature, la septoriose de l'orge est causée par :

- *Parastagonospora nodorum* (syn : *Stagonospora nodorum*)
- *Parastagonospora avenae f. sp. triticea* (espèce de quarantaine en Chine)
- *Zymoseptoria passerinii*

Suite à une détection sur des lots français de *Parastagonospora avenae f.sp. triticea* (espèce de quarantaine en Chine) signalée en janvier 2016 par les autorités chinoises, des actions ont été entreprises pour mieux caractériser les espèces en présence et augmenter les mesures de prévention. Les premières études menées par Arvalis ont montré l'absence de *Z. passerinii* et une présence majoritaire de *P. nodorum* à partir des échantillons foliaires prélevés en 2016 (Cf. Choisir et décider 2016).

Depuis, la surveillance des symptômes de septoriose de l'orge a été renforcée dans les réseaux d'épidémiosurveillance (BSV) et les expérimentations. Des travaux ont été mis en place pour mieux identifier et quantifier au laboratoire, les différentes espèces et sous-espèces, notamment par PCR quantitative.

Une maladie qui reste peu fréquente en France

En 2018 comme en 2016 et 2017, en France, les maladies les plus fréquemment observées sur les orges d'hiver sont la rhynchosporiose et l'helminthosporiose. Sur l'ensemble du réseau, ces maladies ont fait l'objet de 1000 à 2000 notations chacune par an. C'est également ces deux maladies qui ont reçu les notes d'intensité de développement les plus fortes, soit de l'ordre de 4 à 5 / 10.

A l'opposé, la septoriose de l'orge d'hiver n'a été que très rarement observée : 8 parcelles en 2016, 7 parcelles en 2017, 2 parcelles en 2018. Sur l'une d'entre elles, la note d'intensité s'est avérée presque maximale : 9/10.

Figure 1 : Maladies foliaires de l'orge d'hiver 2016

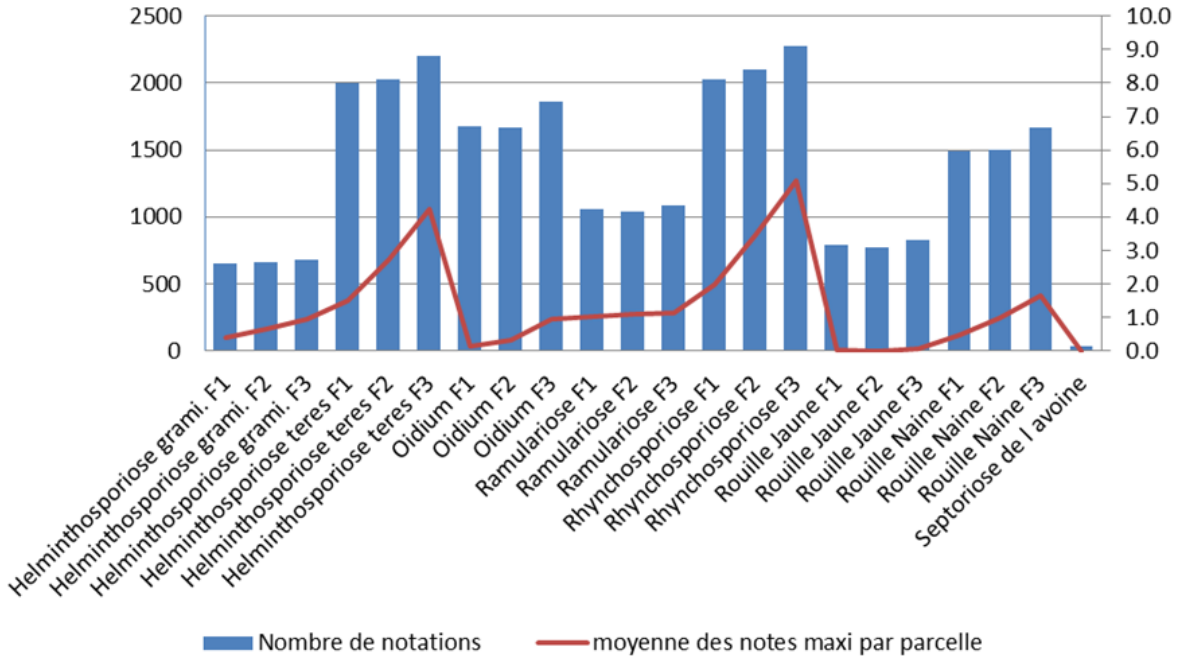


Figure 2 : Maladies foliaires de l'orge d'hiver 2017

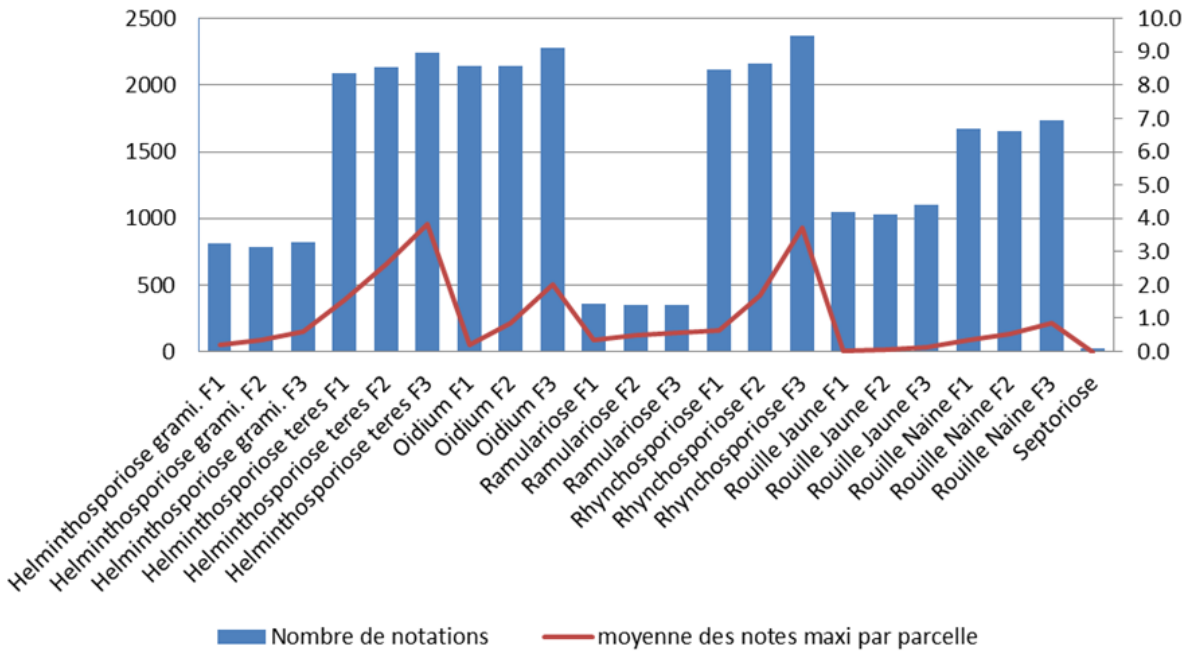
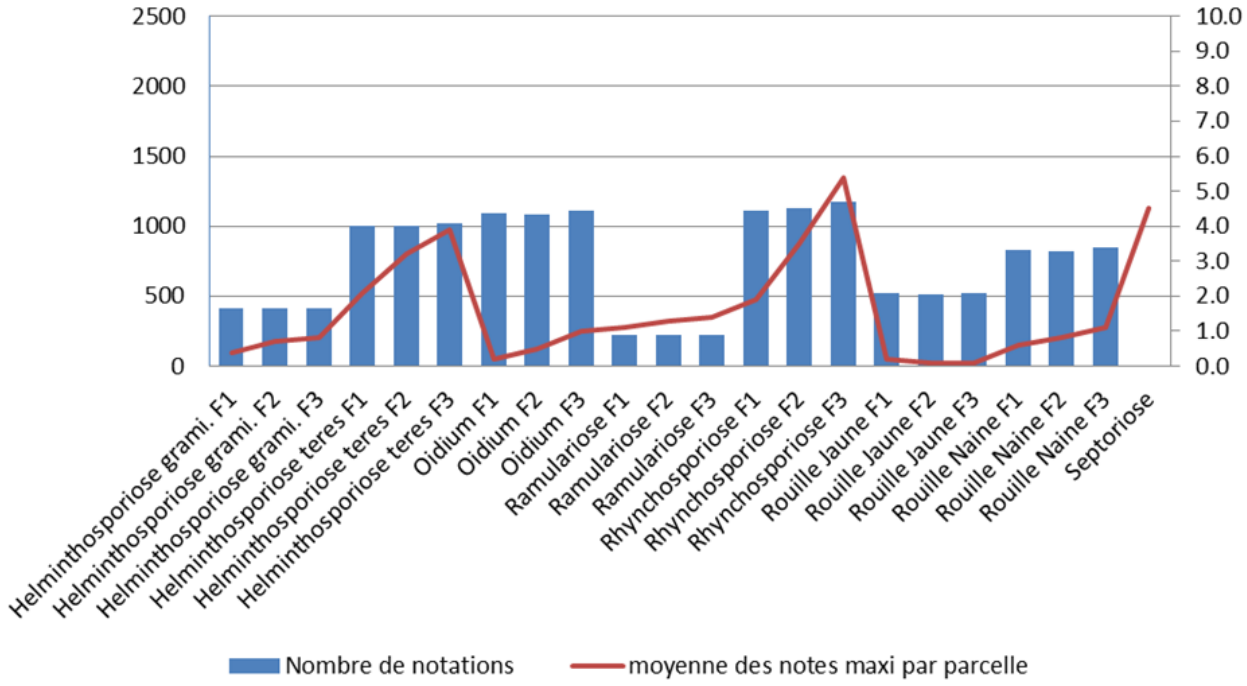


Figure 3 : Maladies foliaires de l'orge d'hiver 2018



Comment identifier les espèces en cause ?

Dans le cas du complexe de la septoriose, l'examen de la morphologie des conidies permet d'identifier le genre et de donner une indication quant à l'espèce. Le problème d'identification se pose plutôt pour les espèces du genre *Parastagonospora*. Des études ont montré que la distinction entre *P. nodorum* et *P. avenae* peut se faire essentiellement en se basant sur des caractères morphologiques. Les pycnidiospores de *P. avenae* font une taille de 18-61µm x 1,6-4,7 µm tandis que les pycnidiospores de *P. nodorum* ont une taille de 14,2-32µm x 1,9-4,0 µm. Néanmoins, cette approche s'avère loin d'être parfaite. Les caractères morphologiques varient considérablement en fonction des conditions environnementales, le milieu de culture utilisé in vitro et selon le stade physiologique des plantes.

Une autre approche a été utilisée en se basant sur l'hôte d'origine faisant appel au concept de la spécialisation d'hôte. En effet, chez les champignons parasites de plantes, de nombreuses espèces sont spécialisées sur un petit nombre d'espèces de plantes hôtes. En couplant cette approche aux caractères morphologiques des

spores, aux modes de reproduction et aux caractères génétiques, trois espèces très proches ont donc été définies :

- ***P. nodorum*** qui serait l'espèce **la plus nuisible sur orge** notamment en Europe. En se basant sur la pathogénicité des souches isolées et des caractères génétiques, deux biotypes distincts ont été définis au sein de cette espèce : **un biotype blé** et **un biotype orge**. Le biotype orge est plus inféodé à l'orge alors que le biotype blé aurait la capacité de s'attaquer à plusieurs céréales dont l'orge mais sans être très agressif. Les deux biotypes sont très difficilement différenciables sur des critères morphologiques.

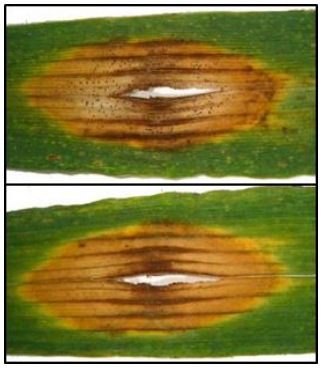
- ***P. avenae f. sp. triticea*** serait moins fréquent et s'attaque préférentiellement au blé mais aussi à l'orge, au seigle et aux graminées sauvages. Au sein de cette espèce, différents groupes génétiques distincts ont également été définis. Cette espèce est présente dans tout l'hémisphère nord mais probablement à une fréquence faible.

- ***P. avenae f. sp. avenaria*** qui s'attaque préférentiellement à l'avoine et qui n'est pas identifié sur orge mais dont les caractéristiques morphologies et génétiques sont proches des deux autres espèces

QUEL SYMPTOME POUR QUEL CHAMPIGNON ?

Les symptômes de septoriose sont assez facilement reconnaissables des autres maladies foliaires de l'orge. Les nécroses sont plutôt brunes, très souvent ovoïdes avec la présence plus ou moins marquée de chloroses. Comme pour la septoriose du blé tendre, les pycnides apparaissent dans les tissus foliaires nécrosés et des cirrhes peuvent être observés. La mise en incubation des symptômes dans une chambre humide peut permettre de faire apparaître les pycnides et les cirrhes et donc aider au diagnostic. Les nécroses sont assez souvent au centre de la feuille et il est fréquent d'observer une déchirure du limbe.

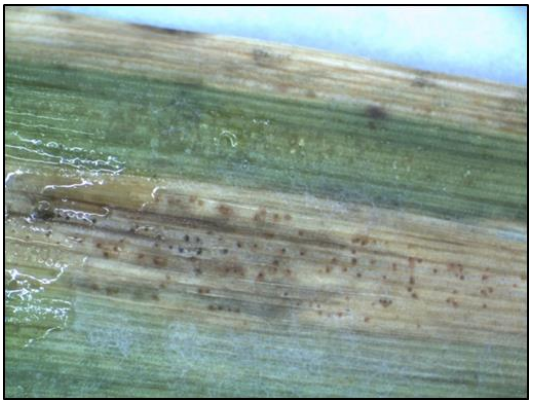
Symptômes typiques de la Septoriose de l'orge sur feuilles au champ



Il est difficile de relier symptômes et champignons car *P. nodorum* et *P. avenae f. sp. triticea* génèrent des symptômes très similaires sur les feuilles. Selon la littérature, les pycnides de *P. nodorum* sont souvent plutôt brunes et insérées dans le limbe alors que les pycnides de *P. avenae f. sp. triticea* seraient plus noires. Ces caractéristiques peuvent aider au diagnostic mais ne permettent pas de conclure avec certitude car une variabilité dans l'expression des symptômes existe selon, notamment, les conditions climatiques.

Pycnides de *P. nodorum* après une chambre humide



Spores de *P. nodorum* (*400)



P. nodorum et *P. avenae f. sp. triticea* infectent aussi les épis : des taches brunes y sont observables. Elles deviendront des nécroses sur la partie supérieure des glumes. Le mycélium peut rester dans l'enveloppe des grains infectés et les graines pourront transmettre la maladie une fois semée.

Quelle est la situation actuelle en France ?

Afin de déterminer avec précision les espèces causant la septoriose de l'orge en France, des isolements monospores ont été réalisés en 2016 et 2017 à partir de feuilles septoriées. Plus de 80 isolats ont ainsi été mis en collection dans la mycothèque d'Arvalis et diagnostiqués comme *Parastagonospora* par analyse morphologique confirmant que *Z. passerinii* ne serait pas présent en France. L'observation des spores suggérait la présence majoritaire voire exclusive de *P. nodorum*.

Afin d'objectiver les observations et en collaboration avec l'INRA BIOGER (Dr. V. LAVAL), 17 souches ont été séquencées pour 6 gènes classiquement utilisés en taxonomie moléculaire (Ef1α, RPB2, BGL1, β tubuline, ITS, MDH). Les données obtenues ont permis de faire des analyses phylogénétiques (en complétant avec des données de séquences publiques issues de Genbank et de données internes pour les espèces du genre Parastagonospora). Les résultats ont permis de mettre en évidence que les 17 souches séquencées forment un seul clade avec l'isolat de référence S-84-2. Cet isolat de référence a été décrit par Ueng et al. comme P. nodorum biotype orge (Ueng et al, 1998). Ainsi, l'ensemble des résultats conforterait l'hypothèse que P. nodorum est l'espèce très majoritaire sur orge.

Enfin, afin de disposer d'un outil rapide et robuste pour discriminer les espèces, des méthodes de PCR quantitatives (qPCR) ont été développés en collaboration avec l'INRA BIOGER. Grâce aux données de séquences, nous avons pu développer des qPCR spécifiques de chacune des espèces : *P. nodorum, P. nodorum* « biotype orge », *P. avenae f. sp. Triticea et P. avenae f. sp. Avenaria.*

Les premiers résultats montrent une bonne spécificité des méthodes vis à vis des différentes espèces ciblées. Ces outils ont été testés sur les 80 isolats de *Parastagonospora* en collection et sur les échantillons de feuilles reçues en 2018 grâce au réseau du BSV. Ces méthodes ont permis de confirmer la présence très majoritaire de *P. nodorum* biotype orge dans les échantillons reçus. A l'inverse, *P. nodorum* biotype blé n'a pas été détecté sur orge. Enfin, *P. avenae f. sp. triticea* n'a été détecté que très rarement et à des niveaux de quantification en dessous de la limite de détection de la méthode (sauf pour 2 échantillons).

La très faible présence de *P. avenae f. sp. triticea* sur feuilles d'orge laisse supposer que le risque de transmission vers l'épi (donc le grain) est faible.

Les moyens de lutte sont semblables aux moyens de lutte utilisés pour la septoriose des autres cultures. L'utilisation de semences certifiées et traitées limitera le risque d'une transmission par cette voie. L'utilisation de variétés tolérantes serait à privilégier mais du fait de la faible nuisibilité de cette maladie, peu de références sont disponibles sur ce critère. Enfin, les traitements fongicides classiques sont très certainement efficaces contre les deux espèces en cause même si aucun monitoring récent ne permet de connaître l'efficacité réelle des différentes matières actives (triazoles, SDHI…).

REPERES POUR 2019

- La Septoriose de l'orge reste une maladie peu fréquente et peu nuisible qui est causée très majoritairement par *P. nodorum* biotype orge en France.
- De nouveaux outils moléculaires ont été développés pour suivre les espèces en cause sur les feuilles et sur les grains.
- *Parastagonospora avenae f. sp. triticea* est une espèce de quarantaine en Chine qui doit continuer à être surveillée.

Tableau des efficacités sur orges

Efficacité par maladie des principaux fongicides ou associations utilisables sur orge

	Prix indicatif (€/ha)	Helminthos-poriose	Oïdium	Rhynchos-poriose	Rouille Naine	Ramula-riose	Grillures
OPUS NEW 1.5 l	44			++	++		
ABACUS SP 1.5 l	45			++	++		
BRAVO 2 l	18			++		+++	+++
BRAVO 1 l	9			+		++	++
BELL 1.5 l	57	++	+	++	++	+++	++
BELL 0.75 l	29	+		++	+	+	+
BELL STAR 2.5 l	82	++	+	++	++	+++	++
BELL STAR 1.25 l	41	+	+	+	+	++	+
VIVERDA 2 l	76	+++	+	+++	+++	+++	++
VIVERDA 1 l	38	++	+	++	++	++	+
ADEXAR 2 l	100	+++		+++	+++	+++	+++
ADEXAR 1 l	50	++		++	++	++	++
ADEXAR 0.5 l	25	+		+	+	+	+
CERIAX 2 l	80	+++		+++	+++	+++	+++
CERIAX 1 l	40	++		++	++	++	++
LIBRAX 1 l	50	++		++	++	++	++
LIBRAX 0.85 l + COMET 200 0.28 l	54	++		++	++	++	++
LIBRAX 0.8 l + COMET 200 0.4 l	57	+++		++	+++	++	++
AMISTAR 1 l	29				+		
ACANTO 1 l	41	+		+	++		
KAYAK 0.75 l + JOAO 0.3 l	36	++	++	++	+	++	+
KAYAK 0.75 + MADISON 0.5 l	41	++	++	+++	++	+	+
KANTIK 1.3 l	29	+	+++	+++	++	+	+
JOAO 0.8 l	59	++	+++	+++	+++	++	+++
JOAO 0.4 l	30	+	++	++	++	++	++
MADISON 1 l	55	++	+++	+++	+++	+++	+++
MADISON 0.5 l	28	++	++	++	++	++	++
INPUT 1.25 l	72	++	+++	+++	+++	+++	+++
INPUT 0.6 l	35	+	++	++	++	++	++
FANDANGO S 1.75 l	63	++	+++	+++	+++	+++	+++
FANDANGO S 1 l	36	++	++	++	++	++	++
AVIATOR XPRO 1 l	65	+++		+++	+++	+++	+++
AVIATOR XPRO 0.75 l	49	++		+++	+++	++	++
AVIATOR XPRO 0.5 l + BRAVO 0.5 l	37	++		+++	+++	++	+++
KARDIX 1.2 l	67	+++		+++	+++	+++	+++
KARDIX 0.8 l	45	++		+++	+++	++	++
VARIANO XPRO 1l	45	++		+++	+++	++	++
SKYWAY XPRO 1 l	68	+++		+++	+++	+++	+++
SKYWAY XPRO 0.5 l	34	++		++	++	++	++
ELATUS ERA 1 l	68	+++		+++	+++	+++	+++
ELATUS ERA 0.75 l	51	++		+++	+++	++	++
ELATUS ERA 0.5 l + BRAVO 0.5 l	39	++		+++	+++	++	+++

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

Stratégies fongicides régionales orge

APERÇU DES UTILISATIONS 2018

Au cours de ces dernières années, les pertes de rendement en l'absence de protection fongicide étaient dans nos essais de l'ordre de 15 q/ha. En 2018, l'impact des maladies est supérieur à cette moyenne avec des pertes de rendement potentielles de 18.4 q/ha principalement liées aux conditions climatiques pluvieuses et froides du mois de Mars, favorable à la rhynchosporiose. Par ailleurs l'année a montré une baisse de la résistance vis-à-vis de l'Helminthosporiose des principales variétés cultivées Etincel, Isocel représentant près de 50 % des 1.37 millions d'ha d'orges d'hiver.

Au niveau national, les pratiques fongicides sont restées relativement stables avec en moyenne 1.79 passages sur orges d'hiver et escourgeons contre 1.76 en 2017 et 1.84 en 2016.

La dépense a progressé ces dernières années avec l'intégration des SDHI dans plus de 80 % des programmes pour atteindre en moyenne 64 €/ha en 2018 (63 €/ha en 2017, 68 €/ha en 2016).

UN SEUL SDHI PAR SAISON A RETENIR !

La situation des populations d'helminthosporiose vis-à-vis de la résistance aux SDHI a fortement évoluée depuis 2014. Le recours à un SDHI+triazole en T2 dans un nombre important de situations ne semble plus aussi favorable que ces dernières années. En 2018, comme en 2017, dans les situations ou la résistance est la plus fortement implantée, l'efficacité des SDHI+triazole est affectée significativement. Elle repose principalement sur le seul triazole présent dans cette association. Dans un contexte dominé par l'helminthosporiose, il est préférable d'ajouter une strobilurine au triazole ou d'utiliser un mélange triple (triazole+SDHI + strobilurine) préférentiellement sur les variétés sensibles à l'helminthosporiose. Sur le plan pratique, par précaution, nous invitons à diversifier les modes d'action et les molécules : une seule strobilurine par ha et par an est notre conseil depuis longtemps. Dans le même esprit, nous recommandons une seule application par saison de SDHI, comme nous l'avions déjà proposé l'an dernier. S'agissant des triazoles, on s'efforcera d'alterner les molécules.

QUEL PROGRAMME POUR 2019 ?

Le prix de vente des orges d'hiver et escourgeons est déterminant dans le choix du programme de protection. Le niveau de pression des maladies observées au printemps 2019 et la sensibilité variétale seront également décisifs pour orienter les traitements.

Pour établir nos propositions de programme nous avons retenu le prix de vente moyen de 17 €/q pour des orges non brassicoles. La nuisibilité des maladies étant en moyenne pluriannuelle de 15 q/ha, 59 €/ha de dépense fongicide constitue un bon repère pour une hypothèse de prix d'orges à 17 €/q, à moduler selon les régions et bien entendu selon les variétés.

Pour une hypothèse de prix plus élevé de 18 €/q correspondant à des escourgeons brassicoles, le repère de dépense fongicide passe à 62 €/ha (tableau 1).

Tableau 1 : Dépense fongicide optimale théorique (€/ha) sur escourgeon et orge d'hiver en fonction de la pression parasitaire attendue et sous plusieurs hypothèses du prix (10 à 18 €/q) - 53 essais 2006 à 2012*

Nuisibilité attendue q/ha Prix orges d'hiver	10 q/ha	15 q/ha	20 q/ha	25 q/ha	30 q/ha
10 €/q	28	39	49	59	70
11 €/q	31	42	53	64	74
12 €/q	**34**	**45**	**56**	**68**	**79**
13 €/q	36	48	60	72	83
14 €/q	39	51	63	75	87
15 €/q	41	54	66	79	91
16 €/q	44	57	70	82	95
17 €/q	46	59	73	86	99
18 €/q	48	62	75	89	103

Au-delà du résultat donné par le modèle, il faut néanmoins rester attentif au fait que la protection fongicide a un effet marqué sur le calibrage. En conséquence, il serait hasardeux de ne s'en tenir qu'au simple calcul de rentabilité des fongicides sans penser qu'il faut assurer une production d'orges de qualité brassicole.

Plus une variété présente des écarts traités - non traités élevés, plus elle va justifier d'une protection d'un coût élevé. Par exemple une variété qui présente un écart traité - non traité d'environ 10 q/ha, avec une hypothèse de prix de vente de 18 €/q, va justifier en moyenne d'une dépense de 48 €/ha, soit une application unique à dernière feuille étalée. Pour une variété très sensible et avec les mêmes conditions de vente, si la moyenne des dégâts observés est de 20 q/ha, alors la dépense optimale sera de 75 €/ha. Au final, la résistance variétale permet une économie théorique de 27 €/ha pour ces conditions de prix.