

5. Lutte intégrée contre les maladies

C. Bataille¹, R. Blanchard², A. Clinckemaillie¹, M. Duvivier¹, B. Heens³, P. Hellin¹, O. Mahieu⁴ et R. Meurs⁵

1	Protection du froment.....	3
1.1	La saison culturale 2019-2020	3
1.1.1	Développement des maladies.....	3
1.1.2	Impact des maladies sur le rendement.....	6
1.2	Retrait des agréments de substances actives en 2020	7
1.2.1	Rappels :	7
1.2.2	Fin d'agrément du <i>mancozèbe</i>	8
1.2.3	Fin d'agrément du <i>thiophanate-méthyl</i>	9
1.2.4	Fin d'agrément de deux triazoles : le <i>cyproconazole</i> et l' <i>epoxiconazole</i>	9
1.3	Nouvelles autorisations de mise sur le marché en Belgique	11
1.3.1	L'Ascra Xpro : nouveau produit combinant 2 SDHI	12
1.3.2	Le <i>mefentrifluconazole</i> (Revysol) : nouvelle substance active à la base de quatre nouveaux produits.....	13
1.3.3	Le <i>fenpicoxamid</i> : nouvelle substance active et nouveau mode d'action	15
1.3.4	Le <i>folpet</i> : un multi-sites enfin agréé en produit solo	17
1.4	Efficacité des nouveaux produits disponibles en 2021.....	18
1.4.1	L'Ascra Xpro, le Revytrex et l'Aquino face aux modulations de doses.....	18
1.4.2	Le <i>folpet</i> est-il aussi efficace que le <i>chlorothalonil</i> contre la septoriose?	23

¹ CRA-W – Dpt Sciences du Vivant – Unité Santé des Plantes & Forêts

² ULiège – GxABT – Axe Plant Sciences – Phytotechnie – Production intégrée des céréales en Région Wallonne – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

³ CPL Végémar – Centre Provincial Liégeois de Productions végétales et maraîchères – Province de Liège

⁴ CARAH asbl – Centre Agronomique de Recherches Appliquées de la Province de Hainaut

⁵ CePiCOP asbl – (Centre Pilote Wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux) – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

5. Lutte intégrée contre les maladies

1.5	Se protéger de la septoriose en 2021, mission impossible ?	25
1.5.1	Contexte	25
1.5.2	L'épidémiologie de <i>Z. tritici</i>	26
1.5.3	Facteurs favorisant les épidémies en Wallonie	28
1.5.4	La septoriose, un champignon qui fait de la résistance !	29
1.5.5	La résistance de la septoriose aux fongicides en Wallonie	32
1.5.6	La Belgique, un mauvais élève ?	38
1.5.7	Efficacité des fongicides sur la septoriose	41
1.5.8	Construire un programme fongicide efficace contre la septoriose	44
1.6	Le réseau d'essai fongicide wallon : saison 2019-20	47
1.6.1	Les objectifs	47
1.6.2	Le protocole 2019-2020	47
1.6.3	Le développement des maladies dans le réseau	50
1.6.4	Efficacité des programmes fongicides	51
1.6.5	Deuxième année de validation de l'OAD Fongi Blé	54
1.7	Recommandations pratiques en protection du froment	56
1.7.1	Connaître les pathogènes et cibler les plus importants	56
1.7.2	Connaître les sensibilités des variétés aux différentes maladies et stratégies de protection des froments	61
2	Protection de l'escourgeon	68
2.1	La saison culturale 2019-2020	68
2.2	Quel schéma de traitement adopter en fonction de la pression en maladies et de la variété emblavée ?	69
2.2.1	Objectifs	69
2.2.2	Résultats	70
2.2.3	Conclusions :	71
2.3	Retrait des agréments de substances actives en 2020	73
2.3.1	Rappels :	73
2.3.2	Fin d'agrément du <i>mancozèbe</i>	73
2.3.3	Fin d'agrément du <i>thiophanate-méthyl</i>	74
2.3.4	Fin d'agrément de deux triazoles : le <i>cyproconazole</i> et l' <i>epoxiconazole</i>	74
2.4	Nouvelles autorisations de mise sur le marché en Belgique	75
2.4.1	L'Ascra Xpro : nouveau produit combinant 2 SDHI	75
2.4.2	Le <i>mefentrifluconazole</i> (Revysol) : nouvelle substance active à la base de quatre nouveaux produits	76
2.5	Efficacité des fongicides	78
2.5.1	Le Lenvyor et le Revytrex sur le banc d'essai	78
2.5.2	Résultats du réseau d'essais fongicides en escourgeon	80
2.6	Recommandations pratiques en protection de l'escourgeon	85
2.6.1	Connaître les pathogènes et cibler les plus importants	85
2.6.2	Stratégies de protection des escourgeons	87

1 Protection du froment

Tout au long de ce chapitre, les stades de développement des céréales seront exprimés selon l'échelle BBCH (Zadoks), la plus couramment utilisée (cf. pages jaunes).

1.1 La saison culturale 2019-2020

B. Heens

1.1.1 Développement des maladies

Le développement des principaux pathogènes du froment en 2020 est détaillé ci-dessous. Pour les 3 principales maladies que sont la rouille jaune, la septoriose et la rouille brune, l'évolution des symptômes observés en 2020 dans le réseau d'observation du CePiCOP est détaillée aux Figures 5.1, 5.2 et 5.3. Les différents sites d'observation ont été répartis entre 4 régions géographiques, à savoir les régions Ouest, Centre, Est et Condroz. Sur ces Figures, la Wallonie reprend la moyenne des observations sur l'ensemble du réseau d'observation du CePiCOP.

Rouille jaune (Figure 5.1)

Au stade redressement, les premiers symptômes de rouille jaune ont été observés dans la région Ouest de la Wallonie. Au stade 1^{er} nœud, c'est uniquement dans la région Est que des symptômes de rouille jaune ont été observés sur variétés sensibles (Reflection). Le niveau d'infection était faible et ne nécessitait donc pas de premier traitement fongicide. Au stade 2^{ème} nœud, la rouille jaune était observée un peu partout en Wallonie sur les variétés les plus sensibles. Les niveaux d'infection observés ont incité le CePiCOP à recommander la prudence. Des traitements fongicides spécifiques contre la rouille jaune ont été conseillés pour les situations à risques. Au stade dernière feuille, la rouille jaune était présente sur tous les étages foliaires inférieurs à la dernière feuille sans toutefois dépasser les 15 % de feuilles touchées par étage.

Pour la rouille jaune, les observations effectuées dans le réseau du CePiCOP ne couvrent pas toutes les situations. En effet, toutes les variétés sensibles n'y sont pas reprises. En outre, la rouille jaune est bien présente chaque année depuis 2014, mais les souches de rouille prédominantes ne sont pas les mêmes d'une année à l'autre. Les variétés qualifiées de sensibles marquent souvent une différence de sensibilité liée à la souche de rouille jaune présente et peuvent donc avoir un comportement différent d'une année à l'autre. Enfin, une sensibilité à la rouille jaune pour une souche peut s'accroître au fil des saisons pour une même variété. Tout ceci fait que les observations issues des parcelles fermières sont également importantes à prendre en compte, pour décider d'un traitement fongicide contre la rouille jaune.

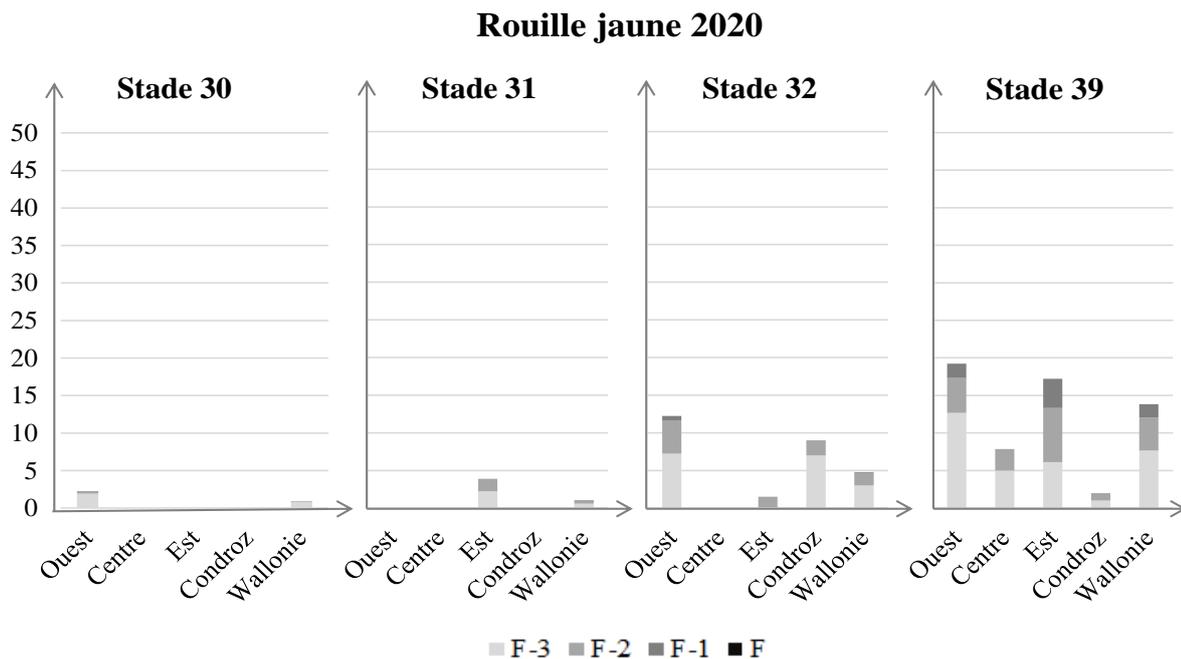


Figure 5.1– Evolution de la rouille jaune dans les 4 régions du réseau d’observation du CePiCOP en 2020. Pourcentage moyen cumulé de feuilles touchées par étage foliaire en fonction du stade de développement du froment sur variétés sensibles. F= dernière feuille pointante au moment de l’observation.

Septoriose (Figure 5.2)

Dès la sortie de l’hiver, des symptômes de septoriose étaient facilement observables sur les variétés sensibles. Au stade redressement c’est la région Ouest qui présentait le niveau d’infection le plus élevé. Au 1^{er} nœud, la septoriose restait présente en fond de végétation et à des niveaux équivalents, quelle que soit la région. La situation ne nécessitait donc pas de 1^{er} traitement fongicide (T0).

Au stade 2^{ème} nœud, stade clé pour la protection fongicide contre la septoriose, la présence de symptômes sur les F-2, c’est-à-dire les futures F4, dépassait les 20 % sur les variétés sensibles uniquement dans la région Ouest. Dans ces conditions, un 1^{er} traitement était recommandé. Sur les variétés moyennement sensibles à peu sensibles, la pression était moindre et ne nécessitait donc pas de traitement.

Après le stade 2^{ème} nœud, la sécheresse des mois d’avril et mai et la prédominance des vents des secteurs nord et est ont bloqué le développement de la septoriose vers les étages foliaires supérieurs. Au stade dernière feuille la septoriose présentait le niveau d’infection le plus élevé en région Ouest avec 25 % des F3 et moins de 5 % de F2 touchées. A ce stade, un premier traitement a été conseillé pour les situations où aucun traitement n’avait encore été effectué. Après la sécheresse sévère des mois d’avril et mai avec une pluviométrie de l’ordre de 25 % de la normale, les précipitations ont fait leur retour en juin tout en restant déficitaires par rapport à la normale. Dans ces conditions, la septoriose n’a évolué qu’assez tard vers les étages foliaires supérieurs et n’a donc eu qu’un impact limité sur le rendement, même en absence de traitement fongicide.

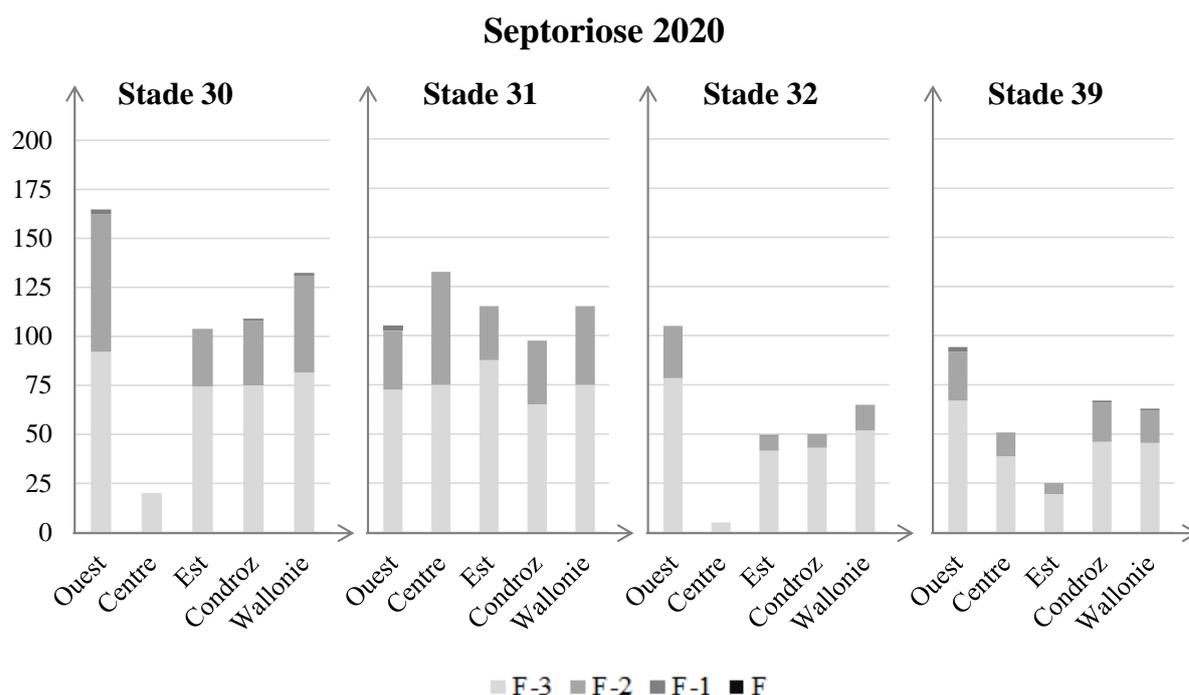


Figure 5.2– Evolution de la septoriose dans les 4 régions du réseau CePiCOP en 2020. Pourcentage moyen cumulé de feuilles touchées par étage foliaire en fonction du stade de développement du froment sur variétés sensibles. F= dernière feuille pointante au moment de l’observation.

Rouille brune (Figure 5.3)

La rouille brune a été observée en région Ouest au stade redressement pour disparaître ensuite jusqu’au stade dernière feuille où elle a été observée, cette fois en Condroz. Elle ne s’est développée que tardivement après la floraison sans engendrer de grosses pertes de rendement même sans traitement.

Oïdium

Cette année, un peu d’oïdium a été observé sur les variétés les plus sensibles. Sa pression est restée faible tout au long de la saison, et aucune atteinte significative au rendement n’a été notée.

Fusarioses

Malgré le retour de quelques précipitations en juin, les conditions météo au moment de la floraison n’ont pas été favorables au développement des fusarioses de l’épi. Aucune cotation de cette maladie n’a d’ailleurs pu être effectuée dans les essais variétaux cette année.

5. Lutte intégrée contre les maladies

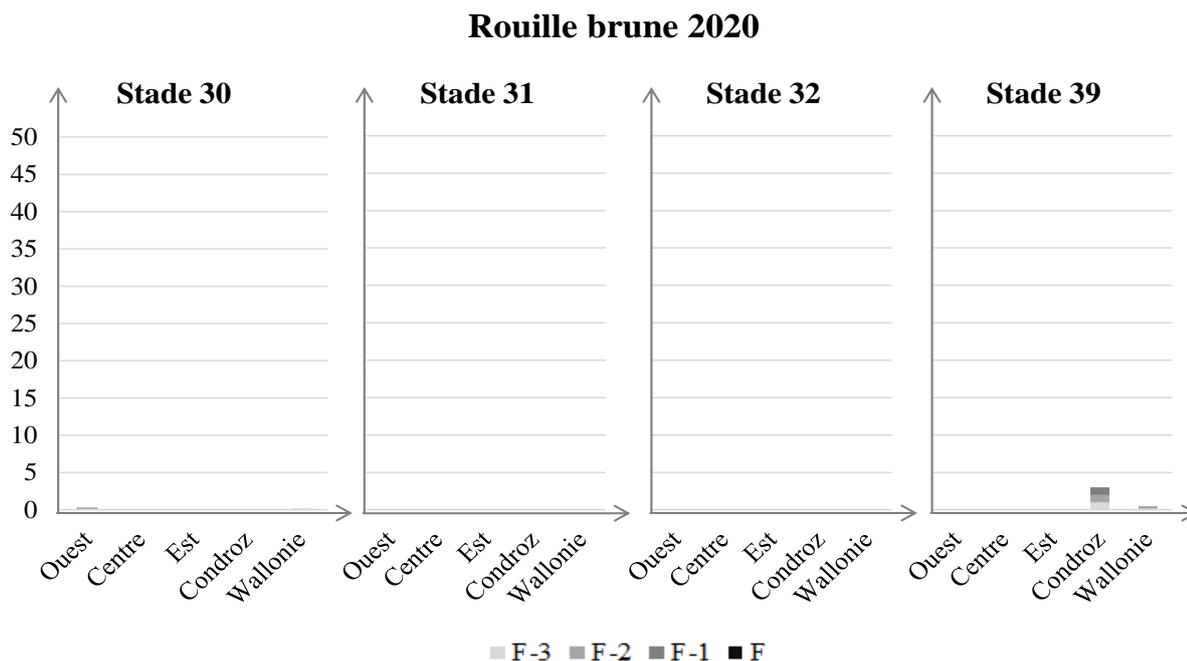


Figure 5.3 – Evolution de rouille brune dans les 4 régions du réseau CePiCOP en 2020. Pourcentage moyen cumulé de feuilles touchées par étage foliaire en fonction du stade de développement du froment sur variétés sensibles. F=dernière feuille pointante au moment de l'observation.

1.1.2 Impact des maladies sur le rendement

Au travers des résultats des essais variétaux répartis sur toute la Wallonie, il est possible d'évaluer globalement la nuisibilité des maladies et de la comparer sur ces 5 dernières années. Cette nuisibilité peut être chiffrée par la perte moyenne de rendement mesurée en l'absence de protection fongicide par rapport à une bonne protection (minimum 2 traitements fongicides à dose pleine) sur un même groupe de variétés. Les variétés systématiquement présentes sont : Bergamo, Graham, KWS Dorset, KWS Salix, KWS Smart, Mentor et Ragnar. Le Tableau 5.1 reprend le rendement moyen sous bonne protection fongicide, ainsi que les pertes moyennes de rendement en l'absence de protection, exprimées en kg/ha, ou en %. En moyenne, la nuisibilité des maladies pour cette saison culturale s'élève à 8 %, soit les pertes les plus faibles de ces 5 dernières années avec un niveau de rendement équivalent à 2019, année du meilleur rendement. Ces pertes de rendement sont de 10 quintaux par ha, soit 12 quintaux de moins qu'en 2019 et 22 de moins qu'en 2018. De manière générale, il est certain qu'une protection fongicide à traitement unique était suffisante dans bon nombre de situations en 2020.

Tableau 5.1 – Nuisibilité des maladies dans les essais variétaux du réseau wallon de 2016 à 2020.

Année	2016	2017	2018	2019	2020
Rendement (kg/ha)	8 615	11 074	11 397	12 182	12 135
Perte de rendement (kg/ha)	2 570	1 125	3 156	2 217	999
Perte de rendement (%)	29	10	27	18	8

1.2 Retrait des agréments de substances actives en 2020

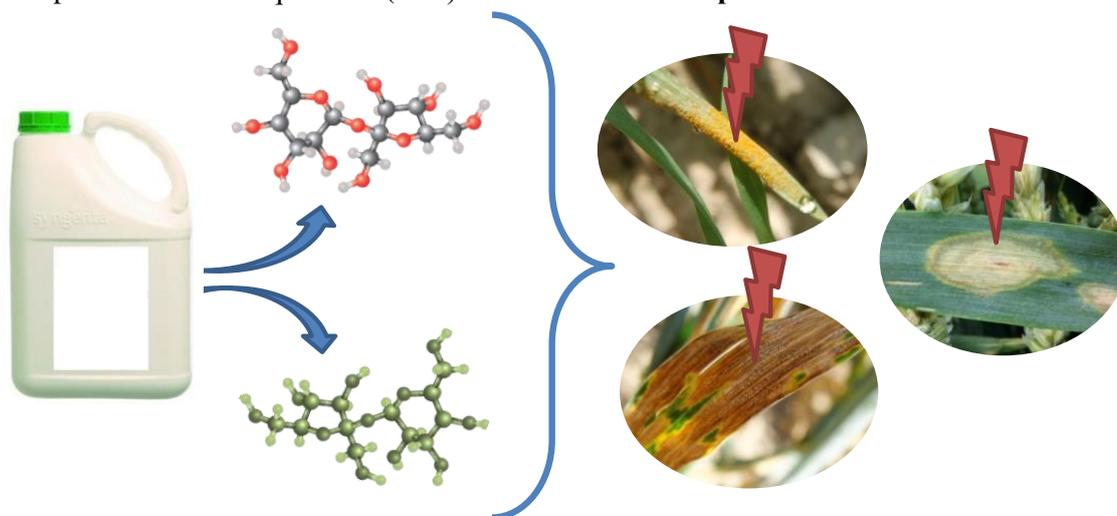
C. Bataille

Les produits de protection des plantes (PPP) sont constitués d'une ou de plusieurs substances actives. Ces dernières définissent le spectre d'efficacité de chaque produit. Avant de pouvoir être présente au sein des produits formulés, chaque substance active doit être homologuée au niveau des **autorités européennes**.

Un **PPP** est composé de une ou plusieurs....

...**substance(s) active(s)** qui défini(ssen)t...

...son **spectre d'efficacité**.



Lors de son premier enregistrement, la substance active est autorisée pour une **période maximale de 10 ans**. Après ce délai, elle devra passer par une nouvelle évaluation européenne en vue du renouvellement, ou non, de son homologation. Trois ans avant sa date d'expiration, la firme concernée doit remettre une intention de soutenir sa molécule ou non. Si la substance active n'est pas soutenue, son autorisation est automatiquement retirée à sa date d'expiration. Si la firme décide de soutenir le renouvellement de la molécule, elle devra déposer un nouveau dossier d'homologation aux autorités européennes. Celui-ci devra contenir de nouvelles données prouvant que les critères d'approbation (Article 4) et les conditions de restriction (Article 6) du Règlement européen (1107/2009) sont toujours respectés. L'autorisation de la substance active pourra alors être renouvelée pour une période pouvant aller de 5 à 15 ans suivant les conditions.

1.2.1 Rappels :

Dernière année d'utilisation du *fenpropimorphe*

L'autorisation du *fenpropimorphe* au niveau européen est maintenant expirée. La mise sur le marché et le stockage par des revendeurs sont encore permis jusqu'au 31/03/2021. L'utilisation des produits contenant cette molécule est encore autorisée **jusqu'au 31/10/2021**. En froment, seul le **Corbel** peut donc encore être utilisé cette année.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Fin d'agrément du *chlorothalonil*

Comme annoncé dans le Livre Blanc de février 2020, **il n'est désormais plus possible d'utiliser les produits à base de *chlorothalonil* sur les cultures.** Les produits suivants (Tableau 5.2) ne doivent donc plus se trouver dans les stocks de produits phytosanitaires et doivent être évacués via AgriRecover (<https://agrirecover.eu/be-fr>) :

Tableau 5.2 – Produits contenant du *chlorothalonil*.

Produits de Protection des Plantes (PPP) retirés suite au retrait du <i>chlorothalonil</i>			
Abringo	Amistar opti	Balear	Barclay Chloroflash
Bravo	Bravo Xtra,	Citadelle	Divexo
Folio Gold	Life Scientific Chlorothalonil	Micene Gold	Mixanil
Olympus	Panax	Perseo	Proceed
Pugil	Spirodor	Taloline	

1.2.2 Fin d'agrément du *mancozèbe*

Le 20 décembre 2020, la Commission Européenne a décidé de ne pas renouveler l'agrément du *mancozèbe*. En effet, suite à sa réévaluation par l'ECHA (Agence européenne des produits chimiques), le *mancozèbe* a été reclassé comme toxique pour la reproduction de catégorie 1B. Ceci signifie que sa toxicité présumée est appuyée par des études menées sur des animaux. De plus, cette molécule répond aux critères édités récemment par l'EFSA (Agence européenne pour la sécurité de la chaîne alimentaire) et permettant de mettre en évidence des effets perturbateurs endocriniens. Enfin, l'Autorité a également conclu que l'exposition des utilisateurs de produits contenant cette substance active était non négligeable. Pour ces différentes raisons, cette molécule ne respecte plus les critères nécessaires à son agrément, et la Commission Européenne a décidé de retirer définitivement cette molécule du marché européen. La molécule sera donc déchue de son autorisation de mise sur le marché à partir du 4 juillet 2021. La commercialisation par le détenteur d'autorisation, la mise sur le marché et le stockage par les tiers sont autorisés jusqu'au 04/07/2021. **L'utilisation est autorisée jusqu'au 04/01/2022.**

Les produits en froment impactés par cette décision sont repris dans le Tableau 5.3 ci-dessous.

Tableau 5.3 – Produits agréés en froment et contenant du *mancozèbe*.

Produits de Protection des Plantes (PPP) retirés suite au retrait du <i>mancozèbe</i>			
Agro-Mancozeb 80WP	Indofil M-45	Penncozeb WG	Tridex WG
Avtar 75WG	Mancoplus 75WG	Prozeb	Tridex WP
Dequiman MZ WG	Manfil 75WG	Prozeb Extra 75WG	Trimanoc WG
Dequiman MZ WP	Mastana SC	Prozeb WG	
Dithane WG	Penncozeb	Spoutnik	

Bien évidemment, cette décision vaut tout autant pour les produits agréés sur d'autres cultures que le froment comme les pommes de terre, par exemple.

1.2.3 Fin d'agrèation du *thiophanate-méthyl*

Le 16 octobre 2020, la Commission Européenne a décidé de ne pas renouveler l'autorisation de mise sur le marché du *thiophanate-méthyl*. Dans le cas de cette substance active, le membre rapporteur en charge de l'évaluation du dossier avait émis quelques réserves suite à certaines lacunes dans le dossier. En réaction à la demande de complément d'information envoyé à la firme défendant la molécule, cette dernière a finalement décidé de retirer sa demande de renouvellement. Les produits concernés par ce retrait sont : **FanatyI, Inter thiofanaat, Topsin M 500 SC et Topsin M 70 WG**. La commercialisation par le détenteur d'autorisation est autorisée jusqu'au 19/02/2021. La mise sur le marché et le stockage par les tiers sont autorisés jusqu'au 19/05/2021. **L'utilisation est autorisée jusqu'au 19/10/2021.**

1.2.4 Fin d'agrèation de deux triazoles : le *cyproconazole* et l'*epoxiconazole*

Depuis 2014, les dossiers d'homologation des substances actives de la famille des triazoles sont en cours de révision par les autorités européennes.

Le premier triazole à avoir été révisé est le *propiconazole*. Le 28 novembre 2018, le non renouvellement de l'autorisation de cette molécule a été annoncé par la Commission Européenne. Tous les produits à base de cette substance sont maintenant interdits d'utilisation.

Retrait du *cyproconazole*

Dans le cas du *cyproconazole*, aucun dossier n'a été déposé pour demander le renouvellement de son agrèation devant les autorités européennes. Son homologation prend donc fin à sa date prévue d'expiration, le 31/05/2021. Les produits phytopharmaceutiques suivants seront donc retirés du marché : **Agora, Comrade et Mirador Extra**. La commercialisation de ces produits par leur détenteur d'autorisation est permise jusqu'au 31/05/2021. Leur mise sur le marché et le stockage par les tiers est admise jusqu'au 30/11/2021. Enfin, **leur utilisation est autorisée jusqu'au 30/11/2022.**

5. Lutte intégrée contre les maladies

Retrait de l'*epoxiconazole*

Le cas de l'*epoxiconazole* est assez particulier. En effet, un dossier a bien été déposé par la firme pour demander le renouvellement de l'autorisation de mise sur le marché (AMM) de la molécule en 2016. La révision des substances actives par les experts européens prenant du temps, un premier report d'un an de la date d'expiration de la molécule a été effectué en 2019. En début d'année 2020, un texte de loi devant repousser de nouveau la date d'expiration d'un an a été soumis au vote à la Commission Européenne. Plusieurs membres rapporteurs ont cependant refusé de donner leur accord, jugeant l'*epoxiconazole* trop dangereux pour être laissé sur le marché. N'ayant plus la majorité des votes, la Commission Européenne n'a pas pu reporter l'expiration de la molécule. L'évaluation du dossier n'étant toujours pas finie au moment de l'expiration de l'autorisation de l'*epoxiconazole*, la Commission Européenne a alors contacté la firme qui, après discussion, a finalement accepté de retirer sa demande de renouvellement de l'agrément de la molécule.

Les produits suivants (Tableau 5.4) sont donc retirés du marché :

Tableau 5.4 – Produits agréés et contenant de l'*epoxiconazole*.

Produits de Protection des Plantes (PPP) retirés suite au retrait de l' <i>epoxiconazole</i>			
Adexar	EpoX Top	Opus Plus	Retengo Plus
Atta-poxx 125	Epyflax	Opus Team	Rubric
Capalo	Flupoxar	Osiris	Seguris
Ceando	Granovo	Palazzo	Spike
Cerix	Lusan	Poksie 125	Tifex
Diamant	Mercury	Propov	Viverda
EpoX Extra	Micaraz	Propov SC	Zaindu

La date de retrait des autorisations de tous ces produits était **le 31/10/2020**. Il ne sera donc déjà **plus possible d'utiliser ces produits la saison prochaine sur les cultures**. Tous les bidons restants de ces produits doivent donc être évacués le plus rapidement possible par l'intermédiaire d'AgriRecover (<https://agrirecover.eu/be-fr>).

Qu'en est-il des autres triazoles ?

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**5 reprend les dates d'expiration des triazoles encore présents sur le marché. Un nouveau report de la validité d'un ou plusieurs d'entre eux est possible au vu de l'avancement des révisions.

Il ne reste donc actuellement plus que trois triazoles et un imidazole, disponibles sur le marché. Ceci réduit fortement le choix des produits et donc des schémas de traitement possibles pour protéger les froments. La question se pose d'autant plus lorsqu'une application au stade 2^e nœud (T1) de la culture est nécessaire. L'arrivée sur le marché de plusieurs nouveautés devrait cependant pallier ce manque. Le chapitre suivant (Point 1.3) expose les nouvelles formulations disponibles dès cette saison en Belgique. Il livre aussi des pistes pour les nouveaux programmes de traitements pouvant être construits autour de ces nouvelles

spécialités. Les schémas de traitements actifs sur la septoriose sont également évoqués plus concrètement dans le point 1.5.

Tableau 5.5 – Calendrier des révisions d’agrément des triazoles composant les fongicides céréales. *¹ Les dates d’expiration annoncées sont des dates provisoires qui pourraient être repoussées suivant l’avancement de la révision des dossiers par les autorités européennes. *² le *prochloraz* n’est pas un triazole mais un imidazole. La date annoncée pour le *prochloraz* est une date théorique.

Substance active	Soumission dossier	Date d’expiration provisoire* ¹	Statut	Remarques
<i>metconazole</i>	31/10/2015	30/04/2021	En cours	• Suspecté d’être toxique pour la reproduction (catégorie 2)
<i>prothioconazole</i>	31/01/2016	31/07/2021	En cours	
<i>tebuconazole</i>	28/02/2017	31/08/2021	En cours	• Suspecté d’être toxique pour la reproduction (catégorie 2) • Suspecté d’être perturbateur endocrinien
<i>prochloraz</i> * ²	30/06/2021	31/12/2023		

1.3 Nouvelles autorisations de mise sur le marché en Belgique

Comme évoqué dans le paragraphe précédent, avant de pouvoir être présente au sein des produits formulés, chaque substance active doit être homologuée au niveau des **autorités européennes** et c’est un long parcours....

Tout d’abord, l’ensemble des caractéristiques de la molécule est passé en revue sur base du dossier remis par la firme demandant l’homologation. Rien n’est laissé au hasard. En effet, six pages entières énumèrent les critères que la molécule doit respecter pour pouvoir être approuvée (Règlement CE 1107/2009, Annexe II) : efficacité, métabolites, composition, impact sur la santé humaine et sur l’environnement, persistance, bioaccumulation, toxicité, ... Une fois approuvée, la molécule est répertoriée dans une liste reprise dans le règlement (EU) 540/2011. Le statut légal de chaque substance active peut être retrouvé sur le site <https://ec.europa.eu> (en cours de renouvellement depuis décembre 2020).

Dès qu’une substance active est autorisée au niveau européen, les firmes phytopharmaceutiques sont en droit de déposer des dossiers d’homologation pour des produits contenant cette substance active, en vue de leur mise sur le marché.

Le dossier est déposé auprès des autorités d’un « état rapporteur » qui vont se charger de l’évaluer. Cette évaluation sera valable pour l’ensemble des pays situés dans la même « zone » que le pays rapporteur. L’Europe est divisée en 3 zones reprises dans le Règlement 1107/2009 et la Belgique fait partie de la zone centrale. Un produit agréé dans un pays peut ensuite être agréé dans un autre pays au sein de la même zone par « reconnaissance mutuelle ». Dans le cas de la Belgique, les experts du Comité d’Agrément des produits phytopharmaceutiques se chargent de prendre connaissance du dossier et de valider la reconnaissance mutuelle ou non.

Une fois le produit agréé, son autorisation de mise sur le marché court pendant la période déterminée dans l’Acte d’agrément.

1.3.1 L'Ascra Xpro : nouveau produit combinant 2 SDHI

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)		
				<i>bixafen</i>	<i>fluopyram</i>	<i>prothioconazole</i>
Ascra Xpro	F, S, T, E	30-61	1.5	65	65	130
= Keynote	O, A	30-61	1.2	65	65	130
Xpro						
= Veldig Xpro						

(1) A = avoine d'hiver et de printemps ; B= Blé dur ; E = épeautre ; F = froment d'hiver et de printemps ; O = orge d'hiver et de printemps ; S = seigle d'hiver et de printemps ; T = triticale

Seulement évoquée brièvement dans le Livre Blanc de février 2020, il est maintenant opportun de détailler cette nouvelle spécialité mise sur le marché par la firme Bayer.

L'Ascra Xpro (aussi appelé Keynote Xpro ou Veldig Xpro) est un concentré émulsionnable (EC) composé de 65 g/L de *bixafen*, 65 g/L de *fluopyram* et de 130 g/L de *prothioconazole*. Il requiert une zone tampon de 20 m avec buses classiques et peut être appliqué du stade début montaison (stade 30 BBCH) au stade début floraison (stade 61 BBCH). Une seule application par saison est autorisée.

Ce produit contient une substance active qui n'avait pas encore été utilisée en céréales : le *fluopyram*. Cette molécule fait partie de la famille des carboxamides (SDHI) tout comme le *bixafen* (Xpro) qui est co-formulé avec elle dans l'Ascra Xpro mais qui se retrouve aussi dans d'autres produits comme l'Aviator Xpro, le Skyway Xpro. D'autres exemples de SDHI utilisés comme fongicides en céréales sont notamment le *fluxapyroxad* (Xemium), contenu dans le Librax, le *benzovindiflupyr* (Solatenol), contenu dans le Velogy Era, ...

L'Ascra Xpro contient trois molécules différentes : deux SDHI et un triazole (*prothioconazole*). Ce qui représente donc deux modes d'action différents au sein de ce même produit. Il peut donc être utilisé seul car il applique déjà le principe de **la diversité des modes d'action utilisé lors d'une même application** et ceci dans le but de ralentir l'apparition des résistances chez les pathogènes ciblés.

Au vu de sa composition, il est conseillé d'appliquer ce produit après le déploiement de la dernière feuille (stade 39) pour profiter de sa longue rémanence. De plus, contenant du *prothioconazole*, il est efficace contre les maladies d'épis s'il est appliqué à l'épiaison.

1.3.2 Le mefentrifluconazole (Revysol) : nouvelle substance active à la base de quatre nouveaux produits

Le *mefentrifluconazole*, dont le nom commercial est le Revysol, est une nouvelle substance active homologuée depuis mars 2019 au niveau européen par la firme BASF. Cette substance active fait partie de la famille des triazoles. Ces molécules empêchent la biosynthèse des stérols dans la membrane de la cellule fongique. Elles sont aussi appelées DMI pour DeMethylation Inhibitor. Le *metconazole*, le *prothioconazole* et le *tebuconazole* communément utilisés dans les produits fongicides font aussi partie de cette famille.

Les triazoles sont utilisés tout au long de la saison culturale et font partie intégrante de quasiment chaque application fongicide. Depuis plusieurs années, une érosion de l'efficacité des triazoles face à la septoriose est observée à cause de l'apparition de souches de plus en plus résistantes à cette famille chimique. **Le mefentrifluconazole possède cependant une caractéristique qui lui permet de se distinguer des autres triazoles.** En effet, cette substance active est une **isopropanol-azol**, c'est-à-dire qu'une partie de sa molécule (isopropanol) est capable de pivoter sur son axe (Figure 5.4). Cette flexibilité lui permet de se fixer sur son site d'action au sein des pathogènes même si celui-ci est muté. **Cette molécule est donc très efficace contre plus de souches de septoriose que les triazoles actuelles.**

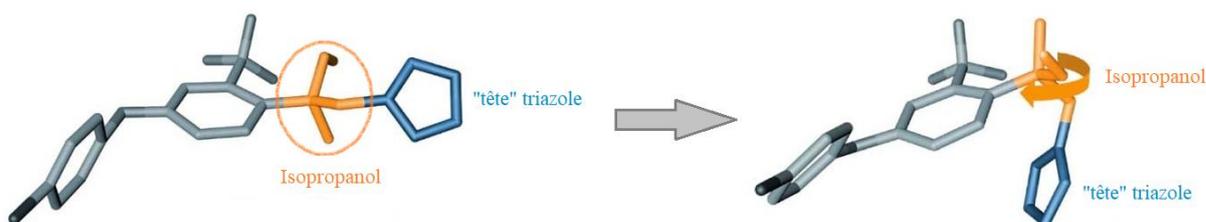


Figure 5.4 – Modélisation de la molécule de *mefentrifluconazole* afin d'imager sa capacité à pivoter sur son axe isopropanol pour diriger sa tête triazole.

Le *mefentrifluconazole* est annoncé comme plus efficace sur septoriose, tout aussi efficace sur rouille brune, et beaucoup moins efficace sur rouille jaune que l'*epoxiconazole*. Ce dernier ayant perdu son homologation l'année passée, BASF détiendrait donc ici une nouvelle substance active qui pourrait remplacer dans certains cas les triazoles qui se sont vues retirer leur homologation. Enfin la rémanence d'action promise par la firme est de 5 à 6 semaines, soit proche des SDHI mais supérieure aux triazoles actuels.

De cette substance active découle aujourd'hui **quatre nouveaux produits** qui seront présents sur le marché belge dès cette saison : le Lenvyor (ou Revystar), le Revystar Gold (ou Verydor), le Revytrex et le Balaya.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)		
				<i>mefentrifluconazole</i>	<i>fluxapyroxad</i>	<i>pyraclostrobine</i>
Lenvyor	F, O, A, T, E, B	30-69	1.5	100.0		
Revystar Gold = Verydor	F, O, S, A, T, E B	30-69	1.5	100.0	50.0	
Revytrex	F, O, S, A, T, E, B	30-69	1.5	66.7	66.7	
Balaya	F, O, S, A, T, E, B	30-69	1.5	100.0		100.0

(1) A = avoine d'hiver et de printemps ; B= Blé dur ; E = épeautre ; F = froment d'hiver et de printemps ; O = orge d'hiver et de printemps ; S = seigle d'hiver et de printemps ; T = triticale

Le **Lenvyor** (ou **Revystar**) est un produit agréé en Belgique depuis le 10/06/2020. C'est un concentré émulsionnable (EC) composé uniquement de 100 g/L de *mefentrifluconazole*. Il est agréé sur toutes les cultures de céréales sauf le seigle. Il requiert une zone tampon de 5 m avec buses classiques et peut être appliqué du stade début montaison (stade 30 BBCH) à la fin floraison (stade 69 BBCH) à raison de maximum deux applications par saison culturale.

Ce produit n'étant composé que d'une seule substance active (s.a.), il est primordial de le mélanger avec au moins une autre s.a. pour ralentir un maximum l'apparition de résistance chez les pathogènes ciblés. Le Lenvyor ne sera pas vendu seul mais toujours en pack avec du Flexity (*metrafenone* 300 g/L) pour les schémas de traitement nécessitant un T1, c'est-à-dire un traitement autour du stade deuxième nœud (32 BBCH). Le Flexity apporte une action anti-piétiin (à appliquer au stade 1^e nœud pour être efficace) et une action anti-oïdium supplémentaire au Lenvyor qui lui est surtout actif sur la septoriose et les rouilles. A ces deux produits, il est recommandé d'ajouter également un multi-sites comme le *soufre* ou le *folpet* pour compléter le T1 et protéger un maximum ces molécules de l'apparition de résistance.

Le **Revystar Gold** (ou **Verydor**) est un produit agréé en Belgique depuis le 14 septembre 2020. C'est un concentré émulsionnable (EC) composé de *mefentrifluconazole* (100 g/L) et de *fluxapyroxad* (50 g/L). Il est agréé sur toutes les cultures de céréales, y compris le blé dur. Il requiert une zone tampon d'1 m avec buses classiques et peut être appliqué du stade début montaison (stade 30 BBCH) à la fin floraison (stade 69 BBCH) à raison de maximum deux applications par saison culturale.

Ce produit étant composé d'un triazole et d'un SDHI, il est plutôt destiné à être appliqué au moment du stade dernière feuille étalée (39 BBCH) ou après (T2), en tenant compte du délai de 35 jours nécessaire avant la récolte. Le Revystar Gold peut donc être appliqué en lieu et

place de l'Adexar, du Ceriax ou du Viverda qui ont tous trois perdu leur agréation en 2020. Ce produit possède deux substances actives très efficaces sur septoriose. De plus, le *fluxapyroxad* devrait apporter un effet curatif supplémentaire sur rouille jaune et le *mefentrifluconazole* une efficacité sur rouille brune. C'est donc un produit qui peut être appliqué seul et qui possèdera une longue rémanence. Il n'est cependant pas efficace sur les maladies de l'épi.

Le Revytrex est un concentré émulsionnable (EC) composé, tout comme le produit précédent, de *mefentrifluconazole* et de *fluxapyroxad* mais cette fois en quantités identiques (66.7g/L). Les caractéristiques de ce produit sont tout à fait similaires au Revystar Gold et il pourra donc être appliqué dans les mêmes occasions, en T2. De plus, ce produit contenant plus de *fluxapyroxad*, il sera plus efficace en cas d'infection tardive en rouille jaune.

Le Balaya est un concentré émulsionnable (EC) composé de *mefentrifluconazole* (100 g/L) et de *pyraclostrobine* (100 g/L). Il est agréé sur toutes les cultures de céréales, y compris le blé dur. Il requiert une zone tampon de 5 m avec buses classiques et peut être appliqué du stade début montaison (stade 30 BBCH) à la fin floraison (stade 69 BBCH) à raison de maximum deux applications par saison culturale.

Ce produit étant composé d'un triazole et d'une strobilurine, il est plutôt destiné à une application en début de culture, autour du stade deuxième nœud (32 BBCH), lorsqu'une forte pression en septoriose et en rouille jaune est observée. Il est notamment destiné à remplacer l'Osiris qui a perdu son agréation en 2020. Contrairement à son prédécesseur, il n'est cependant pas efficace sur les maladies de l'épi.

1.3.3 Le fenpicoxamid : nouvelle substance active et nouveau mode d'action

Le *fenpicoxamid*, dont le nom commercial est Inatreq, est une nouvelle substance active de la firme Corteva homologuée par la Commission Européenne le 11 octobre 2018. Cette substance active fait partie de la famille chimique des picolinamides. Elles empêchent la respiration mitochondriale en bloquant le transfert d'électrons au niveau du complexe III dans la chaîne de respiration via l'intérieur de la membrane cellulaire (d'où leur nom anglais de QiI pour Quinone inside Inhibitors). C'est la première fois que ce type de molécule est utilisé en céréales et marque donc ici l'apparition d'un **nouveau mode d'action** dans la lutte contre la septoriose et les rouilles. Il n'y a actuellement pas de résistance observée contre cette molécule chez les pathogènes.

Le *fenpicoxamid* est une molécule d'origine naturelle obtenue par la fermentation de bactéries (*Streptomyces* sp). Les cristaux produits forment le principe actif, appelé UK-2A, mais ne sont cependant pas stables dans l'environnement. Une transformation chimique de ceux-ci en « Inatreq active » est nécessaire pour stabiliser la molécule et permettre son utilisation sur les cultures. C'est aussi pour cette raison que le *fenpicoxamid* ne peut pas être utilisé en agriculture biologique malgré son origine naturelle. Après son application sur les feuilles de froment, l'Inatreq active se retransformera en UK-2A au moment de sa pénétration dans les cellules de la plante.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Du *fenpicoxamid* découle aujourd'hui un nouveau produit formulé et disponible sur le marché belge dès cette saison culturale. Ce même produit possède trois noms différents suivant le distributeur : l'Aquino, le Peacoq et le Questar.

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)
				<i>fenpicoxamid</i>
Aquino = Peacoq = Questar	F, S, T, E (hiver), B (hiver)	30-69	1.5	50.0

(1) A = avoine d'hiver et de printemps ; B= Blé dur ; E = épeautre ; F = froment d'hiver et de printemps ; O = orge d'hiver et de printemps ; S = seigle d'hiver et de printemps ; T = triticale

L'Aquino (le Peacoq ou le Questar) est un produit agréé en Belgique depuis le 9/10/2020. C'est un concentré émulsionnable (EC) composé uniquement de 50 g/L de *fenpicoxamid*. Il est agréé sur froment, seigle, triticale, épeautre d'hiver et blé dur d'hiver. Il requiert une zone tampon de 20 m avec buse anti-dérive de 75% et peut être appliqué du stade début montaison (stade 30 BBCH) à la fin floraison (stade 69 BBCH) à raison de maximum une application par an. L'action principale de cette molécule réside dans sa très bonne efficacité contre la septoriose. Il a aussi un effet contre la rouille jaune et la rouille brune mais dans une moindre mesure.

Ce produit n'étant composé que d'une seule substance active (s.a.), il est primordial de le mélanger avec au moins une autre s.a. pour ralentir un maximum l'apparition de résistance chez les pathogènes ciblés. Il ne sera donc jamais vendu seul et sera toujours associé avec un autre produit sous forme de pack. Les packs qui devraient être disponibles en 2021 sont :

- Pack physique proposé par Corteva :
 - (1) Aquino, Peacoq ou Questar + Turnet 90 (*metconazole*)
- Packs qui devraient être proposés par les distributeurs (liste non exhaustive):
 - (2) Aquino, Peacoq ou Questar + Protendo 300 EC (*prothioconazole*)
 - (3) Aquino, Peacoq ou Questar + Sakura ou Soleil (*bromuconazole* + *tebuconazole*)
 - (4) Aquino, Peacoq ou Questar + Elatus Plus (*benzovindiflupyr*)

Les packs (1), (2) et (3) sont destinés à des programmes de traitement nécessitant une première application en T1, c'est-à-dire autour du stade deuxième nœud (32) de la culture de froment. L'Aquino est très efficace sur septoriose. De plus sa rémanence annoncée est de 4-5 semaines. Le fait de mélanger ce produit avec un triazole (packs 1, 2 et 3) permet donc de

rallonger la durée d'action du mix et d'en augmenter l'efficacité sur cette maladie. L'Aquino est aussi efficace sur rouille mais uniquement lorsqu'il est appliqué en préventif. Il faudra donc toujours l'associer avec un triazole pour avoir une action curative sur les rouilles.

Les packs (1), (2) et (3) additionnés d'une strobilurine (Comet New, Amistar,...) pourront être appliqués en T2, c'est-à-dire à partir du stade dernière feuille étalée (39). Certains distributeurs devraient même proposer des packs Aquino + Fandango pro. La combinaison de trois substances actives (picolinamide + triazole + strobilurine) devrait en effet déployer une protection suffisante sur l'ensemble des maladies présentes à ce moment-là de la culture (même les maladies d'épis). La rémanence d'action sera cependant un peu moins longue que lors de l'utilisation de SDHI.

Enfin, le pack (4) est à utiliser également au stade dernière feuille étalée (39) ou après. En effet, ce mélange sera très efficace sur septoriose, sur rouille jaune et rouille brune avec une rémanence d'action de 6 semaines grâce à l'utilisation de la SDHI contenu dans l'Elatus Plus. Ce mélange n'est cependant pas efficace contre les maladies d'épis.

1.3.4 Le folpet : un multi-sites enfin agréé en produit solo

La plupart des substances actives fongicides utilisées en froment aujourd'hui sont à mode d'action uni-site, c'est-à-dire que la molécule va cibler un site bien précis au sein du pathogène afin de tuer ce dernier. Il suffit donc que le site d'action ait muté pour rendre le produit inefficace. Toutes les nouvelles substances actives présentées ci-avant sont à mode d'action uni-site et donc très susceptibles à l'apparition de résistance. Pour protéger les molécules à mode d'action uni-site de l'apparition de résistance en septoriose du blé, il est important de leur associer une autre substance active à mode d'action multi-sites efficace contre cette maladie.

Le *folpet* est une substance active qui a déjà été évoquée en 2020 dans le Livre Blanc comme remplaçant potentiel du *chlorothalonil*. Cette substance active était cependant formulée uniquement avec de l'*epoxiconazole* dans le produit appelé Epox Extra. Vu que l'*epoxiconazole* a perdu son autorisation en 2020, l'Epox Extra était devenu lui aussi interdit d'utilisation.

Un produit contenant uniquement du *folpet* (500 g/L) a reçu son autorisation de mise sur le marché le 1/12/2020. Ce produit comporte deux noms différents suivant les distributeurs : Mirror et Stavento.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)
				<i>folpet</i>
Mirror = Stavento	F	30-59	1.5	500.0

(1) A = avoine d'hiver et de printemps ; B = Blé dur ; E = épeautre ; F = froment d'hiver et de printemps ; O = orge d'hiver et de printemps ; S = seigle d'hiver et de printemps ; T = triticale

Le Mirror (ou Stavento) est une suspension concentrée (SC) composée uniquement de 500 g/L de *folpet*. Il est uniquement agréé en froment d'hiver et de printemps pour lutter contre la septoriose. Il requiert une zone tampon de 5 m avec buses classiques et un délai avant récolte de 42 jours. Il peut être appliqué à partir du stade début montaison (stade 30 BBCH) jusqu'à la fin de l'épiaison (stade 59 BBCH) à raison de maximum deux applications par saison culturale.

Comme expliqué ci-avant, ce produit est intéressant pour protéger les fongicides à action unitaire de l'apparition de résistance. Il n'est cependant efficace que lorsqu'il est appliqué préventivement. C'est pourquoi, son placement idéal dans un programme de traitement fongicide se situe autour du stade 2^e nœud (32) et uniquement si un traitement anti-septoriose est nécessaire à ce moment-là. Si la pression en septoriose est faible à inexistante au stade 2^e nœud, la première application pourra être repoussée au stade dernière feuille étalée (39). L'application de *folpet* pourra encore trouver tout son sens à ce moment-là. Au-delà de ce stade, il ne sera plus judicieux de l'appliquer.

1.4 Efficacité des nouveaux produits disponibles en 2021

1.4.1 L'Ascra Xpro, le Revytrex et l'Aquino face aux modulations de doses

La réduction de la dose d'application d'un produit est devenue courante dans les exploitations agricoles depuis son autorisation par le comité d'agrément en 2002. Cependant, **réduire la dose d'un produit est souvent synonyme de réduction d'efficacité**. Afin d'éprouver l'efficacité d'un produit à doses réduites, un essai de modulation de doses est mis en place, chaque année depuis 2010, par le CRA-W.

Le Revytrex a été intégré dans ces essais à partir de 2019. L'Aquino et l'Ascra Xpro ont, quant à eux, été testés en 2020. La liste des produits testés en 2019 et en 2020, ainsi que leur composition, sont repris dans le Tableau 5.6. Les paramètres culturels de deux années d'essais sont repris dans le Tableau 5.7.

Ces deux dernières années ont été très sèches et les maladies ont eu du mal à se développer. Les essais doses ont cependant pu livrer des résultats intéressants d'efficacité sur septoriose.

Produits testés

Tableau 5.6 – Composition des nouveaux produits fongicides (en grisé) ainsi que des spécialités de référence. Plus de détails sont présentés dans les pages jaunes de ce Livre Blanc.

Produit	dose (L/ha)	Composition					
		substance active (g/ha)		substance active (g/ha)			
Velogy Era	1.00	<i>benzovindiflupyr</i>	75.0	<i>prothioconazole</i>	150.0		
Aviator Xpro	1.25	<i>prothioconazole</i>	187.5	<i>bixafen</i>	93.8		
Librax	2.00	<i>fluxapyroxad</i>	125.0	<i>metconazole</i>	90.0		
Revytrex	1.50	<i>fluxapyroxad</i>	100.0	<i>mefentrifluconazole</i>	100.0		
Aquino	1.50	<i>fenpicoxamid</i>	75.0				
+ Proline	0.60	<i>prothioconazole</i>	150.0				
Ascra Xpro	1.50	<i>prothioconazole</i>	195.0	<i>bixafen</i>	97.5	<i>fluopyram</i>	97.5
Proline	0.80	<i>prothioconazole</i>	200.0				

Carte d'identité des essais

Tableau 5.7 – Paramètres culturels des essais de 2019 et 2020.

	2019	2020
Localisation :	Anthée	Mettet
Variété :	Auckland	Anapolis
Précédent :	Colza	Betterave
Semis :	12/10/2018	22/10/2019
Récolte :	31/07/2019	31/07/2020
Rendement parcelle témoin :	10.29 T/ha	10.39 T/ha
Pulvérisation stade 39 :	16/05/2019	26/05/2020
<u>Septoriose sur témoin (sévérité)</u>		
<i>Date d'observation</i>	27/06/2019	08/07/2020
F1	34.4%	18.7%
F2	68.8%	-
<u>Rouille brune sur témoin (sévérité)</u>		
<i>Date d'observation</i>	27/06/2019	08/07/2020
F1	18.5%	8.8%
F2	16.3%	-

Résultats de l'essai modulation de dose en 2019

L'essai de réduction de dose de 2019 s'est déroulé dans des conditions très sèches. En effet, les mois de mars et d'avril ont été froids et humides et le mois de mai a été sec et froid, à cause du vent fort et asséchant d'est. Peu de pluies ont été observées durant le mois de juin qui s'est terminé par une vague de chaleur. Le développement des maladies a donc été très limité. Dans cet essai, le Velogy Era, l'Aviator Xpro, le Librax, le Revytrex, et le Proline ont été testés à 25, 50 et 100 % de leur dose agréée.

Les efficacités⁶ des produits obtenues suite à leur application (Figure 5.5, graphique de gauche) ont pu être calculées à partir de l'observation de sévérité⁷ en septoriose faite le 27/06/2019 sur la dernière et l'avant dernière feuille des froments (F1 et F2). Cette observation a donc été effectuée 42 jours après l'application des produits, ce qui permet de tester également leur persistance d'efficacité.

A 100 % de leur dose agréée, il n'y a pas de différence entre les produits testés sauf dans le cas du Proline qui a délivré une efficacité significativement inférieure au Revytrex. Cette observation ne surprend pas car le Proline a une rémanence d'action de 3, voire 4 semaines. Or, l'observation a ici été faite 6 semaines après traitement. Le Proline et donc le triazole qu'il contient n'est plus efficace après un si long délai, ce qui démontre bien la différence de rémanence entre triazole et SDHI. A 50% de leur dose agréée, le Revytrex montre une efficacité significativement supérieure à l'Aviator Xpro, au Proline et au Velogy Era. Il est maintenant bien connu que diminuer la dose de l'Aviator Xpro en dessous de 80% de sa dose agréée (< 1 L/ha) revient à casser l'efficacité du produit et à perdre tous les avantages d'appliquer une SDHI. Il est donc important de savoir comment son produit se comporte avant d'envisager une réduction de dose. De même, il est maintenant bien connu que les produits à base de *fluxapyroxad* (SDHI) comme le Librax et le Revytrex sont plus flexibles face à la réduction de dose que les autres produits comme le Velogy Era qui contient une autre SDHI (*benzovindiflupyr*). Enfin, à 25% de leur dose agréée, le Proline montre une efficacité significativement inférieure à tous les autres produits et l'Aviator Xpro est, quant à lui, significativement moins efficace que le Revytrex. Ces constatations confirment les commentaires précédents. **Dans cet essai, le nouveau produit Revytrex a donc montré d'excellents résultats même lorsque sa dose est diminuée.** Attention cependant à ne pas jouer avec le feu et donc à ne pas trop diminuer la dose de produit.

Suite aux conditions sèches et chaudes du mois de juin, les parcelles d'essai ont séché très rapidement. À tel point que le 9 juillet 2019, il n'y avait déjà plus aucune feuille verte dans l'essai. Les froments avaient donc commencé leur sénescence avant la fin de la période de remplissage des grains. C'est pourquoi les produits appliqués n'ont eu qu'un faible impact sur le rendement (Figure 5.5, graphique de droite).

⁶ Efficacité d'un produit représente sa capacité à réduire/contrôler l'infection de la maladie ciblée par rapport à un témoin n'ayant pas reçu le produit. Plus l'efficacité est proche de 100% et plus le produit est efficace.

⁷ La sévérité d'une maladie représente de pourcentage de surface foliaire qui est colonisé/infecté par la maladie. Plus le pourcentage est élevé et plus la feuille considérée et couverte de symptômes de la maladie.

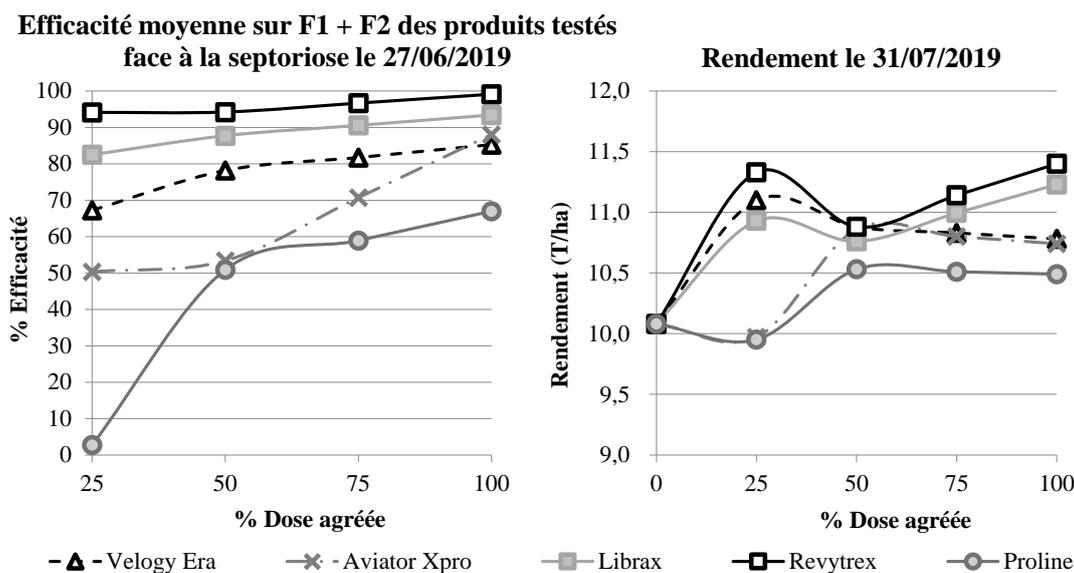


Figure 5.5 – A gauche : efficacité (%) des produits face à la septoriose en moyenne sur F1 et F2 en fonction du pourcentage de dose agréée de produit appliqué en traitement unique au stade 39.

A droite : rendement (T/ha) en fonction du pourcentage de dose agréée de produit appliqué en traitement unique au stade 39.

Résultats de l'essai modulation de dose en 2020

Le printemps 2020 a été particulièrement sec, surtout durant les mois d'avril et de mai où l'humidité relative moyenne est restée sous la barre des 60 %. Aucune maladie ne s'est développée dans l'essai durant ces deux mois. Les pluies sont revenues dans le courant du mois de juin mais trop tard pour que la septoriose puisse grimper rapidement les étages foliaires. Dans l'essai dose de 2020, la sévérité en septoriose était plus faible que dans l'essai de 2019. Les produits suivants ont été testés à 25, 50 et 100 % de leur dose agréée : le Velogy Era, l'Aviator Xpro, l'Ascra Xpro, le Librax, le Revytrex, l'Aquino associé au Proline, et le Proline seul.

Les efficacités des produits (Figure 5.6, graphique de gauche) ont pu être calculées à partir de l'observation de sévérité en septoriose faite le 08/07/2020 sur la dernière feuille des plantes (F1), la F2 étant déjà sèche. Cette observation a donc été effectuée 43 jours après l'application des produits, ce qui permet de tester également leur rémanence d'action. A noter ici que les efficacités des produits ne dépassent pas ou très peu les 80 %. Ceci est dû au fait que, dans chaque parcelle d'essai, des symptômes de sécheresse ont été confondus avec les symptômes séchés de septoriose, ce qui a fait diminuer les efficacités calculées d'une dizaine de pourcent. La sécheresse étant cependant uniforme dans l'essai, les différences entre les produits restent inchangées.

A 100 % de leur dose agréée, le Librax, le Revytrex, l'Aquino associé au Proline et l'Ascra Xpro étaient significativement plus efficaces que l'Aviator Xpro. Ce dernier était lui-même plus efficace que le Proline. Enfin, le Revytrex était significativement meilleur sur septoriose

5. Lutte intégrée contre les maladies

que le Velogy Era. Ce résultat prouve que les **nouveautés mises sur le marché sont bien concurrentielles avec les références déjà présentes**. A 50 % de leur dose agréée, seul le Proline s'est montré moins bon que les autres produits. Enfin, à 25 % de leur dose, le Revytrex était plus efficace que les autres produits, sauf le Velogy Era. C'est l'Aviator Xpro et le Proline qui ont montré les moins bonnes performances en termes d'efficacité.

En résumé, **le Revytrex a montré des performances similaires à supérieures au produit de référence Librax**. L'Ascra Xpro et l'Aquino associé au Proline ont, quant à eux, **montré des performances similaires au produit de référence Velogy Era**. La rémanence d'action annoncée de 6 semaines de l'Aquino semble donc se confirmer dans ce cas-ci (attention très faible pression en maladies). Dans cet essai, l'Aviator Xpro n'a pas réussi à se hisser au niveau des autres produits.

Les conditions de sécheresse importante en 2020 ont précipité la sénescence de la culture. Les résultats de rendement ne permettent donc pas de retrouver l'effet des doses de produits appliquées ni même de distinguer les produits entre eux (Figure 5.6, graphique de droite).

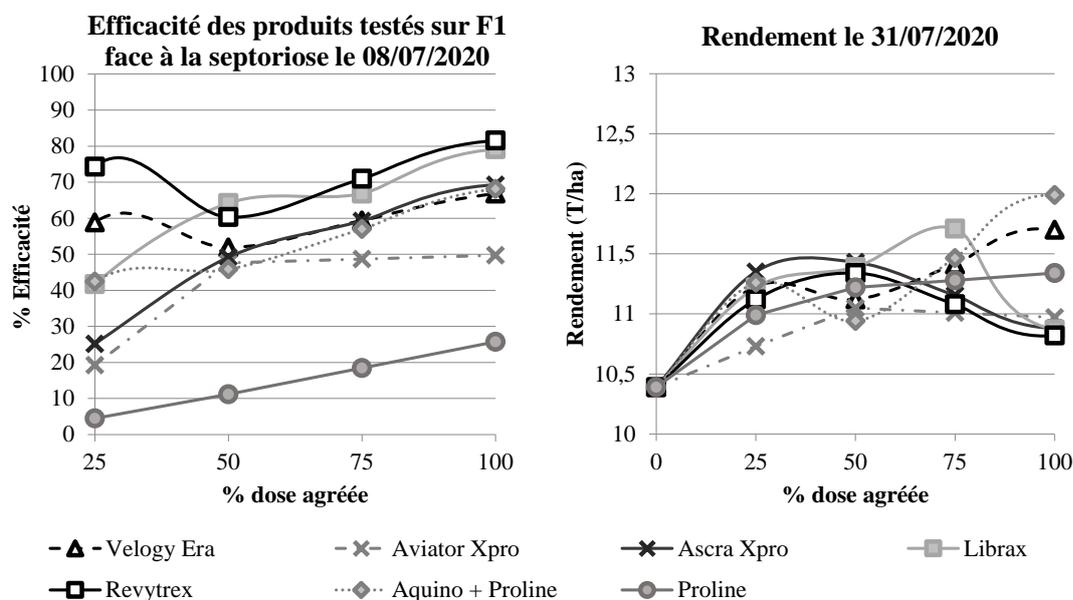


Figure 5.6 – A gauche : efficacité (%) des produits face à la septoriose en moyenne sur F1 et F2 en fonction du pourcentage de dose agréée de produit appliqué en traitement unique au stade 39.

A droite : rendement (T/ha) en fonction du pourcentage de dose agréée de produit appliqué en traitement unique au stade 39.

Conclusions

Les nouveautés disponibles sur le marché en 2021, Revytrex, Aquino (+ Proline) et l'Ascra Xpro, sont tout aussi efficaces, voire meilleures que les références actuelles. Elles pourront aisément remplacer les produits fongicides qui sont sortis de la gamme en 2020. Plus de détails sur leur positionnement dans un schéma de traitement, veuillez consulter les chapitres 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3 et 1.5.

1.4.2 Le folpet est-il aussi efficace que le chlorothalonil contre la septoriose?

L'année 2020 particulièrement sèche et pauvre en septoriose n'a pas permis de mettre en évidence la plus-value de l'utilisation d'un produit multi-sites en association avec un uni-site pour lutter contre cette maladie. Dans cette même perspective, deux essais similaires avaient été mis en place en 2018 et 2019 par le CRA-W (Tableau 5.8) et les résultats de ceux-ci présentés respectivement dans le Livre Blanc de février 2019 et de février 2020. La moyenne de ces deux essais est présentée ci-dessous.

Tableau 5.8 – Paramètres culturels des essais de 2018 et 2019.

Carte d'identité de l'essai	2018	2019
Localisation :	Wasmès AB	Mettet
Variété :	KWS Ozon	Anapolis
Précédent :	pommes de terre	froment
Semis :	15/10/2017	18/10/2018
Récolte :	19/07/2018	01/08/2019
Rendement témoin :	8.93 T/ha	7.28 T/ha
Pulv. stade 32 :	27/04/2018	02/05/2019
Pulv. stade 61 :	28/05/2018	04/06/2019
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %) <i>Date d'observation</i>	22/06/2018	01/07/2019
Septoriose	25.8 + 53.6	4.5 + 20.6
Helminthosporiose	-	15.2 + 36.6
Rouille brune	40.2 + 34.9	2.1 + 1.3

Contexte

En 2018, le fongicide uni-site appliqué avec les différents multi-sites testés était de l'Opus Plus à 1 L/ha (*epoxiconazole*). Les traitements en T1 (stade 2^e nœud = 32) étaient suivis d'un T2 généralisé au début de la floraison (61) avec du Librax à 1.5 L/ha. La pression en maladies était tardive et les produits pulvérisés au stade 32 ont été appliqués un peu trop tôt par rapport à l'infection en septoriose. Leur efficacité n'était donc pas optimale dans cet essai. En 2019, Le fongicide uni-site utilisé en T1 était du Caramba à 1 L/ha (*metconazole*). Ce premier traitement était ensuite suivi d'un T2 au stade 61 avec du Viverda à 2.5 L/ha. La pression en maladies était globalement faible. Les produits testés ont donc bien été appliqués en préventif lors du traitement au stade 2^e nœud de la culture. Le 1^e juillet 2019, l'observation sur la dernière feuille n'étant que peu discriminante envers les traitements T1, seuls les résultats sur la F2 ont été conservés. La moyenne de ces deux essais ne porte donc que sur les F2.

Résultats

Le pourcentage de surface foliaire colonisée par la septoriose sur F2 est reprise dans la Figure 5.7 pour 2018, 2019 et en moyenne sur les deux années d'essais. Tous les objets traités ont montré une sévérité moyenne significativement inférieure à celle du témoin. Il n'y a

5. Lutte intégrée contre les maladies

cependant pas de différence statistique entre les objets traités. Une tendance générale se dégage cependant du graphique. En effet, il semble clair que l'ajout d'un multi-sites permet de diminuer la sévérité en septoriose par rapport à un traitement uniquement avec un fongicide uni-site (un triazole dans ce cas-ci).

Dans ce graphique, tous les multi-sites semblent se valoir. Le Bravo (*chlorothalonil*) n'est cependant plus agréé et le Dithane (*mancozèbe*) est sur le point de sortir du marché également. Dans les années à venir, il ne restera donc plus que le *soufre* (Cosavet notamment) et le Stavento (*folpet*).

Le *soufre* solide engendre bien souvent des difficultés lors de l'application. En effet il a tendance à former une sorte de pâte gluante dans la cuve du pulvérisateur qui conduit à un bouchage des buses et donc à une mauvaise application du produit fongicide avec lequel il est appliqué. Il est donc conseillé de ne pas aller au-delà de la dose de 3 kg/ha. Des dépôts sont tout de même observés à cette dose. Le *soufre* liquide a été discuté dans le Livre Blanc de février 2020 et semble une bonne alternative au *soufre* solide même si des dépôts (moindre que le soufre solide) sont aussi observés lors de son utilisation à pleine dose. La solution de **soufre liquide** est maintenant agréée sous le nom de **Vertipin et sera disponible en 2021**. Une année d'essai supplémentaire serait cependant nécessaire pour juger convenablement de l'efficacité de ce *soufre*, 2020 n'ayant pas été favorable à ce type d'essai.

Le Stavento a montré de meilleurs résultats en 2019 qu'en 2018. Il ne présente aucune difficulté lors de l'application et **semble se rapprocher de l'efficacité d'un *chlorothalonil***. Pour parvenir à ce niveau d'efficacité, il est nécessaire d'appliquer 750 g/ha de *folpet*, soit une dose d'1.5 L/ha de Stavento.

Conclusions

Le *folpet* est efficace contre la septoriose et permet de protéger le fongicide uni-site avec lequel il est appliqué de l'apparition de résistance chez le pathogène ciblé. Il n'est pas aussi efficace que le *chlorothalonil* mais l'application de 750 g/ha de *folpet* permet cependant de se rapprocher de cette ancienne référence. Au vu de l'évolution du marché des produits phytosanitaires et de l'évolution des souches de septoriose, il est conseillé d'ajouter du *folpet* à un autre fongicide en T1 (autour du stade 2^e nœud) ou lors d'un traitement dernière feuille si aucun autre traitement n'a été fait avant.

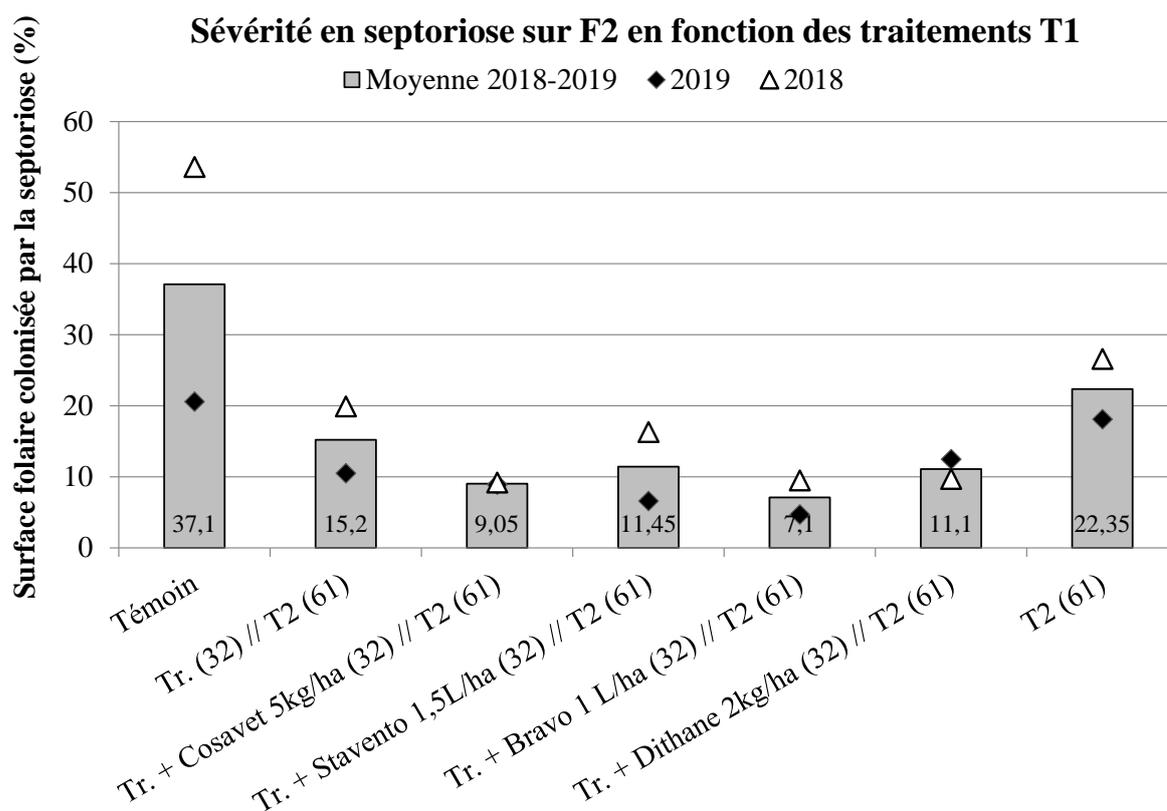


Figure 5.7 – Sévérité en septoriose (% de surface foliaire colonisée par la septoriose) sur l'avant dernière feuille (F2) en 2018, 2019 et en moyenne sur les deux années d'essais. Tr.= triazole (Opus Plus 1 L/ha en 2018 ; Caramba 1 L/ha en 2019) ; T2 = traitement généralisé avec SDHI (Librax 1.5 L/ha en 2018 ; Viverda 2.5 L/ha en 2019) ; 32 = stade 2^{ème} nœud de la culture ; 61 = stade début floraison de la culture.

1.5 Se protéger de la septoriose en 2021, mission impossible ?

M. Duvivier, A. Clinckemaillie, P. Hellin

1.5.1 Contexte

Bien que relativement discrète durant ces 3 dernières saisons, la septoriose reste, en cas d'épidémie sévère, la maladie foliaire du blé la plus compliquée à contrôler. Sur le blé, la septoriose peut être provoquée par deux espèces de champignons : *Staganospora nodorum* et *Zymoseptoria tritici*. Cette dernière est, de nos jours, l'espèce dominante ; *S. nodorum* est, quant à elle, retrouvée très sporadiquement dans les champs wallons.

Cette maladie cause une nécrose caractéristique sur les feuilles de blé, reconnaissable par la présence, dans celle-ci, de petits points noirs. En Wallonie, la maladie est visible chaque année mais la sévérité des épidémies varie fortement d'une saison culturale à une autre. La septoriose peut infecter les cultures dès la levée, bien que les premiers symptômes ne soient

5. Lutte intégrée contre les maladies

généralement visibles qu'à partir de février, dans le bas de la végétation. Les printemps chauds et humides, parsemés de nombreux épisodes pluvieux sont les conditions idéales pour que la maladie parvienne à endommager sévèrement les étages supérieurs des plantes de blé. Dans cette situation, la septoriose peut engendrer des pertes de rendement allant jusqu'à 30-40%.

La septoriose est compliquée à contrôler car aucune variété de blé ne lui est totalement résistante. D'autre part, l'épidémiologie du champignon lui permet de rapidement développer des résistances à la plupart des fongicides disponibles sur le marché. Les récents résultats du projet RESIST (CRA-W) démontrent que les populations de septoriose en Wallonie sont de plus en plus résistantes aux produits de protection des plantes (PPP). Certaines souches résistantes à la quasi-totalité des fongicides disponibles sur le marché sont désormais présentes sur notre territoire. D'autre part, le retrait récent de plusieurs matières actives dont le chlorothalonil va rendre la lutte contre ce pathogène encore plus compliquée. En effet, ce fongicide multisite était un des seuls à pouvoir venir à bout des souches multi-résistantes. Il importe donc d'utiliser correctement les matières actives encore agréées afin de préserver leur efficacité le plus longtemps possible. Fort heureusement, quelques nouveaux fongicides très actifs sur cette maladie ont ou vont être agréés en Belgique.

Cet article a pour objectif premier d'aider l'agriculteur wallon à protéger ses champs contre la septoriose.

Après un bref rappel sur l'épidémiologie du champignon, les facteurs aggravant l'épidémie sont détaillés. L'état actuel des connaissances sur la résistance des populations wallonnes est ensuite présenté et comparé à la situation observée dans les régions voisines. Au travers de 2 essais, 23 fongicides appartenant aux différentes familles sont comparées pour leur efficacité sur la septoriose. Finalement des conseils pratiques sont donnés pour construire un programme fongicide efficace contre la septoriose.

1.5.2 L'épidémiologie de *Z. tritici*

Le développement d'une épidémie de septoriose (Figure 5.8) dans un champ de blé implique deux types de propagules de dispersions :

- Les ascospores transportées par le vent et formées dans les périthèces lors de la reproduction sexuée (Figure 5.8, a)
- Les pycnidiospores dispersées majoritairement par les éclaboussures de pluie et formées dans les pycnides lors de la reproduction asexuée (Figure 5.8, b)

- 1) La septoriose survit d'une saison culturale à l'autre sous forme de mycélium, de pycnide ou de périthèce présent sur les résidus de culture et sur les repousses de blé. En Belgique, où la rotation est fréquemment pratiquée, les ascospores formées sur les résidus de culture sont la principale source d'infection primaire des jeunes plantules de blé. L'inoculum est rarement limitant : en Wallonie, les champs de froment d'hiver sont la plupart du temps infectés dès la levée.
- 2) Dans des conditions humides, les ascospores sont libérées des périthèces et peuvent parcourir de longues distances, contaminant les champs nouvellement semés. Sur un précédent blé, les pycnidiospores provenant des résidus peuvent aussi contaminer les jeunes plants de blé. Dans les deux cas, l'infection par les spores se produit à travers les stomates des feuilles. L'infection nécessite un taux d'humidité élevé et sera fortement favorisé si une pellicule d'eau est présente sur la feuille. Dans ces conditions d'infection optimales, des nécroses peuvent apparaître après plus ou moins 10 jours. Des pycnides globuleuses brunes ou noires issues de la reproduction asexuée apparaissent au sein de ces lésions après 14 à 21 jours. Ce temps de latence est directement dépendant de la température. En hiver, la propagation du champignon est ralentie par les conditions climatiques défavorables. Le pathogène passe alors l'hiver sous forme de mycélium, de pycnide, de périthèce sur les cultures semées en automne mais aussi sur les débris de cultures, et sur les repousses.
- 3) Au printemps, avec le retour de températures plus clémentes, l'épidémie va s'amplifier par l'infection de nouvelles feuilles et la production d'énormes quantités de spores via la reproduction asexuée. Les spores asexuées, pycnidiospores exsudent des pycnides dans des cirrhes blanchâtres lorsque la surface des feuilles est mouillée. Les pycnidiospores sont ensuite transportées soit via l'action de la pluie soit par simple contact entre feuille ou grâce au ruissellement de l'eau présente sur une feuille. La projection de spores transportées par les éclaboussures résultant du rebond des gouttes de pluie sur les feuilles est le mécanisme principal de dispersion de la maladie des étages foliaires inférieurs vers les étages supérieurs des plantes (dispersion verticale). Ce phénomène appelé « splashing » est également responsable de la dispersion de la maladie sur les plantes voisines (dispersion horizontale) augmentant ainsi l'incidence de l'épidémie dans le champ. Les ascospores issues de la reproduction sexuée jouent également dans la dispersion du pathogène au printemps. Il a en effet été démontré que les ascospores circulaient au-dessus des champs wallons tout au long de l'année. Ces ascospores « flottant dans l'air » sont capables d'infecter directement les feuilles supérieures de plante de blé accélérant la dispersion verticale de la maladie.

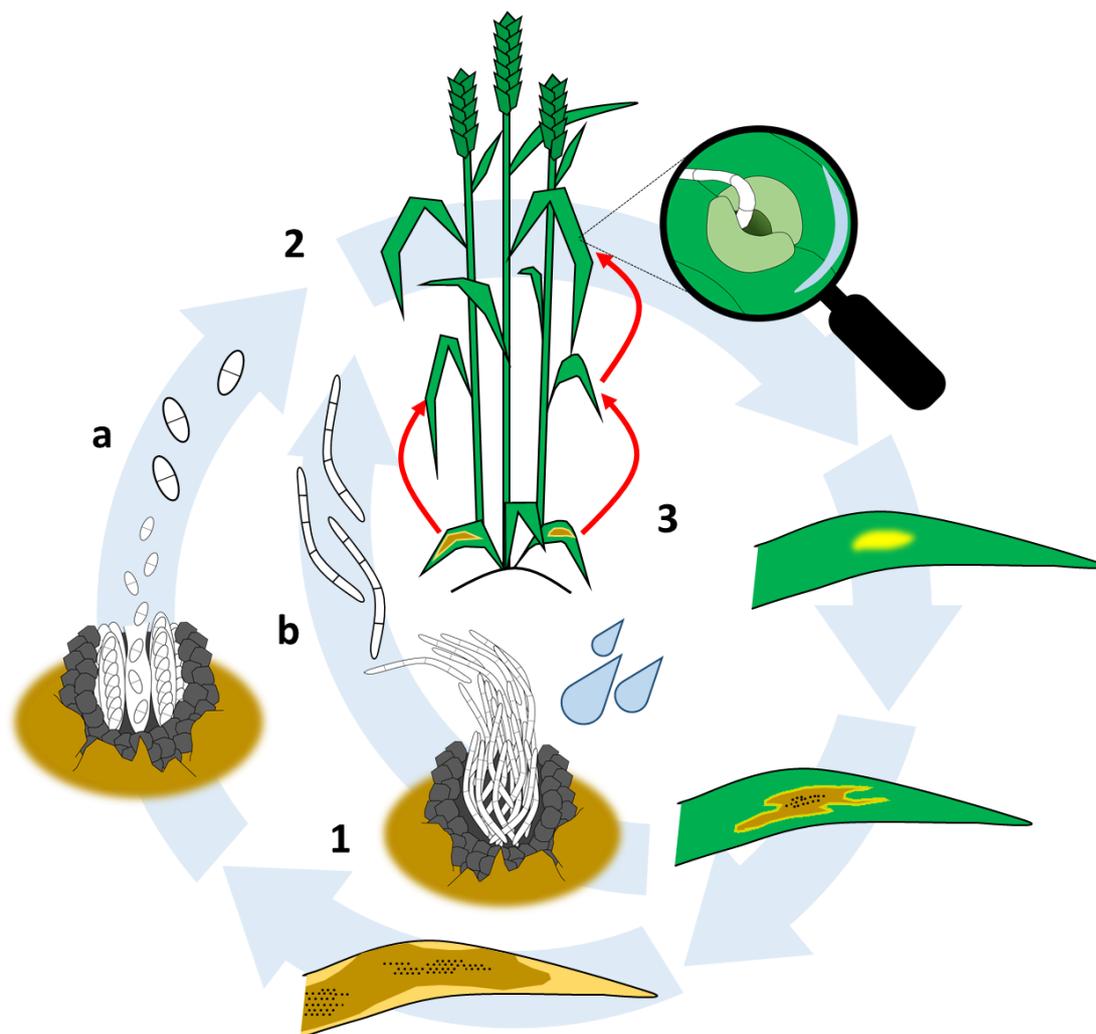


Figure 5.8 – Cycle de la septoriose causé par *Zymoseptoria tritici*. a : ascospores transportées par le vent et formées dans les périthèces. b : pycnidiospores dispersées majoritairement par les éclaboussures de pluie et formées dans les pycnides. Les numéros correspondent aux différents paragraphes ci-dessus.

1.5.3 Facteurs favorisant les épidémies en Wallonie

La compréhension du cycle épidémiologique de la septoriose, décrit ci-dessus, permet d'identifier plusieurs facteurs favorisant le développement d'épidémies sévères de septoriose :

Des conditions climatiques propices : un automne humide et chaud suivi d'un hiver peu rigoureux permet une implantation optimale de la maladie dans la jeune culture. Toutefois, ce sont surtout les conditions climatiques à partir du redressement qui vont déterminer l'impact de la maladie sur le rendement. Durant les mois d'avril, de mai et de juin, des précipitations intenses ($\geq 0,5$ mm/heure) à répétition permettent une progression de la maladie sur les différents étages foliaires successivement formés. Une humidité relative moyenne élevée ($>60\%$) favorise l'infection des feuilles. Des températures moyennes élevées (14° - 20° C) diminuent le temps de latence raccourcissant la durée des cycles de reproduction.

Une variété sensible : les variétés sensibles rendent le contrôle de la maladie délicat lorsque les conditions climatiques sont favorables au printemps. Les variétés moyennement sensibles, assez sensibles et très sensibles (Tableau 5.13 p 5/64) vont souvent nécessiter un traitement dès le stade 32 indispensable pour freiner la progression de l'épidémie vers les étages foliaires supérieurs. Les variétés plus tolérantes permettront souvent de retarder le premier traitement contre cette maladie et de réaliser des économies sur la protection fongicide.

Un semis trop précoce : Entre septembre et décembre, d'importantes quantités d'ascospores sont généralement présentes au-dessus des champs wallons. Plus longtemps la culture sera exposée à cet inoculum, plus l'épidémie s'enflammera rapidement au printemps si les conditions climatiques sont favorables. La septoriose pourra même réaliser plusieurs cycles asexués avant l'hiver si le semis est précoce. Une date de semis postérieure au 15 octobre est conseillée en cas d'utilisation de variété sensible.

Un précédent blé : Les résidus de culture de blé sont la source d'inoculum primaire (ascospores, pycnidiospores et mycelium). Les plantules de la nouvelle culture seront plus facilement inoculées. La destruction et l'enfouissement des résidus est à conseiller dans cette situation. Il est aussi conseillé de privilégier des variétés résistantes à la septoriose sur un précédent blé.

Une densité de semis élevée : Les fortes densités diminuent globalement la distance entre les feuilles dans un champ et favorisent aussi les contacts directs entre celles-ci. Ceci permet une dispersion horizontale et verticale plus efficace de la maladie. Bien que dépendant de nombreux facteurs comme la date de semis ; 250 grains par m² est une densité à ne pas dépasser pour un semis vers le 15 octobre.

Une fumure azotée excessive : De nombreuses études démontrent qu'un excès d'azote favorise le développement du mycélium de septoriose au sein des plantes de blé. Le suivi des conseils de fumure azotée (section 3 de ce Livre Blanc) permet de limiter ce risque.

1.5.4 La septoriose, un champignon qui fait de la résistance !

L'inoculum primaire de la septoriose n'est pas considéré comme un facteur limitant en Wallonie. D'autre part, aucune variété de blé n'est totalement résistante à cette maladie. Le suivi de bonnes pratiques agronomiques permet de minimiser les risques et de ralentir les épidémies sévères. Mais la lutte contre la septoriose repose encore principalement sur des traitements fongicides.

Les fongicides sont composés d'une ou de plusieurs substances actives. Les substances actives utilisées ciblent et enravent des processus biochimiques clés dans le développement et la survie des pathogènes, comme les processus de respiration cellulaire, la division cellulaire, le métabolisme des glucides, la biosynthèse de protéines ou d'acides aminés. Les substances actives peuvent cibler un ou plusieurs processus biologiques. Les substances dites unisites ne visent qu'une seule cible (généralement un enzyme) impliquée dans un mécanisme biochimique nécessaire à la survie ou à la propagation du ravageur. Si cette cible est modifiée, les molécules actives peuvent ne plus la reconnaître et deviennent inactives (Figure

5. Lutte intégrée contre les maladies

5.9). Les substances unisites sont dès lors plus vulnérables face à la résistance comparativement aux molécules dites multisites qui, elles, ciblent plusieurs mécanismes biochimiques. Dans le contexte actuel, le nombre de modes d'action utilisables diminue alors que le temps nécessaire pour voir apparaître une nouvelle molécule sur le marché augmente. Il est dès lors très important de limiter l'apparition et la propagation de ces résistances afin de prolonger la durée de vie des produits mis sur le marché. Pour ce faire, comprendre les mécanismes créant la résistance aux produits et son évolution est essentiel. Une souche de septoriose peut devenir résistante à un fongicide donné grâce à la mise en place de 3 mécanismes de résistance. Quatre situations sont donc à distinguer (Figure 5.9) :

- 1) **Pas de résistance.** Dans le cas d'une souche sensible, le fongicide présent dans la cellule est capable de se fixer spécifiquement à sa cible (enzyme), ce qui a pour effet d'inhiber le processus biochimique dans lequel l'enzyme est impliqué.
- 2) **Résistance par modification de cible.** Lors de la division cellulaire, des mutations (erreurs de recopiage) peuvent apparaître aléatoirement dans l'ADN du pathogène. Ces mutations peuvent aboutir à une altération des acides aminés formant l'enzyme cible du pesticide. Cela peut avoir pour effet de modifier la forme de l'enzyme. Dans ce cas, l'enzyme ne sera plus reconnue par la substance active du fongicide, entraînant l'apparition d'une résistance. Il s'agit du mécanisme de résistance le plus répandu et le plus efficace.
- 3) **Résistance par surexpression de la cible.** Dans ce cas-ci, l'enzyme cible du fongicide n'est pas modifiée mais sa production dans les cellules est démultipliée. Face à un tel phénomène, une quantité « normale » de matière active ne suffit plus à inhiber l'activité de l'enzyme.
- 4) **Résistance par excrétion.** Ce mécanisme de résistance implique un transport des substances étrangères vers l'extérieur des cellules via la surexpression de protéines de transport présentes au niveau des membranes. Ce mécanisme n'est pas spécifique d'une famille chimique. Les souches sont résistantes à un ensemble de fongicides.

La faible diversité des substances unisites et leur utilisation répétée rendent généralement inévitables l'apparition de résistances chez la septoriose. De plus, le cycle épidémique mêlant reproduction sexuée et asexuée rend la septoriose particulièrement apte à développer des résistances.

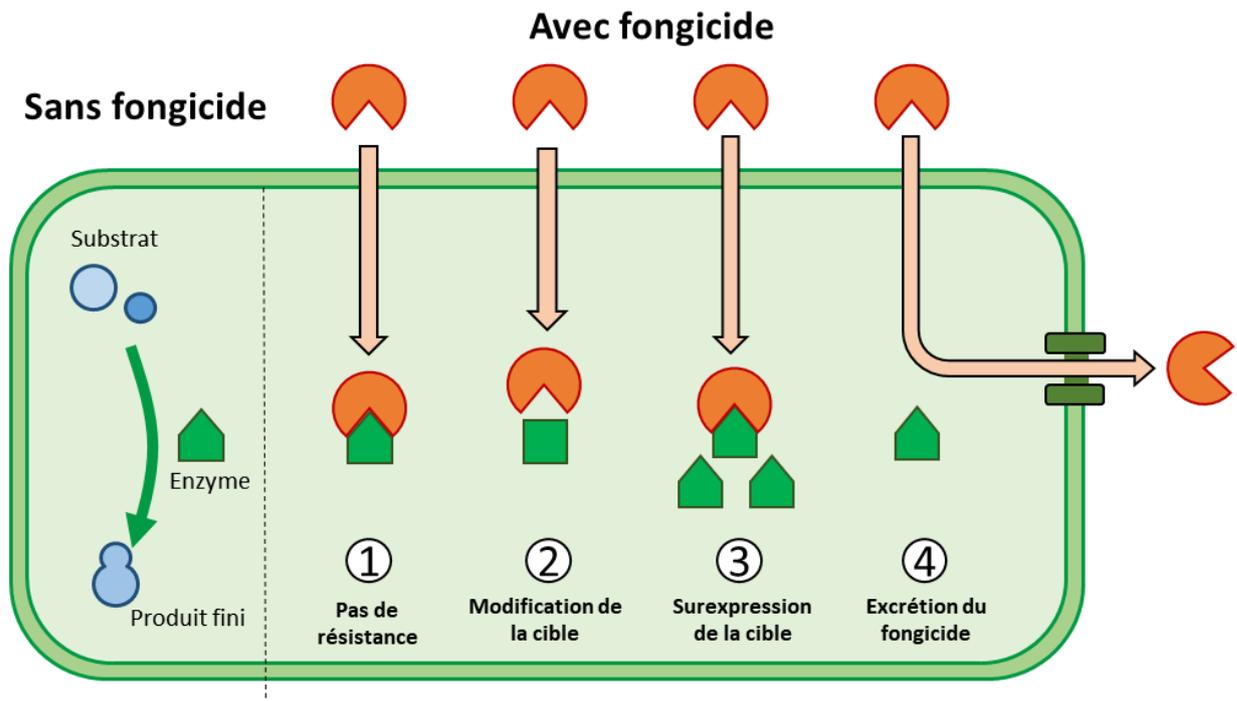


Figure 5.9 – Mécanismes de résistance aux fongicides décrits pour la septoriose (1) pas de résistance, (2) résistance par modification de la cible, (3) résistance par surexpression de la cible, (4) résistance par excrétion.

Au printemps, la reproduction asexuée permet une augmentation rapide de la taille des populations de septoriose dans les champs. Cette « charge de spores » peut atteindre jusqu'à cent milliards de spores par hectare. A chaque division cellulaire, certains gènes spécifiques de la septoriose sont susceptibles de ne pas se copier parfaitement. Bien que ce phénomène de mutation soit peu fréquent, le nombre de spores produites dans un champ est tel que des souches mutantes au niveau d'un gène sont fréquemment créées. La plupart du temps, ces souches portant des mutations sont moins virulentes et compétitives que celles qui n'en portent pas. Toutefois, certaines mutations peuvent donner un caractère avantageux à l'individu ce qui lui permet d'être plus compétitif dans un environnement spécifique. Un champ de blé semé avec la même variété et traité avec des fongicides est justement considéré comme un milieu très spécifique. Si la mutation apporte à la souche un trait de résistance à un fongicide, la souche mutante est alors fortement favorisée dans un champ traité par rapport à une souche ne portant pas cette mutation. Ces souches résistantes peuvent ensuite se reproduire et devenir dominantes au sein de la population du champ.

D'autre part la reproduction sexuée de la septoriose permet la création de nouvelles combinaisons génétiques entre différentes souches, ce qui augmente la diversité génétique dans les populations de *Z. tritici*. Dans certains cas, plusieurs caractères conférant la résistance aux fongicides peuvent s'additionner. Ainsi, les souches de septoriose peuvent posséder un ou plusieurs mécanismes de résistance face à un ou plusieurs groupes de fongicides. Au fil du temps, les souches de septoriose tendent à accumuler de plus en plus de résistance face à l'ensemble des familles chimiques utilisées pour leur contrôle.

En résumé

La septoriose peut développer 3 types de résistance.

La modification et la surexpression de cible sont des mécanismes spécifiques à une famille de fongicides.

L'excrétion de fongicide est un mécanisme capable de rendre la septoriose moins sensible à tous les fongicides.

Une même souche de septoriose peut cumuler tous ces mécanismes et devenir très résistante à plusieurs familles de fongicides.

Le cycle épidémiologique de la septoriose lui permet de développer rapidement ces mécanismes de résistance dans un environnement sélectif. Ces caractères peuvent se propager très vite dans une région où les mêmes pratiques phytosanitaires sont employées.

1.5.5 La résistance de la septoriose aux fongicides en Wallonie

La septoriose est donc potentiellement capable de développer des résistances à toutes les familles de fongicides unisites. Les paragraphes suivants détaillent l'état de nos connaissances sur la résistance de la septoriose en Wallonie pour chacune des familles de fongicides. Les résistances ont toutes été évaluées à l'aide de collections de souches collectées dans les parcelles non-traitées du réseau d'essais fongicides wallon de 2016 à 2018. Nos connaissances sur la résistance par excrétion ainsi que la résistance croisée en Wallonie sont aussi présentées dans cette section.

1) Résistance aux inhibiteurs de la déméthylation (IDM - famille des triazoles)

Les inhibiteurs de la déméthylation (famille des triazoles) sont utilisés intensivement en Wallonie depuis plusieurs dizaines d'années. Le niveau de résistance d'une souche de septoriose aux différents triazoles va dépendre de 3 mécanismes :

- L'accumulation de différentes mutations dans le gène CYP51 causant des altérations d'acides aminés dans les protéines cibles des fongicides.
- La présence d'insert dans le promoteur du gène CYP51 permettant de surexprimer la cible des triazoles.
- La présence d'inserts dans le promoteur du gène MFS1 augmentant la densité des transporteurs membranaires dans les membranes cellulaires.

Afin d'évaluer le niveau de résistance de la septoriose aux triazoles en région wallonne, les sensibilités de souches prélevées en 2008 et 2009 dans des champs non traités, ont été comparées à celles de souches prélevées dans des parcelles non traitées en 2016, 2017 et 2018. La mesure de la sensibilité des souches a été effectuée en laboratoire en calculant la concentration efficace médiane (CE50) c'est-à-dire la concentration de fongicides permettant de diminuer de moitié la croissance de la souche. Ces analyses ont été réalisées pour deux

triazoles : le *prothioconazole* et le *tebuconazole*. Ces deux matières actives ont été choisies car, bien que ciblant le même enzyme, elles n'agissent pas de la même manière sur la cible. Un mécanisme de résistance présent chez une souche ne confère donc pas automatiquement une résistance aux deux molécules de cette famille fongicide.

Les souches obtenues durant les saisons 2016, 2017 et 2018 sont plus résistantes au *prothioconazole* (déplacement de la courbe vers la droite) que les souches de 2008-2009 (Figure 5.10). En revanche, dans le cas du *tebuconazole*, les niveaux de résistance semblent ne pas avoir évolué depuis 2008-2009. D'autre part la résistance à ces deux triazoles n'est pas croisée c'est-à-dire qu'une souche résistante au *prothioconazole* ne sera pas automatiquement résistante au *tebuconazole*. Ainsi, une diminution d'utilisation du *tebuconazole* au profit du *prothioconazole* pourrait expliquer l'augmentation de résistance au *prothioconazole* et la stabilité de la résistance au *tebuconazole* en Wallonie.

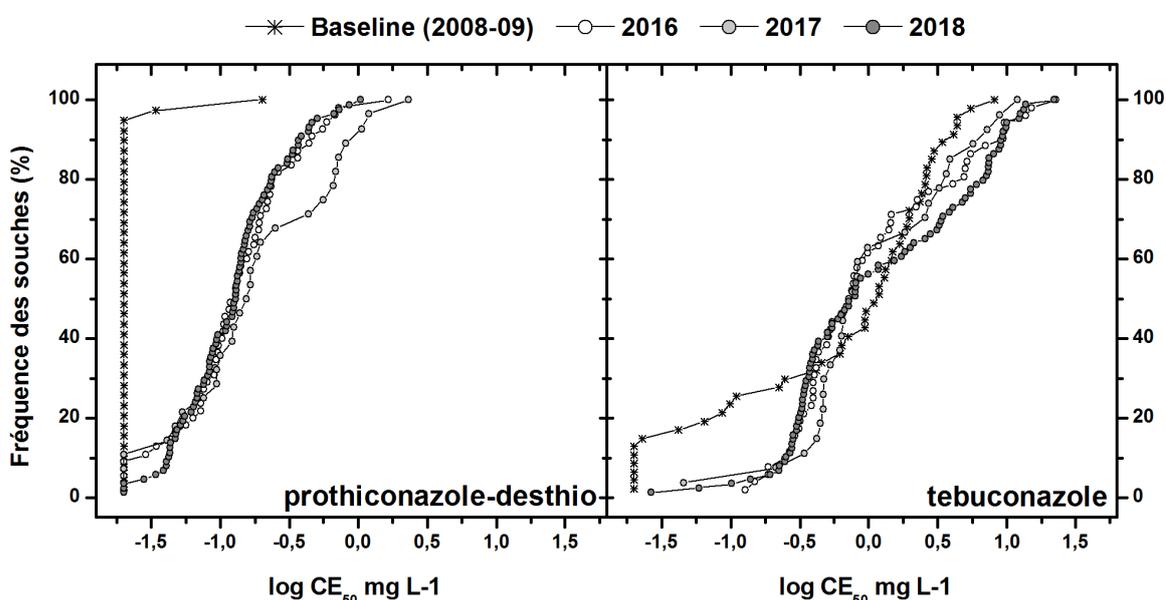


Figure 5.10 – Evolution de la résistance aux triazoles de souches de *Z. tritici* isolées à partir d'échantillons collectés en 2008-2009 et en 2016-2017-2018 dans des parcelles non-traitées. La sensibilité des souches est évaluée en calculant concentration efficace médiane (CE50) c'est-à-dire la concentration de fongicides permettant de diminuer de moitié la croissance de la souche. Les concentrations en fongicides sont exprimées en Log CE50 (mg/L).

En analysant les profils génétiques des souches testées, l'altération I381V qui marque la différence entre une souche à niveau de résistance faible d'une souche à niveau de résistance moyen est désormais présente en Wallonie avec une fréquence proche des 100%. D'autre part, l'altération S524T conférant une forte résistance aux triazoles est présente dans plus ou moins 17% des souches testées et cela sur l'ensemble du territoire belge. Une carte détaillée de la Belgique sur la Figure 5.15 montre pour exemple la dispersion de l'altération S524T en Belgique au début de la saison culturale 2019. Cette altération semble également dispersée sur le territoire belge.

La présence de petits (120 bp) ou larges inserts (1000bp) dans le promoteur du gène CYP51 a

5. Lutte intégrée contre les maladies

été vérifiée dans les collections de souches issues de parcelles non traitées (Figure 5.11). La fréquence de larges inserts a fortement augmenté en 10 ans et est estimée à 80 %. Le rôle exact de cet insert n'est pas encore connu. Des petits inserts sont désormais présents avec une fréquence observée de 20%. Les souches portant ce petit insert montrent une surexpression du gène CYP51 de 10 à 40 fois supérieure et une sensibilité aux triazoles 7 à 16 fois inférieure aux souches portant les mêmes altérations mais sans insert. En 2018, des souches sans insert ne sont presque plus détectées.

Finalement, la fréquence de souches capables d'excréter les triazoles est estimée en 2018 à 6.3 %. Ce mécanisme jouerait un rôle très important dans la résistance aux triazoles.

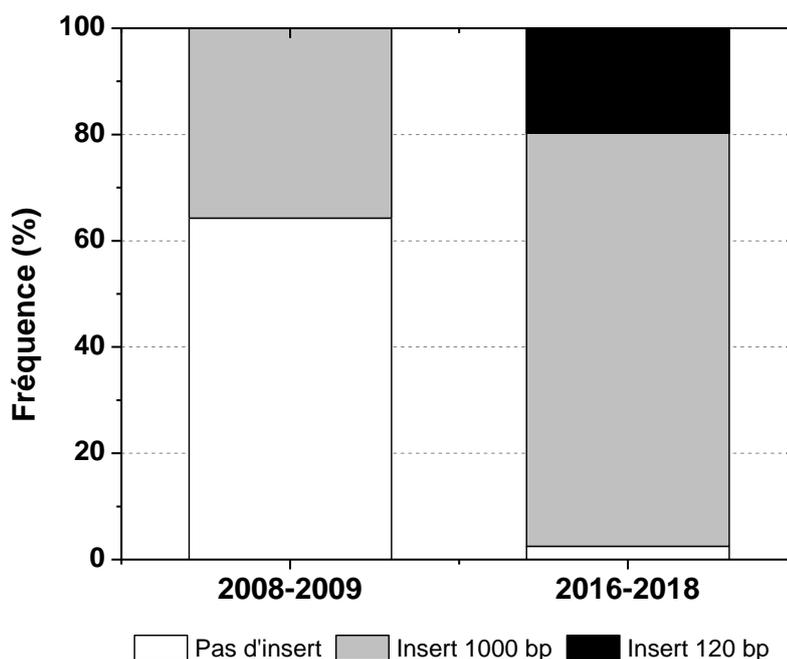


Figure 5.11 – Evolution de la fréquence d'insert dans le promoteur du gène CYP51 observée en Wallonie entre la population récoltée en 2008-09 et celle récoltée en 2016-17-18. Toutes les souches ont été récoltées dans des parcelles non-traitées.

2) Résistance aux inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHI - famille des carboxamides)

Les inhibiteurs de la succinate déshydrogénase sont employés depuis 2007, année correspondant à l'agrément du boscalid en froment sur le marché belge. D'autres SDHI se sont ajoutés sur le marché belge en 2012 et depuis, les agriculteurs tendent à les utiliser chaque saison.

Le niveau de résistance d'une souche aux différents SDHI va dépendre de 2 mécanismes :

- La présence et l'accumulation de différentes mutations au sein des sous-unités B, C ou D de la succinate déshydrogénase.
- La présence d'inserts dans le promoteur du gène MFS1 augmentant la densité des transporteurs membranaires dans les membranes cellulaires.

Comme pour les triazoles, une comparaison a été réalisée entre les niveaux de résistance de souches collectées en 2008-2009 et 2016-2017-2018 pour deux SDHI (Figure 5.12) : *fluxapyroxad* et *fluopyram*. Cette dernière matière active (présente dans l'Ascra Xpro) ne possède pas une forte activité contre la septoriose mais agirait de manière différente sur la cible par rapport aux autres SDHI (*fluxapyroxad*, *bixafen* et *benzovindiflupyr*). Les résultats montrent que les souches collectées en 2008-2009 sont plus sensibles que les souches collectées de 2016 à 2018 pour les deux matières actives. La différence de sensibilité montre que l'application des fongicides SDHI en champ depuis leur introduction exerce une pression de sélection sur la population de *Z. tritici* et fait évoluer sa résistance moyenne face à ces fongicides en quelques saisons culturales. Le *fluopyram* n'a été introduit qu'en 2019 en Belgique pour une utilisation sur froment. La résistance à cette SDHI a augmenté mais dans une moindre mesure que celle au *fluxapyroxad*. Ceci confirmerait que la résistance à ces deux SDHI n'est pas totalement croisée.

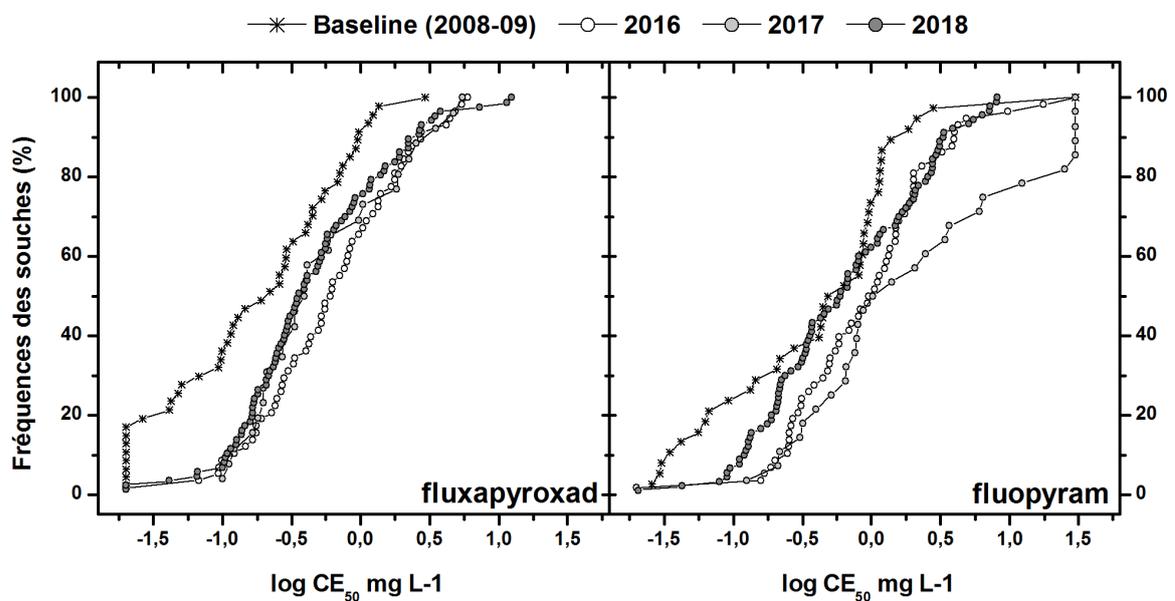


Figure 5.12 – Evolution de la résistance aux SDHI de souches de *Z. tritici* isolées à partir d'échantillons collectés en 2008-2009 et en 2016-2017-2018 dans des parcelles non-traitées. La sensibilité des souches est évaluée en calculant la concentration efficace médiane (CE50) c'est-à-dire la concentration de fongicides permettant de diminuer de moitié la croissance de la souche. Les concentrations en fongicides sont exprimées en Log CE50 (mg/L).

5. Lutte intégrée contre les maladies

En Belgique, certaines altérations dans le gène SDH-C ont été mises en évidence parmi un petit nombre de souches déjà analysées (F23S, I29V, N33T, N34T, T79N, W80S, N86S et H152R). Au début de la saison 2019, 2.2% et 2.7% des souches portaient l'altération T79N et N86S respectivement (Figure 5.14). Ces deux altérations confèrent un niveau de résistance élevé aux SDHI. La substitution H152R a déjà été isolée en Wallonie à plusieurs reprises. Cette dernière altération confère une résistance quasi-totale aux SDHI. Il semblerait que les souches portant l'altération H152R ne survivent pas bien à l'hiver probablement en raison d'un « coût fitness » élevé lié à cette modification. Toutefois, au début de la saison 2019, moins de 0.5 % des souches portaient cette altération. De récents résultats indiquent que les altérations T79N, N86S et H152R augmentent chaque saison dans nos contrées.

Le mécanisme d'excrétion des fongicides ne jouerait qu'un rôle mineur dans la résistance aux SDHI.

3) Résistance aux inhibiteurs externes de la quinone (QoI - famille des strobilurines)

Les strobilurines étaient autrefois très efficaces contre la septoriose en Wallonie mais ils ne sont actuellement plus, suite à l'apparition d'une mutation ponctuelle (altération G143A) dans un gène impliqué dans la respiration cellulaire, le cytochrome b. La présence de cette mutation s'est rapidement généralisée dans les populations wallonnes après une utilisation intensive des strobilurines sans précaution entre 2001 et 2008. En 2019, 99% des souches belges sont considérées comme totalement résistantes aux strobilurines. Ce taux est stable dans les populations wallonnes malgré une moindre utilisation des strobilurines depuis 2008.

4) Résistance aux inhibiteurs internes de la quinone (QiI)

Une nouvelle matière active, le *fenpicoxamid* pourra dès cette saison être utilisée en Belgique. Ce mode d'action est très efficace sur la septoriose et aucune résistance spécifique n'a encore été identifiée dans les collections de souches wallonnes. Il conviendra de toujours appliquer cette matière active en mélange afin de prolonger au maximum sa bonne efficacité.

5) Résistance par excrétion

Selon plusieurs tests de caractérisation des souches, les souches possédant la capacité d'excréter les fongicides sont de plus en plus présentes en Wallonie. En début de saison, la fréquence de ces souches est évaluée à 6,3%. Il semblerait que les programmes fongicides appliqués lors d'une saison augmentent fortement ce type de souche. La fréquence mesurée en fin de saison après l'application des programmes fongicides couramment appliqués en Wallonie est de 18.1%. Il est donc probable que le mécanisme d'excrétion soit lié à un « coût fitness » élevé diminuant les chances de propagation de ce type de souches d'une saison à l'autre.

6) Résistance croisée

Le terme résistance croisée signifie que la résistance à une substance active peut entraîner une résistance à une autre substance active. En effet, un mécanisme de résistance confère généralement une résistance à l'ensemble de la famille chimique concernée. Cependant, il se peut que, de par leur structure chimique différente, des molécules ayant un même mode d'action agissent différemment sur l'enzyme cible en se fixant, par exemple, sur une partie différente de celui-ci. Dans ce cas, une modification de cette cible à un endroit ne conduit pas à un même effet de résistance sur toutes les molécules de cette famille chimique. C'est le cas notamment des triazoles où certaines mutations confèrent un niveau de résistance plus important à certaines molécules qu'à d'autres. Les graphiques présentant les données de sensibilité des souches wallonnes à 2 matières actives montrent des nuages de points (Figure 5.13). Cela indique que la résistance croisée entre les molécules sélectionnées est absente (ou faible). Ce constat n'est pas étonnant étant donné que ces matières actives ont été choisies spécifiquement pour observer leur différence d'activité sur la septoriose. L'association de substances actives, y compris au sein de la même famille de fongicides (SDHI et triazoles), serait une technique adéquate pour freiner la sélection de résistance. Toutefois, des souches présentant des résistances importantes aux 2 SDHI testées, aux 2 triazoles ou même à un SDHI et un triazole simultanément sont présentes dans les champs wallons. Ces souches sont celles qui cumulent le mécanisme de résistance spécifique à un mode d'action et/ou le mécanisme d'excrétion. Seuls les fongicides multisites permettraient de freiner la propagation de ce type de souches.

En résumé

Ces 10 dernières années, la résistance de la septoriose aux triazoles et aux SDHI a fortement évolué en Wallonie.

Des souches capables d'excréter de leurs cellules l'ensemble des fongicides sont aussi présentes dans les populations wallonnes.

La résistance croisée reste faible ce qui indique que l'association des substances actives est un moyen à privilégier pour freiner le développement des résistances.

Des souches très résistantes à plusieurs matières actives appartenant à la même famille de fongicides ou même à des familles différentes sont désormais détectées dans les champs wallons. L'utilisation de fongicides multisites doit être encouragée.

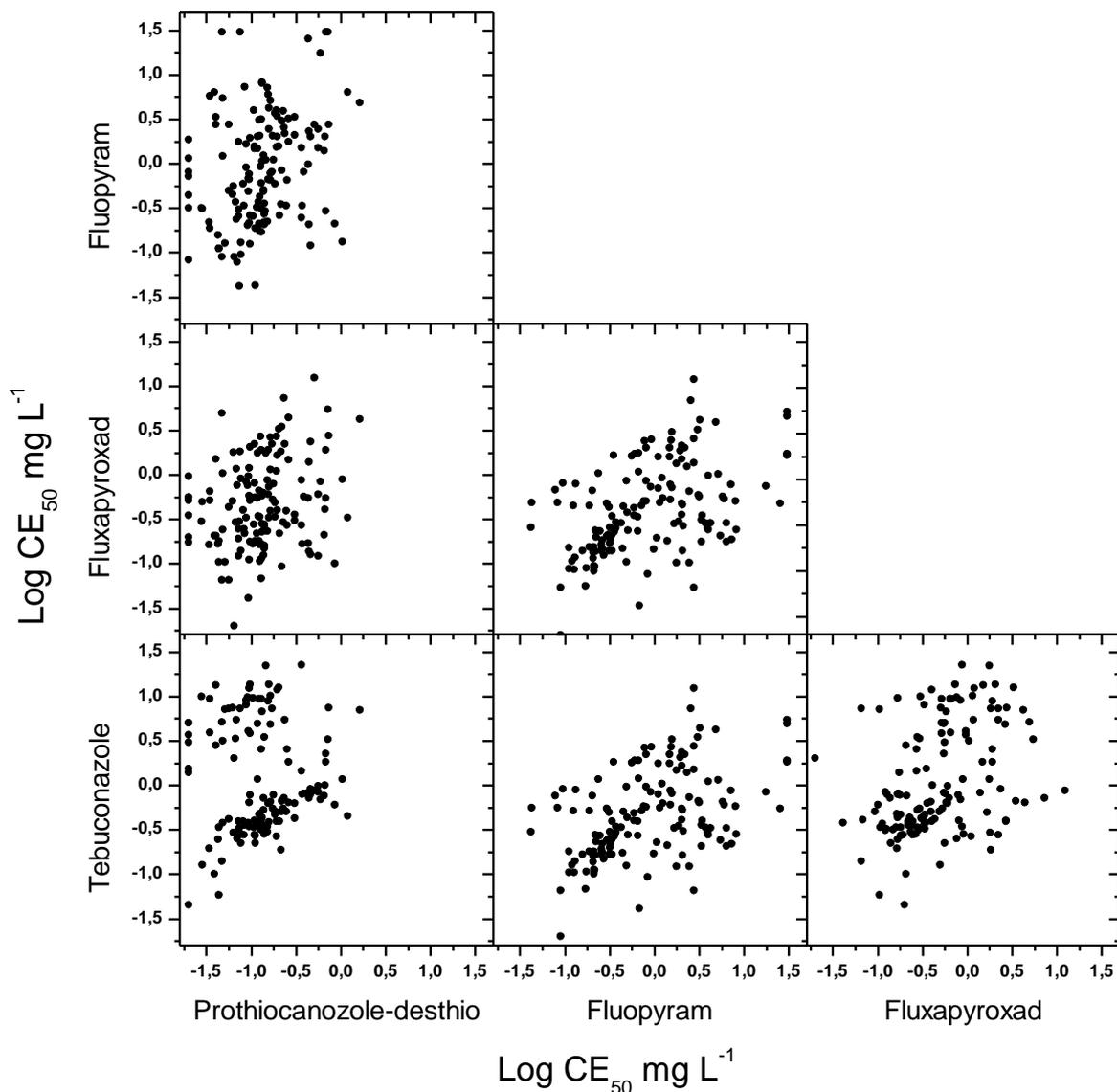


Figure 5.13 – Diagrammes de dispersion montrant les corrélations entre les valeurs de CE50 obtenues pour les différentes matières actives. Les souches ont été obtenues dans les parcelles non-traitées du réseau d’essais fongicides wallon en 2016, 2017 et 2018.

1.5.6 La Belgique, un mauvais élève ?

Des méthodes moléculaires (qPCR) ont récemment été développées (CRA-W/UCL) pour détecter les fréquences d’altérations (résultant de mutations) occasionnant des résistances aux triazoles et SDHI, à partir d’échantillons de feuilles montrant des symptômes de septoriose. Ces techniques permettent de mesurer la fréquence de l’altération S524T, conférant une forte résistance aux triazoles, les fréquences des altérations N86S et T79N responsables d’une forte résistance aux SDHI ainsi que l’altération H152R donnant une résistance totale aux SDHI. Ces méthodes ont été

appliquées sur un grand nombre d'échantillons récoltés en Belgique et en Europe au début du printemps, juste avant les premiers traitements fongicides.

A l'échelle Européenne, la Figure 5.14 illustrent bien les différences observées entre pays pour les différentes altérations quantifiées. L'Ecosse, l'Irlande, l'Angleterre et l'Allemagne montrent des fréquences d'altération en moyenne plus importantes que la Belgique, la France et l'Allemagne. En revanche, la situation dans les pays nordiques semble moins préoccupante que dans nos régions.

L'altération S524T est présente dans tous les pays à des fréquences très différentes. Ce n'est pas le cas des altérations conférant de la résistance aux SDHI. L'altération T79N et N86S sont observées à des fréquences relativement similaires, bien que T79N semble légèrement plus répandue. L'altération H152R a été détectée dans 7 pays mais avec des fréquences très faibles.

La distribution spatiale de ces fréquences d'altération (Figure 5.15) semble suivre une certaine logique et dépendrait de la pression de septoriose habituellement rencontrée dans les différents pays. En effet, dans le cas de l'altération S524T, les régions les plus touchées sont l'Irlande et le Royaume-Uni. Ces pays souffrent d'un climat extrêmement propice à la septoriose. Par le passé, les céréaliers ont souvent appliqué de multiples traitements fongicides sans prendre de précautions particulières pour limiter le développement des résistances. La situation dans ces pays est désormais ingérable. Les cultivateurs sont obligés de traiter à de multiples reprises avec de véritables cocktails de fongicides afin de contenir tant bien que mal la septoriose.

Le lien existant entre la pression de septoriose habituellement rencontrée et les fréquences d'altération est aussi visible en considérant le cas de la Belgique. Les quelques champs échantillonnés à la côte Belge où le climat est plus favorable à la septoriose semblent également plus touchés par les problèmes de résistance (Figure 5.15).

En résumé

La Belgique n'est donc pas le plus mauvais élève en termes de fréquences d'altérations conférant la résistance aux triazoles et aux SDHI en Europe.

Le climat Belge est normalement propice à la septoriose. Il est primordial de suivre l'évolution de ces altérations de près et de pratiquer des mesures visant à limiter la sélection de résistance.

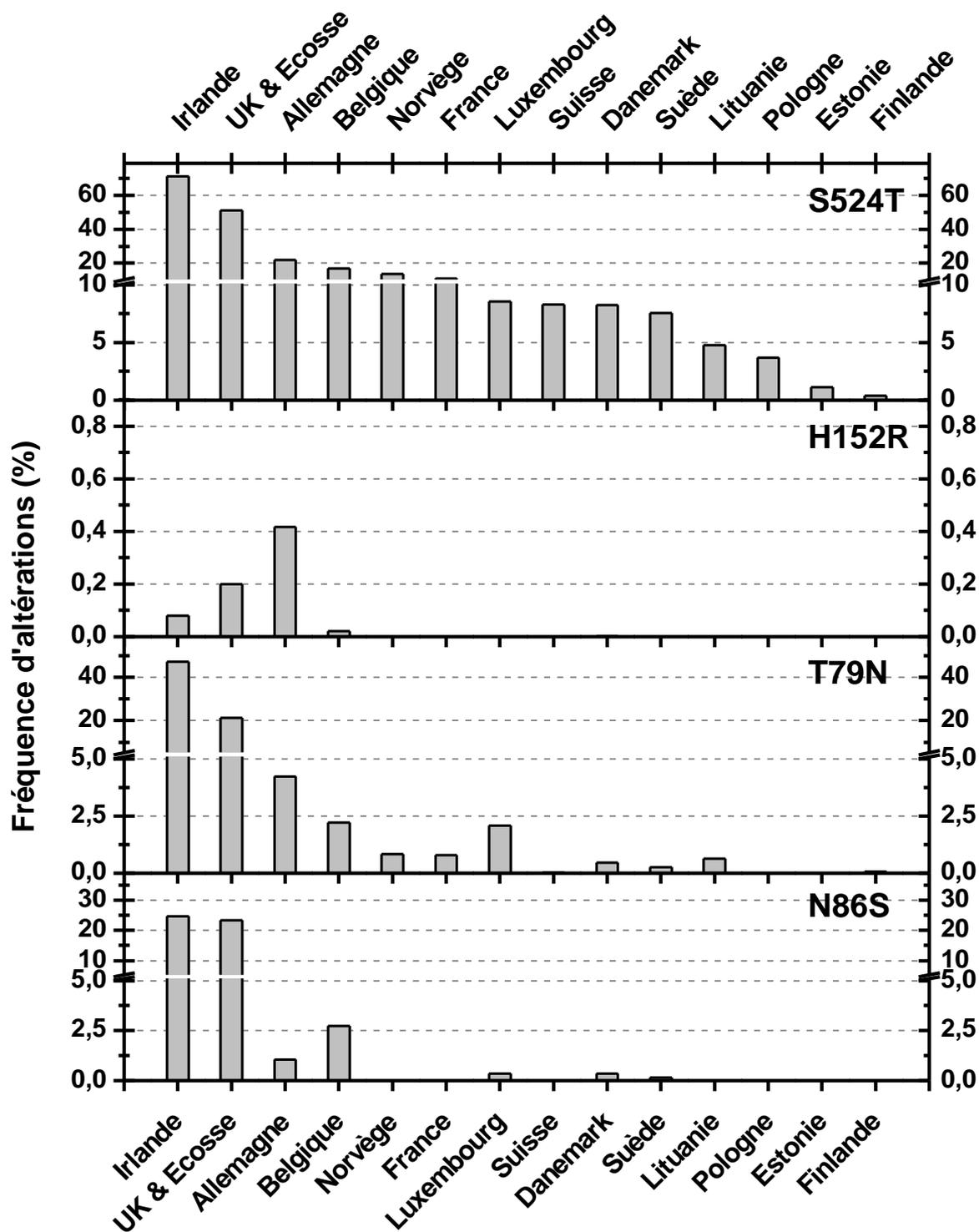


Figure 5.14 – Comparaison des fréquences moyennes d’altérations conférant des résistances aux fongicides triazoles et SDHI dans différents pays européens. L’altération S524T confère une forte résistance aux triazoles. Les altérations N86S et T79N sont responsables d’une forte résistance aux SDHI. L’altération H152R donne une résistance totale aux SDHI.

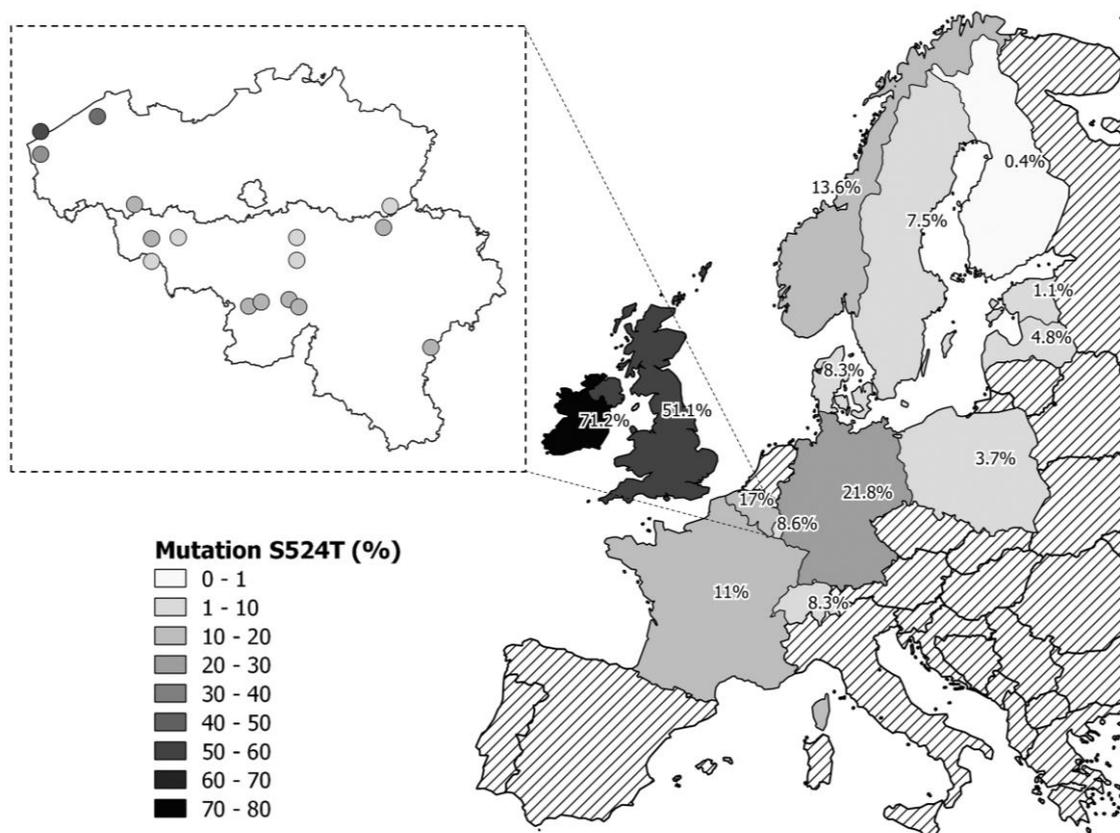


Figure 5.15 – Distribution de la présence de l’altération S524T mesuré par qPCR dans les populations européennes de septoriose au début du printemps 2019. Aucun échantillonnage n’a été réalisé dans les pays hachurés. L’encart montre la répartition spatiale des champs échantillonnés en Belgique. La coloration des pays/points représente la fréquence moyenne (%) de l’altération S524T mesurée dans le pays/champ.

1.5.7 Efficacité des fongicides sur la septoriose

Durant les deux dernières saisons, un large essai comparatif a été implémenté à Perwez sur la variété sensible à la septoriose RGT Sacramento. En 2019, la pression de septoriose était importante ; le 1^{er} juillet, des symptômes étaient visibles sur 35% (F1) et 78% (F2) des deux derniers étages foliaires. En 2020, l’épidémie était plus modérée ; seuls 3% et 8% des F1 et des F2 respectivement présentaient des symptômes fin juin. Le rendement dans les parcelles sans traitement a atteint 9.2 tonnes en 2019 et 11.1 tonnes en 2020.

Dans ces essais, 23 fongicides commerciaux incluant les différentes familles fongicides ont été comparés à leur dose agréée. En 2019, les fongicides ont tous été appliqués au stade 39. En 2020, la pulvérisation a été effectuée au début de l’épiaison (stade 51). Dans les 2 cas, aucun symptôme n’était encore visible sur les derniers étages foliaires lors des traitements. Les résultats d’efficacité contre la septoriose et de gain de rendement sont présentés dans la Figure 5.16. Les programmes fongicides ont été classés en fonction de leur efficacité à

5. Lutte intégrée contre les maladies

contrôler l'épidémie sur les 2 dernières feuilles (de P1 à P23). Les gains de rendement obtenus sont aussi présentés à titre informatif mais ne seront pas discutés.

En tête du classement, un groupe de 7 fongicides se démarque avec une efficacité proche de 75% et un gain de rendement élevé : Le Librax, le Revytrex, le Lenvyor, l'Ascra Xpro, L'Imtrex, le Priaxor et le Skyway Xpro.

Librax (P1) et Revytrex (P2) combinent une triazole (*metconazole* et *mefentrifluconazole*, respectivement) au *fluxapyroxad* (SDHI). Le *mefentrifluconazole* (Lenvyor - P3) et le *fluxapyroxad* (Imtrex - P5) appliqués seuls ont d'ailleurs également montré une très bonne efficacité. Ceci semble indiquer que le *fluxapyroxad* participe majoritairement à l'efficacité. Appliquer une matière active seule pour contrôler la septoriose n'est certainement pas une bonne pratique à suivre au vu des risques importants de sélection de résistance. Toutefois, les résultats obtenus avec les fongicides nouvellement agréés Revytrex (P2) et Lenvyor (P3) sont encourageants pour apporter des solutions dans la lutte contre la septoriose.

Le Priaxor (P6), un mélange de *pyraclostrobine* et de *fluxapyroxad* ne doit sa bonne efficacité qu'au SDHI qu'il contient. En effet, les strobilurines seules n'ont plus qu'une efficacité très faible sur la septoriose. En témoignent les résultats obtenus avec le Comet New et l'Amistar appliqués seuls (P23 et P24).

L'Ascra Xpro (P4), un mélange de *prothioconazole* avec 2 SDHI (*fluopyram* et *bixafen*) a offert un des meilleurs résultats. Il en est de même pour le Skyway Xpro (P7), un mélange de 2 triazoles (*prothioconazole* et *tebuconazole*) et d'un SDHI (*bixafen*). Ce type de fongicides associant des matières actives connues pour leur absence de « résistance croisée » est de plus théoriquement idéal pour freiner le développement de résistance.

Le *fenpicoxamid* (Aquino, Peacoq ou Questar - P8), une matière active nouvellement agréée appartenant à la famille des inhibiteurs externes de la quinone (QoI) s'avère être un produit prometteur dans la lutte contre la septoriose. Appliqué seul, il a permis un contrôle de plus de 50% de la maladie en moyenne dans ces essais. De plus, encore aucune résistance n'a été détectée à ces matières actives en Wallonie. Il constituera donc un partenaire idéal aux fongicides SDHI et triazoles.

Les produits P9 et P11 à base de *prothioconazole* en association avec une SDHI (*benzovindiflupyr* et *bixafen*, respectivement) ne sont pas les meilleures solutions contre la septoriose. Les deux fongicides montrent une efficacité similaire sur la septoriose. Le *benzovindiflupyr* appliqué seul a apporté une efficacité moyenne dans les essais d'un peu plus de 45%. Cependant, le *benzovindiflupyr* est surtout connu pour son excellente efficacité sur la rouille brune.

La comparaison des résultats obtenus avec l'Ampera et le Tebucur (P14 et P13 : *tebuconazole* avec ou sans *prochloraz*) indiquent que le *prochloraz* conserverait tout de même une faible activité sur la septoriose.

A l'exception du nouveau *mefentrifluconazole*, les anciens triazoles appliqués seuls (*tebuconazole* P14, *metconazole* P15, *prothioconazole* P17 et *difenoconazole* P18) ont une efficacité similaire mais limitée sur la septoriose. Le *difenoconazole* n'est pas agréé pour une utilisation foliaire sur froment en Belgique mais est contenu dans le Difend et Difend Extra

5. Lutte intégrée contre les maladies

pour le traitement des semences. D'autre part le *difenoconazole* n'est pas efficace contre les rouilles.

La comparaison entre le Kestrel (P19) et le Proline (P17) montre que l'ajout du *tebuconazole* n'a pas d'effet sur l'efficacité contre la septoriose. Les triazoles en mélange sans partenaire ne permettent plus de contrôler efficacement la septoriose.

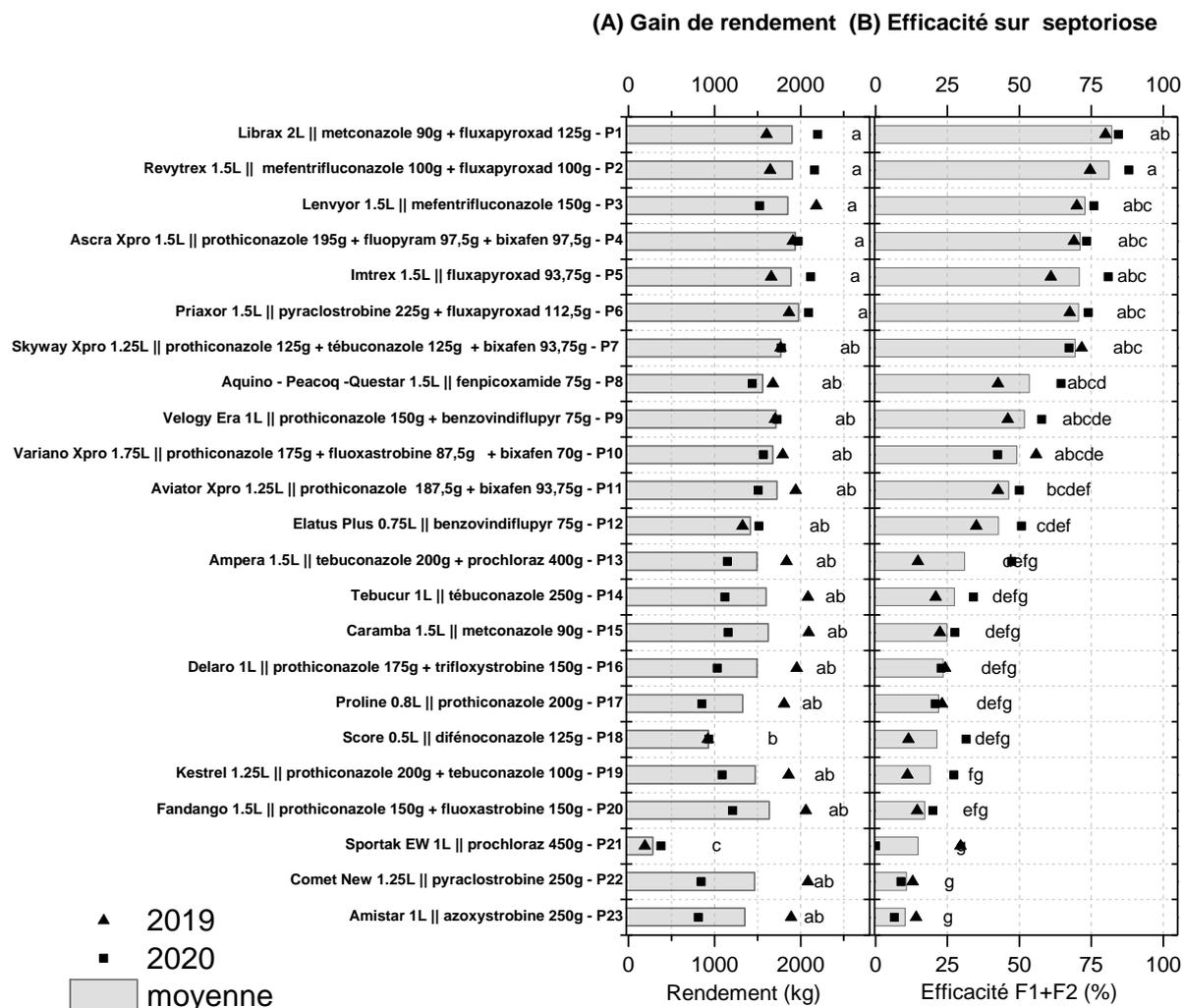


Figure 5.16 – (A) Comparaison des moyennes des gains de rendement brut dans 2 essais menés à Perwez en 2019 et 2020 sur la variété RGT Sacramento. (B) Efficacité moyenne des programmes (F1+F2) contre la septoriose. Pour rappel, l'efficacité est une mesure par rapport au témoin d'essai, du contrôle d'une maladie sur les deux derniers étages foliaires suite à l'application d'un programme fongicide (0% pas de différence par rapport au témoin – 100% aucun symptôme visible).

Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative. (Anova, $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

En résumé,

Efficacité des différentes matières actives sur la septoriose

Triazoles : *mefentrifluconazole* >> *tebuconazole* = *metconazole* = *prothioconazole* >> *prochloraz*

SDHI : *fluxapyroxad* > *benzovindiflupyr* = *bixafen* > *fluopyram*

QiI : *fenpicoxamid* similaire au SDHI

QoI : Effet très limité

Bien que la résistance de la septoriose aux fongicides ait fortement progressé en Wallonie, il est encore possible de contrôler cette maladie efficacement au moyen de traitements fongicides appropriés.

Les meilleurs traitements seront obtenus en associant les familles fongicides lors du même traitement.

1.5.8 Construire un programme fongicide efficace contre la septoriose

Trois types de schéma de protection ou type de programmes fongicides pour contrôler la septoriose seront discutés dans cette section (Tableau 5.9) :

- Le double traitement aux stades 2^e nœud et épiaison (32//55)
- Le traitement unique au stade dernière feuille (39)
- Le double traitement aux stades dernière feuille et floraison (39//65)

Bien que d'autres types de programmes soient possibles (voir section 1.6, Réseau d'essais fongicides wallon), ils sont souvent peu judicieux. Un programme constitué d'un simple traitement d'épiaison (55) est généralement trop tardif et manque de curativité. Tandis que les programmes fongicides les plus intensifs ne sont pas toujours ceux qui garantissent le meilleur rendement net. De plus, la diminution de l'utilisation des fongicides permettrait de freiner le développement de pathogènes résistants aux fongicides. Une moindre utilisation de fongicides répond également aux attentes de la société : limiter l'exposition des opérateurs et des consommateurs aux produits de protection des plantes, limiter l'impact de ces produits sur les différents compartiments du milieu.

Tableau 5.9 – Description des principaux programmes fongicides conseillés contre la septoriose du blé. Un ou deux traitements peuvent être appliqués à différents stades de croissance du blé (32 = 2^e nœud, 39 = dernière feuille déployée, 55 = épi dégagé, 65 = pleine floraison). Des combinaisons de fongicides appartenant à différentes familles (triazole, SDHI, QiI et multisite) sont conseillées pour chaque schéma de traitements.

Programme		Stade			
		32	39	55	65
1 traitement	39		triazole + SDHI + multi		
			triazole + QiI + multi		
			QiI + SDHI + multi		
2 traitements	32//55	triazole 1 + multi		triazole 2 + QiI	
				QiI + SDHI	
				triazole 2 + SDHI	
	39//65		triazole 1 + SDHI + multi		triazole 2 (+QiI)
			triazole 1 + QiI + multi		triazole 2 (+SDHI)
			QiI + SDHI + multi		triazole

1) Double traitement aux stades 2^e nœud et épiaison (32//55)

Comme déjà discuté de nombreuses fois dans ce Livre Blanc, il n’y a pas lieu de s’inquiéter avant le stade 32 pour lutter contre la septoriose. A ce stade, une visite au champ ou le suivi des conseils du CePiCOP suffit pour déterminer si une intervention est utile. Le modèle OAD Fongi en validation depuis 3 ans (voir point 1.6.5) permettra sans doute dans un futur proche de vous orienter à ce stade.

Les conditions favorisant ce type de programme contre une épidémie de septoriose sont, soit :

- a) Des symptômes déjà bien visibles sur l’avant-avant dernière feuille formée (future F4) au stade 2^{ème} nœud (32)
- b) Une variété sensible (--, - et =, Tableau 5.13 p 5/64) et des conditions climatiques favorables à l’implantation de la septoriose :
 - Hiver chaud
 - Mars-avril pluvieux

5. Lutte intégrée contre les maladies

Dans cette situation un traitement type 32//55 sera nécessaire pour contrôler l'épidémie de septoriose. En effet, dans le cas où un traitement précoce a été appliqué (32), un traitement relais (55) sera toujours nécessaire pour prolonger la protection de la culture. Ce deuxième traitement doit intervenir maximum 4 semaines après le traitement 32.

Pour le traitement au 2^{ème} nœud, un mélange d'une ou deux triazoles et d'un multisite (soufre ou *folpet*) est une combinaison suffisante pour enrayer les maladies et contrôler les résistances. En cas de très forte suspicion de forte épidémie, un QiI peut également être ajouté au mélange. Bien qu'aucune résistance ne soit connue pour les QiI, l'utilisation d'un multisite reste importante pour prolonger la durée de vie des matières actives.

Le traitement au stade « épiaison » (55) devrait être composé d'une triazole et d'un SDHI (ou 2 dans le cas de l'Ascra Xpro). Dans le cas où il n'a pas été utilisé au stade 32, un QiI peut également être utilisé en combinaison avec une triazole ou un SDHI. A ce stade, les multisites n'auront qu'un effet limité sur la maladie. Lors du traitement d'épiaison, une réduction de la dose peut être envisagée avec certains fongicides.

Il est utile d'alterner les triazoles utilisées lors des traitements 2^{ème} nœud et épiaison. L'utilisation du *prothioconazole* sera privilégiée pour le traitement proche de l'épiaison pour son effet connu contre les fusarioses.

2) Traitement unique au stade dernière feuille (39)

Si aucun traitement n'a été effectué au stade 32, un traitement est souvent nécessaire au stade dernière feuille (39) en agriculture conventionnelle. Lorsque la variété est sensible à la septoriose (--, - et =, Tableau 5.13 p 5/64), l'utilisation des matières les plus efficaces doit être privilégiée.

Dans un schéma à traitement unique, le mélange d'une (ou de plusieurs) triazole(s) avec un SDHI et un multisite a toujours fait ses preuves. Avec l'arrivée du nouveau mode d'action QiI, la combinaison de celui-ci avec une triazole ou un SDHI peut également être envisagée selon les situations. L'utilisation d'un multisite reste de rigueur. Réduire la dose de fongicide n'est pas à conseiller à ce stade.

3) Double traitement aux stades dernière feuille et floraison (39//65)

Dans le cas où un traitement a été appliqué au stade 39, un traitement relais pourra être effectué au stade 65 s'il y a eu beaucoup de pluie avant la floraison et que la variété n'est pas tolérante (++, Tableau 5.13 p 5/64).

Les triazoles (ou mélanges de triazoles) sont à privilégier à ce stade et particulièrement le *prothioconazole*. En plus de lutter contre les maladies du feuillage, le *prothioconazole* est le fongicide le plus efficace agréé contre les fusarioses. En cas de forte pression de maladie, un QiI ou un SDHI constitueront de bons partenaires à la condition qu'ils n'aient pas encore été utilisés dans le programme fongicide.

1.6 Le réseau d'essai fongicide wallon : saison 2019-20

M. Duvivier, P. Hellin, C. Bataille, B. Heens, O. Mahieu et R. Blanchard

1.6.1 Les objectifs

Cette année le réseau d'essais fongicides wallon fêtent ses 8 ans. Ce partenariat entre le CRA-W, Gembloux Agro-Bio Tech, le CPL-VEGEMAR et le CARAH poursuit une série d'objectif précis. Le but premier du réseau consiste à évaluer chaque année la performance de différents programmes fongicides adaptés à la culture conventionnelle du blé en Wallonie. L'utilisation du même protocole dans un nombre conséquent d'essais permet aussi de répondre à des questions techniques sur la construction de ces programmes.

Un autre objectif du partenariat est d'élaborer une base de données solide pour permettre la validation et la calibration continue d'un outil d'aide à la décision adapté à la parcelle (OAD Fongi Blé).

Des mesures sont aussi effectuées au sein du réseau pour évaluer et surveiller la résistance de la septoriose aux fongicides en Wallonie. Un des objectifs poursuivis est d'identifier les pratiques limitant la sélection de résistance de la septoriose aux fongicides. Une section complète (Point 1.5) de ce livre blanc est consacrée à la lutte contre ce pathogène.

1.6.2 Le protocole 2019-2020

Cette saison, le réseau comprenait 5 sites répartis en Wallonie pour un total de 8 essais. Cinq variétés présentant des résistances contrastées aux maladies ont été utilisées pour emblaver ces essais (Tableau 5.10).

Tableau 5.10 – Liste des essais constituant le réseau d'essais fongicides 2020.

Partenaire	N°	Localité	Variété	Résistance aux maladies						
				Septoriose	Rouille brune	Rouille jaune	Fusariose feuilles	Fusariose épis		
CRA-W	2001	Thy-le-Château	Bergamo	-	-	+	-	=	--	Très sensible
	2002	Château	KWS Smart	=	+	-	+	+	-	Assez sensible
CPL-Vegemar	2003	Waremmes	Gleam	-	--	=	--	--	=	Moyennement sensible
	2004		Johnson	=	-	++	-	-	+	Peu sensible
CARAH	2005	Ath	Gleam	-	--	=	--	--	++	Résistante
	2006	Melles	Bergamo	-	-	+	-	=		
Gbx ABT	2007	Lonzée	Imperator	+	++	++	--	=		
	2008		Gleam	-	--	=	--	--		

Le protocole commun compare 18 modalités, allant de P1 (le témoin sans application fongicide) à P18, établies selon 7 types des schémas de protection distincts (Tableau 5.11).

Le premier type de schéma de traitement consiste en une application unique de fongicide au stade 39, lorsque les dernières feuilles sont totalement déployées (39). Le Librax 1.5L/ha (P2) et le Velogy Era 1L/ha (P4) ont été appliqués à leur dose conseillée pour comparaison. Le Velogy Era est un produit contenant 150 g/L de *prothioconazole* ainsi que 75 g/L de

5. Lutte intégrée contre les maladies

benzovindiflupyr, une substance active SDHI très efficace contre la rouille brune. Le Librax, associant le *metconazole* et le *fluxapyroxad*, est une bonne référence contre l'ensemble des maladies foliaires notamment la septoriose. Il présente de plus une bonne rémanence.

Le Velogy Era à dose pleine (P5) a aussi été appliqué en traitement unique au stade épiaison (55).

Les programmes P6 à P10 consistent tous en deux traitements fongicides à dose pleine (ou conseillée) au 2^{ème} nœud (32) et à l'épiaison (55). Le traitement « épiaison » est toujours effectué à l'aide d'un fongicide contenant un triazole et un SDHI à l'exception du programme P6 pour lequel un mélange de triazoles et de strobilurines est appliqué. Le programme P7 est identique au programme P8 à l'exception du fait qu'une dose de *soufre* (Cosavet 3kg/ha) a été ajoutée au traitement 2^{ème} nœud. La même logique est suivie entre les programmes P9 et P10.

Le programme P13 contient 3 traitements ; il est en tout point identique au programme « 2^{ème} nœud - épiaison » P10 mais un premier traitement additionnel avec une triazole a été ajouté au redressement (31).

Le programme P11 et P12 consiste en un premier traitement au stade dernière feuille (39) avec un mélange de triazole et de SDHI suivi d'un relais à la floraison (65). Les deux programmes sont identiques à l'exception d'une dose de soufre incluse dans le traitement au stade dernière feuille du programme P12.

Des modalités comprenant des doses réduites ont aussi été intégrées dans le protocole. La réduction de dose peut être utilisée dans des schémas de traitement comprenant de 3 ou même jusqu'à 5 pulvérisations (ex : programmes P14 et P16) de façon à obtenir une protection tout au long du développement des plantes à un prix similaire à un schéma de traitement en deux passages à dose pleine. Cependant, des programmes utilisant ce genre d'applications répétées, bien que parfois pratiqués, ne sont pas à conseiller dans un contexte de gestion de la résistance aux fongicides. En effet, ces programmes augmentent considérablement la durée d'exposition des pathogènes aux fongicides, ce qui a pour effet d'augmenter le risque de sélection de souches résistantes.

Le programme P17 contient 2 traitements avec, à chaque application, un mélange de SDHI avec triazole. Un premier traitement à dose réduite a été effectué au stade 2^{ème} nœud (32) et est suivi d'un second traitement à dose conseillée à l'épiaison (55). Encore une fois, ce programme est effectué dans un but expérimental et cette pratique au champ n'est pas recommandée afin de limiter le développement de résistance des pathogènes aux SDHI. A titre d'exemple, les applications multiples de SDHI étaient systématiquement pratiquées par les agriculteurs en Irlande et ont considérablement augmenté la sélection de résistance à tel point que ces substances actives ne sont désormais plus suffisamment efficaces dans ce pays (Section 1.5).

Enfin, dans chaque essai, une parcelle a été traitée suivant les conseils dispensés en temps réel par le modèle OAD Fongi Blé (P18). Le point 1.6.5 donne plus de détails sur cette modalité.

Les programmes testés dans le protocole commun ne contenaient jamais plus de 2.5 « doses conseillées » si l'on additionne l'ensemble des traitements inclus dans les différents programmes.

Comme les années antérieures, tous schémas de protection du protocole commun ont été construits de manière à respecter 3 principes de base :

- 1) L'alternance des substances actives**
- 2) L'association de substances actives d'au moins deux modes d'action différents**
- 3) Une utilisation de SDHI par saison maximum (exception P17)**

Le respect de ces principes permettrait de limiter le développement de populations fongiques résistantes. Un produit dit « multisite » comme le soufre a aussi été ajouté dans la plupart des programmes. De par leur mode action atteignant plusieurs cibles, ces produits ne sont en principe pas affecté par les problèmes de résistance des pathogènes tels que la septoriose. Ils permettraient en étant appliqués correctement, de freiner la sélection et la prolifération des souches résistantes dans le champ. Néanmoins, ces produits dits « de contact », ne sont ni systémiques, ni curatifs. Ils doivent donc être appliqués préventivement.

Le programme P17 incluant deux traitements SDHI a uniquement été testé dans le but de démontrer qu'ils favorisent le développement de la résistance dans les populations de septoriose. Ceci est effectué au moyen de prélèvements de feuilles présentant des symptômes dans toutes les modalités des essais du réseau. A partir de ces échantillons, des mesures de la résistance à différentes matières actives sont réalisées en laboratoire.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 5.11 – Liste détaillées des programmes fongicides.

Le coût du traitement est exprimé en kg/ha de blé. Il a été calculé en comptant le prix des fongicides (en €), le coût du passage (estimé à 10 €/ha jusqu'au stade 32 inclus, et à 15 €/ha après le stade 32), et le prix du blé (fixé ici à 190 €/T). Les lettres des cellules grisées désignent les modes d'action des fongicides mis en œuvre. A : triazole (inhibiteur de synthèse de l'ergostérol) ; 2XA : mélange de 2 triazoles ; B : SDHI (inhibiteur de la succinate déshydrogénase) ; C : strobilurine (inhibiteur externe de la quinone) ; M : fongicide multisite. Les produits appliqués à dose réduite sont surlignés en gris.

Schéma de protection	Programme	Stade 31	Stade 32	Stade 39	Stade 55	Stade 65	Coût (kg)	
Témoin	P1						0	
39	P2			Librax 1,5L A+B			577	
	P3			Librax 1,5L A+B Cosavet 3kg M			624	
	P4			Velogy Era A+B			483	
55	P5				Velogy Era 1L A+B		483	
32//55	P6		Simveris 1L A Cosavet 3kg M		Kestrel 1,25L 2xA Amistar 0,4L C		790	
	P7		Simveris 1L A Cosavet 3kg M		Velogy Era 1L A+B		804	
	P8		Simveris 1L A		Velogy Era 1L A+B		757	
	P9		Kestrel 1,25L 2xA Cosavet 3kg M		Librax 1,5L A+B		1012	
	P10		Kestrel 1,25L 2xA		Librax 1,5L A+B		965	
39//65	P11			Librax 1,5L A+B		Prosaro 1.0L 2xA	896	
	P12			Librax 1,5L A+B Cosavet 3kg M		Prosaro 1.0L 2xA	944	
31//32// 55	P13	Tebucur 0.6L A	Kestrel 1,25L A Cosavet 3kg M		Librax 1,5L A+B		1149	
31//32// 39//55//65	P14	Osiris 0,2L 2xA Sportak 0,2L A Cosavet 1,5kg C	Tebucur 0,2L A Amistar 0,2L C Cosavet 1,5kg M	Librax 0,4L A+B Comet New 0,2L C Sportak 0,2L A	Soleil 0,4L 2xA Fandango 0,2L A+C Sportak 0,2L A	Prosaro 0.5L 2xA Sportak 0,2L A	918	
32//39// 65	P15		Cosavet 3kg M	Librax 0,8L A+B		Prosaro 0.5L 2xA	653	
	P16		Kestrel 0.65L 2xA Cosavet 3kg M	Librax 0,8L A+B		Prosaro 0.5L 2xA	827	
32//55	P17		Librax 0,8L A+B		Velogy Era 1L A+B		801	
Variable	P18	Programme "à la parcelle" conseillé par l'OAD Fongi Blé						Variable

1.6.3 Le développement des maladies dans le réseau

L'hiver fut particulièrement doux, ce qui aurait pu favoriser la survie et l'implantation des différentes maladies habituellement rencontrées en Wallonie : la septoriose, la rouille brune et la rouille jaune. Toutefois, l'extrême sécheresse rencontrée au printemps 2020 n'a pas permis le développement d'épidémies sévères dans les essais du réseau durant la saison.

Au stade 2^{ème} nœud, la septoriose était discrètement présente dans le bas de la végétation (future F5 et F6) dans l'ensemble des essais du réseau. A la fin mai, une fois les dernières feuilles entièrement développées, la rouille jaune était visible seulement sur KWS Smart à Thy-le-Château et sur Gleam à Waremme.

La Figure 5.17 A présente la pression de maladies observée dans les différents essais fin juin lors du remplissage des grains. La rouille jaune s'est développée tardivement dans certains

essais, essentiellement sur la variété Gleam considérée comme sensible. La rouille brune est restée très discrète dans l'ensemble du réseau d'essais, et ce même à Thy-le-Château où elle avait été détectée dès le stade 39 sur Bergamo. La septoriose n'a atteint les 2 dernières feuilles de manière significative que dans 4 essais. Les conditions très sèches pendant la floraison n'ont généralement pas permis le développement de la fusariose des épis.

Dans chaque essai, l'impact des maladies a été mesuré en considérant le gain de rendement obtenu avec le meilleur traitement de l'essai. Il est exprimé en fonction du rendement des témoins de l'essai. L'impact moyen des maladies dans le réseau est évalué à 8% de perte de rendement (Figure 5.17). C'est la première fois qu'un impact moyen si faible est observé dans ce réseau. Des pertes de rendement supérieures à 10% ont été observées seulement dans 4 essais, ceux conduits dans le Hainaut (Thy-le-Château, Melles et Ath). Ces essais ont moins souffert de la sécheresse.

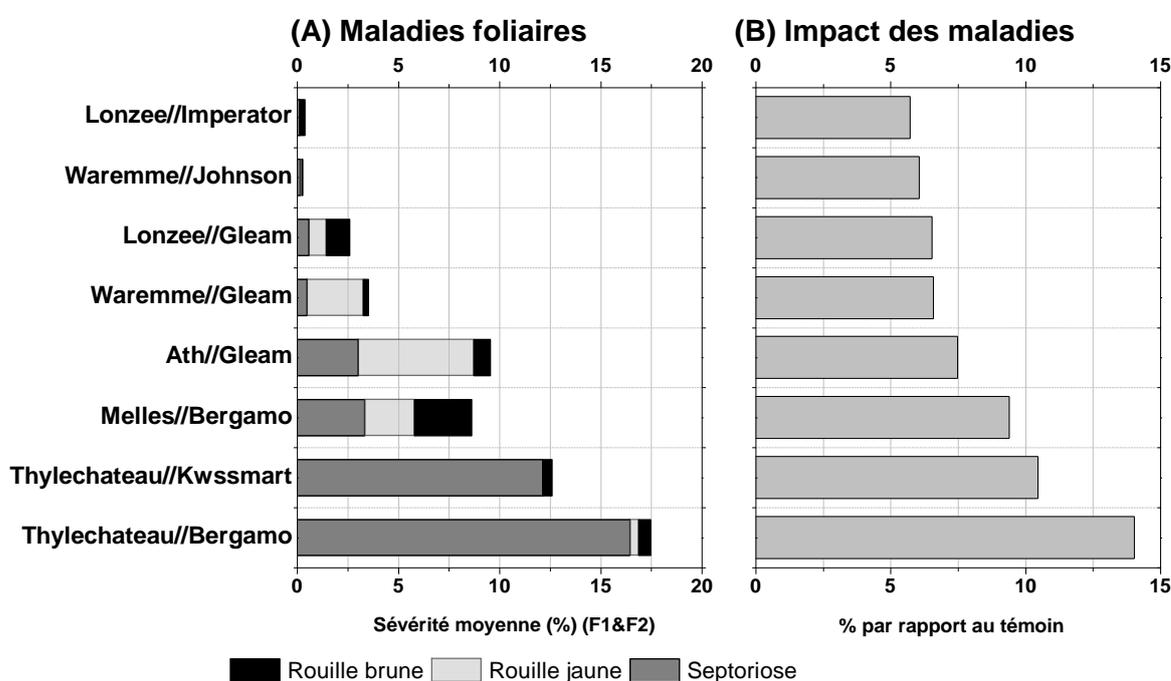


Figure 5.17 – (A) Sévérité moyenne des maladies sur F1 et F2 (surface moyenne couverte par les symptômes) lors du développement des grains (entre le 22/06/20 et 30/06/20). (B) Impact des maladies exprimé par rapport aux parcelles témoins. Dans chaque essai, l'impact des maladies a été mesuré en considérant le gain de rendement obtenu avec le meilleur programme fongicide de l'essai.

1.6.4 Efficacité des programmes fongicides

Dans cette section, les résultats des 4 essais les plus touchés par les maladies foliaires sont présentés et discutés : il s'agit des deux essais de Thy-le-Château et de ceux menés à Ath et Melles. Les résultats de rendements nets et bruts obtenus dans ces 4 essais sont présentés en moyenne dans la Figure 5.18 ci-dessous. Les 4 autres essais du réseau ont trop souffert de la sécheresse pour que les effets des programmes fongicides puissent être interprétés.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Dans ces 4 essais, des gains de rendement bruts de 488 à 851 kg/ha ont été mesurés en moyenne en fonction des différents programmes. La modalité la plus performante en rendement brut est le programme adapté à la parcelle proposé par l'OAD Fongi blé (P18, voir section suivante). Le programme permettant le plus faible gain de rendement brut est le traitement unique au stade dernière feuille à l'aide du Librax à dose conseillée (P3). Une différence de moins de 400 kg a été observée entre le meilleur programme et le moins bon. Quel que soit le nombre de traitements ou la précocité des premiers traitements, les différences de rendement tiennent dans un mouchoir de poche. L'ensemble des résultats semble donc lissé : la majorité des programmes partagent le même groupe statistique (lettre a). Cette observation confirme bien que les programmes fongicides, quels qu'ils soient, n'ont pas pu exprimer leur plein potentiel. La surface verte disponible pour le remplissage des grains s'est atténuée rapidement du fait de la sécheresse plutôt que du fait de la pression en maladie...

Le rendement net a été obtenu en soustrayant le prix du programme fongicide au rendement brut. Tous les rendements nets obtenus avec l'ensemble des programmes fongicides sont statistiquement équivalents dans ces essais. Néanmoins certaines tendances sont visibles. Un traitement unique au stade dernière feuille (P3 et P4) était sans doute le meilleur choix cette dernière saison. Des programmes à passages multiples ont parfois donné des rendements nets bien inférieurs au rendement obtenu dans les parcelles témoins (P6, P9, P10, P11, P13). Il est probable que, sans la sécheresse de fin de saison, les résultats auraient été différents. Ces résultats rappellent encore une fois qu'il est nécessaire de bien adapter son programme à la saison.

La Figure 5.18 B présente l'efficacité des programmes sur le développement de la septoriose sur les avant-dernières feuilles. En effet, la pression était trop faible pour mesurer cette efficacité sur les dernières feuilles. L'ensemble des programmes a permis un contrôle adéquat de la septoriose sur cet étage foliaire. Seul le programme P5 consistant en un traitement tardif à l'épiaison à l'aide du Velogy Era se démarque avec une efficacité de seulement 75%. De manière générale, les triples traitements P13 et P15 permettent d'atteindre les efficacités sur septoriose les plus élevées mais leur coût ne leur permet pas d'atteindre des rendements nets les plus élevés en 2020. **L'ensemble des programmes a permis de contrôler quasi parfaitement les épidémies de rouille brune et de rouille jaune.** Il n'a pas été jugé utile d'en présenter les résultats.

Cette année, le protocole était orienté de façon à confirmer les effets sur le rendement d'un apport de *soufre* dans les programmes fongicides. La comparaison des programmes P2 et P3 montre un léger effet du *soufre* (Cosavet 3 kg/ha) sur le rendement lors de traitement unique au stade dernière feuille avec le Librax. La comparaison des programmes à double application aux stades 39 et 65 (P11 et P12) semble aussi confirmer ce résultat. L'application du Cosavet en mélange avec le Librax au stade 39 suivi d'une application de Prosaro au stade 65 donne une augmentation de rendement d'en moyenne 200 kg/ha par rapport à la même modalité sans Cosavet. Un effet du *soufre* sur le rendement est aussi visible lorsqu'il est appliqué au stade 2^{ème} nœud avec le Simveris et suivi du Velogy Era à l'épiaison (comparaison P7 et P8). Toutefois, le *soufre* additionné au Kestrel au stade 32 suivi d'un relai à l'épiaison avec le Librax ne semble pas avoir d'effet sur le rendement (P9 et P10). A noter

que les augmentations moyennes de rendement causées par le *soufre* dans les différentes comparaisons décrites ne sont pas confirmées statistiquement ; cela reste une tendance.

En résumé

Cette année, les programmes fongicides les moins intensifs suffisaient à contrôler les maladies dans la plupart des situations.

L'ajout de *soufre* dans les programmes fongicides au stade 2^{ème} nœud ou au stade dernière feuille permet de réduire la sélection de pathogènes résistants. Il semblerait que cela bénéficie aussi au rendement.

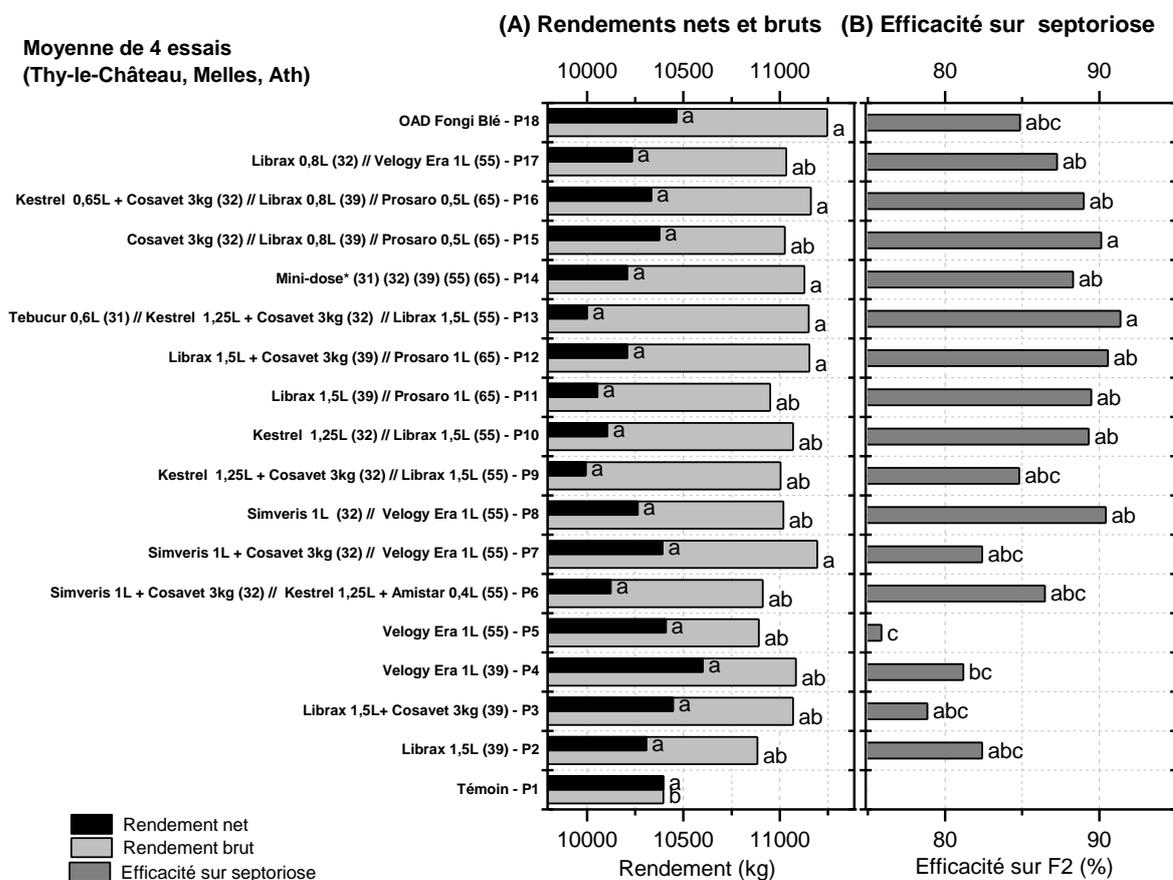


Figure 5.18 – (A) Comparaison des moyennes des rendements brut et net dans les 4 essais. (B) Efficacité moyenne des programmes (F2) contre la septoriose. L'efficacité se mesure sur les deux derniers étages foliaires. "0%" équivaut au niveau observé dans le témoin. 100 % correspond à l'absence de tout symptôme. *Mini-dose : voir P14 dans le tableau 5.11. Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative. (Anova, y ~ traitement + essai + traitement*essai ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

1.6.5 Deuxième année de validation de l’OAD Fongi Blé

Pour illustrer ce point, l’analyse des résultats porte cette fois sur l’ensemble de réseau composé des 8 essais réalisés en 2020. Dans chaque essai du réseau, une parcelle a été traitée suivant les conseils dispensés en temps réel par l’outil d’aide à la décision Fongi Blé (P18). Le modèle OAD Fongi Blé vise à orienter le choix de l’agriculteur vers le programme fongicide optimal en tenant compte des risques de développement du complexe des maladies dans la parcelle. Il a pour objectif de maximiser le rendement net obtenu.

Les résultats en rendements brut et net pour l’ensemble du réseau sont présentés dans la Figure 5.195.19 ci-dessous. Les programmes fongicides ont apporté un gain de rendement brut moyen compris entre 347 kg/ha pour le moins bon (P6) et 586 kg/ha pour le meilleur (P18). Ces gains de rendement sont particulièrement faibles et tirés à la baisse par les 4 essais qui ont fort souffert de la sécheresse. Les programmes ont été classés par ordre de gain de rendement net.

Bien que les programmes conseillés par l’OAD Fongi Blé doivent idéalement être efficaces contre l’ensemble des maladies, l’OAD indique, en plus du type de schéma de traitement, les maladies auxquelles une attention particulière doit être donnée (Tableau 5.12). Sur 8 essais, le modèle a conseillé dans 3 situations de réaliser un traitement unique au stade 39 principalement orienté contre la septoriose. Dans 3 autres essais, le modèle a prédit des risques importants de rouille brune nécessitant un programme de type 32//55. Dans 2 derniers essais, un programme 32//55 orienté contre la septoriose et la rouille brune a été conseillé. En moyenne, 1.6 traitements à dose « pleine » a donc été effectué dans les parcelles OAD Fongi Blé (P18).

Tableau 5.12 – Détails des programmes conseillés par l’OAD Fongi Blé dans les différents essais du réseau.

Site	Variété	Schéma de traitement conseillé	Maladies à cibler particulièrement	Programme OAD Fongi Blé (P18)
Thy-le-Château	Kws Smart	39	Septoriose	Librax + Cosavet 3kg (39)
	Bergamo	39	Septoriose et rouille brune	Velogy Era (39)
Lonzée	Imperator	39	Septoriose	Librax + Cosavet 3kg (39)
	Gleam	32//55	Rouille brune	Simveris 1L + Cosavet 3kg (32) // Velogy Era 1L (55)
Waremme	Gleam	32//55	Rouille brune	Simveris 1L + Cosavet 3kg (32) // Velogy Era 1L (55)
	Johnson	32//55	Rouille brune	Simveris 1L + Cosavet 3kg (32) // Velogy Era 1L (55)
Ath	Gleam	32//55	Septoriose et rouille brune	Kestrel 1.25L + Cosavet 3kg (32) // Librax 1.5L (55)
Melles	Bergamo	32//55	Septoriose et rouille brune	Kestrel 1.25L + Cosavet 3kg (32) // Librax 1.5L (55)

En rendement net, c’est le programme en 1 passage Velogy Era au stade 39 (P4) qui obtient le meilleur résultat : 300 kg de mieux qu’avec la modalité conseil Fongi Blé (P18). Toutefois, en termes de rendement brut, la modalité P18 obtient en moyenne le meilleur résultat parmi l’ensemble des programmes. Il est donc fort probable que sans la sécheresse importante du

printemps 2020, la modalité conseil OAD (P18) aurait abouti à un bien meilleur rendement net comme le confirme les résultats obtenus dans les essais les plus touchés par la maladie (Figure 5.19).

Il est important de signaler que cette dernière saison, la plupart des programmes fongicides testés dans le réseau ont abouti en moyenne à une perte économique et cela malgré l'utilisation de variétés relativement sensibles aux maladies.

En résumé

Le conseil OAD Fongi Blé a permis d'optimiser le rendement net dans les essais qui n'ont pas trop souffert de la sécheresse.

L'OAD Fongi Blé a de plus permis de réduire la quantité de fongicides appliquée et de limiter le nombre moyen de passages du pulvérisateur à 1.6 passage par essai.

En cas d'année sèche telle que 2020, le conseil reste difficile, par manque de fiabilité des prévisions météorologiques à long terme.

La validation du modèle OAD Fongi va être poursuivie pour la saison 2021. Par la suite le modèle sera vraisemblablement disponible sur la plateforme AGROMET.

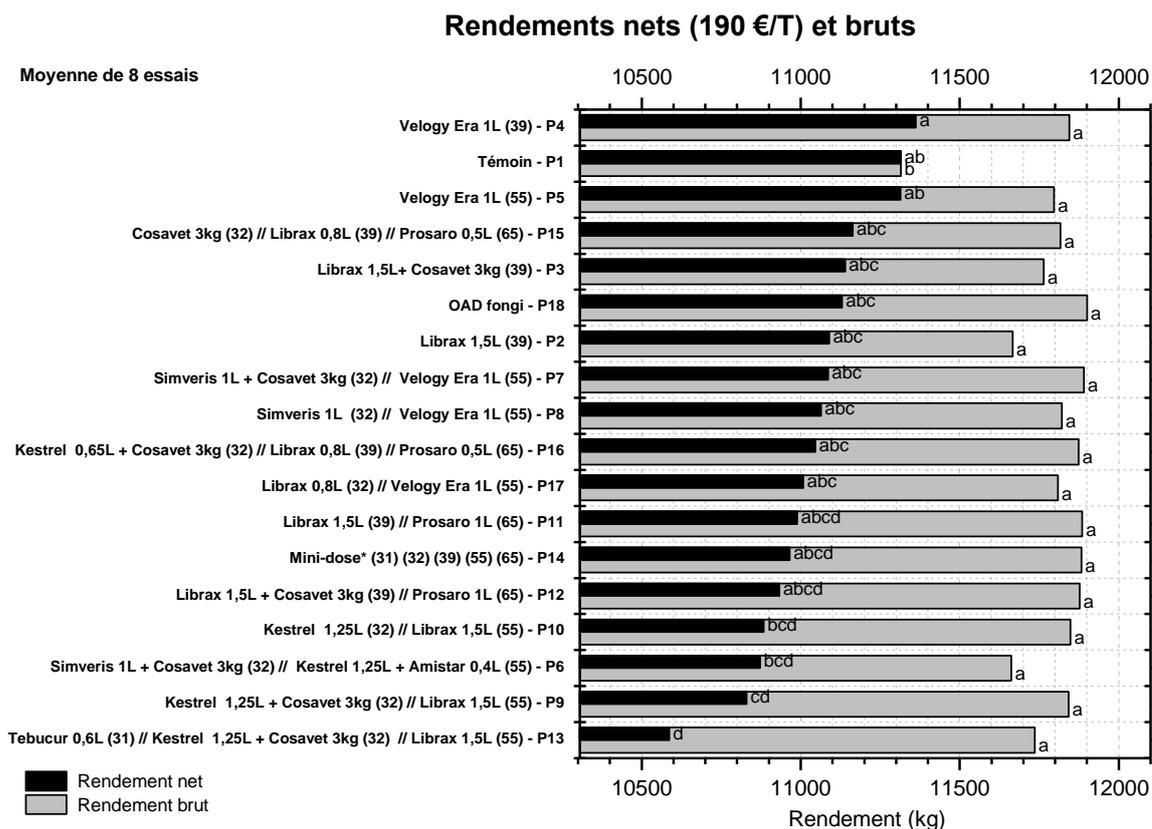


Figure 5.19 – Comparaison des moyennes des rendements brut et net obtenus dans 8 essais menés en Wallonie lors de la saison 2019-20. *Mini-dose : voir P14 dans le tableau 5.11. Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative. (Anova, y ~ traitement + essai + traitement*essai ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

1.7 Recommandations pratiques en protection du froment

Les froments sont susceptibles d'être attaqués par des maladies cryptogamiques au niveau des racines (piétin-échaudage), des tiges (piétin-verse), des feuilles (rouilles, septoriose, oïdium) et des épis (septoriose, fusarioses). Elles peuvent diminuer la récolte, soit de manière directe par la destruction des organes, soit de manière indirecte comme le piétin-verse qui affaiblit les tiges et favorise la verse. Certaines maladies provoquent également une diminution de la qualité sanitaire de la récolte, comme les fusarioses qui produisent des mycotoxines pouvant se retrouver sur les grains.

Chaque maladie possède un cycle biologique propre. C'est pourquoi l'importance relative des différentes maladies est fortement dépendante du contexte agro-climatique. La gestion phytosanitaire des froments peut difficilement se baser sur les seuls conseils généraux tels que ceux diffusés hebdomadairement par le CePiCOP. **L'agriculteur devra toujours utiliser ceux-ci en fonction des conditions phytotechniques de sa parcelle ainsi que de ses propres évaluations sanitaires.**

1.7.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants

Beaucoup de pathogènes peuvent être détectés dans une culture de froment, mais tous n'ont pas la même importance. L'évaluation sanitaire d'un champ ne sera vraiment pertinente que si elle est interprétée de manière critique :

- certaines maladies comme le piétin-verse, la septoriose, l'oïdium sont communément détectables dans les champs de froment. Ce sont la fréquence des plantes infectées (piétin-verse) et/ou la hauteur des lésions dans le couvert végétal (septoriose, oïdium) qui indiquent les risques encourus par la culture ;
- d'autres maladies doivent par contre inciter à la vigilance dès leur détection. C'est principalement le cas des rouilles ;
- enfin, pour des maladies telles que le piétin-échaudage et les fusarioses sur épis, il est trop tard pour réagir lorsque les symptômes sont observés.

Le piétin-verse

Les impacts de cette maladie sur le rendement ne sont clairement perceptibles que lorsque la maladie cause la verse de la culture, ce qui fut rarement observé ces dernières années. Les conséquences des lésions de la base de la tige qui ne causent pas la verse, sont par contre beaucoup plus sujettes à controverse.

Quel que soit le produit utilisé, le contrôle du piétin-verse est meilleur quand le traitement est réalisé tôt autour du stade épi à 1cm (31). Les traitements appliqués à ce moment-là ont une efficacité qui dépasse rarement les 50 %. Lorsqu'ils sont réalisés après le stade 2^{ème} nœud (32) leur efficacité diminue rapidement.

En Belgique, les traitements spécifiques contre le piétin-verse ne sont pas recommandés. Sauf

cas extrêmes, la lutte contre cette maladie ne doit être envisagée que comme un effet additionnel à d'éventuels traitements visant principalement les maladies foliaires. Des niveaux de 20 à 30 % de plantes touchées au stade redressement peuvent être considérés comme des seuils de risque. La charge en céréales au cours des dernières années, la phytotechnie et la connaissance du comportement de la parcelle au cours des années antérieures sont également des critères non négligeables.

Le piétin-échaudage

Le piétin-échaudage est une maladie des racines qui peut provoquer un échaudage des plantes en fin de saison. Le champignon responsable de la maladie survit dans le sol.

Les risques de développement de cette maladie sont principalement liés à la quantité d'inoculum dans le sol, donc à la charge en céréales au cours des dernières années. La mise en culture d'une jachère modifie également les équilibres biologiques en faveur du piétin-échaudage.

La lutte contre cette maladie passe d'abord par une rotation raisonnée. En cas de risque, le traitement des semences avec du *silthiopham* (Latitude Max) permet une bonne protection, même si celle-ci n'est toujours que partielle. Aucun produit n'est actuellement agréé en Belgique pour lutter contre le piétin-échaudage en cours de végétation.

La rouille jaune

La rouille jaune peut provoquer des dégâts très importants à la culture. Son développement est lié à des conditions climatiques particulières (printemps doux, couvert et humide). La rouille jaune est une maladie dont les premiers symptômes s'expriment souvent par foyers (ronds dans la culture). Ceux-ci peuvent être visibles au cours de la montaison et sont à l'origine de l'épidémie généralisée qui peut suivre. Si les conditions climatiques sont favorables, l'extension de la maladie peut être très rapide.

La résistance variétale est en général assez bonne et suffit à protéger la culture vis-à-vis de la maladie. Mais il faut être prudent : le champignon présente une grande diversité de races.

La maladie n'était habituellement pas présente chaque année. L'arrivée de la race Warrior en 2011 en Europe a cependant changé les choses. La rouille jaune sévit maintenant annuellement en Belgique depuis 2014 dans les variétés les plus sensibles. Suite à ces années à forte pression, la commercialisation de ces variétés a fortement diminué. C'est pourquoi aujourd'hui aucun traitement systématique n'est recommandé.

Il est cependant conseillé de surveiller les cultures dès la sortie de l'hiver. Au vue du changement de la race dominante de rouille jaune en fonction des conditions climatiques ou de l'apparition possible d'une nouvelle race, il est important de surveiller l'ensemble des variétés implantées. En 2019, la race de rouille jaune s'est révélée capable de contourner les résistances des variétés de froment telles que KWS Smart et Amboise considérées comme résistantes jusqu'en 2018.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Pour les variétés les plus sensibles, un traitement au stade 1^{er} nœud (stade 31) peut être nécessaire pour juguler la maladie. Pour les variétés moins sensibles, la surveillance reste nécessaire mais dans la mesure du possible, aucun traitement ne devrait être envisagé avant le stade 2^{ème} nœud (32). La plupart des triazoles (*tebuconazole*, *prothioconazole*, *mefentrifluconazole* < *metconazole*) utilisées à dose correcte sont efficaces contre la rouille jaune. L'association d'une strobilurine à un triazole permet d'obtenir une efficacité supplémentaire.

L'oïdium

Très connu parce que très visuel, l'oïdium est détecté presque chaque année. En Wallonie cependant, très rares sont les situations où la maladie s'est véritablement développée ces dernières années. La conduite correcte de la culture (fumure et densité de semis raisonnée) reste certainement un moyen prophylactique très important pour diminuer les risques de développement de cette maladie.

L'oïdium est spectaculaire et pourrait inciter à intervenir tôt avec un traitement fongicide spécifique. Cependant, la plupart du temps de telles interventions se révèlent inutiles. Par contre, un traitement peut se justifier lorsque les dernières feuilles sont contaminées. Il faut donc bien suivre l'évolution de la maladie.

Concernant l'efficacité des produits, le manque de maladie n'a pas permis d'acquérir beaucoup d'expérience propre. Il ressort cependant des quelques essais et autres constatations que les substances actives les plus efficaces sont le *cyflufenamide* \approx la *metrafenone* \geq le *fenpropidine* \approx le *fenpropimorphe*⁸ \approx la *spiroxamine*. La *pyriofenone* n'a pas encore pu être éprouvée contre l'oïdium. L'utilisation de ces substances, lorsqu'elle s'avère nécessaire, gagne à être préventive. Elles seront préférées en cas d'intervention spécifique, mais des problèmes de résistance sont possibles. Les strobilurines ne peuvent par contre plus être conseillées contre l'oïdium, ce champignon étant maintenant résistant à cette famille de fongicide.

La septoriose

A la fin de l'hiver, la septoriose est presque toujours présente sur les feuilles les plus anciennes. Ce sont les cultures bien développées avant l'hiver, c'est-à-dire semées tôt, qui sont souvent les plus affectées par la septoriose au printemps. D'une part leur développement a permis une plus longue période d'exposition aux contaminations primaires au cours de l'automne et de l'hiver et, d'autre part, la maladie a eu plus de temps pour s'y multiplier. Le développement de la maladie sur les feuilles supérieures sera d'autant plus efficace durant la montaison que l'inoculum est abondant et que les conditions climatiques sont humides. Ce n'est que lorsque la maladie parvient sur le feuillage supérieur que les dégâts peuvent être sensibles.

⁸ Produits dont l'agrégation n'est pas renouvelée (voir partie 01 page 5/77)

Les variétés présentent des sensibilités assez contrastées vis-à-vis de cette maladie, mais aucune n'est totalement résistante.

La pression de septoriose observée dans les champs doit être interprétée en fonction de la variété, du contexte cultural et des conditions climatiques. A partir du stade 2^{ème} nœud (32), une intervention peut être nécessaire sur les variétés les plus sensibles qui ont été semées tôt. Dans ce cas, un traitement relais doit être envisagé 3 à maximum 4 semaines plus tard. Lorsque la maladie est peu développée au début de la montaison ou que les conditions climatiques sont défavorables au repiquage de la maladie, le contrôle de la septoriose peut être obtenu par un seul traitement fongicide. Celui-ci est alors réalisé lorsque la dernière feuille est complètement développée (39).

Le contrôle de la septoriose repose principalement sur les triazoles, la nouvelle picolinamide (QiI) et les SDHI. Les SDHI sont cependant plus efficaces que les triazoles seuls. Ces deux types de substances actives sont très souvent associés dans un même produit pour en augmenter l'efficacité et réduire le risque de résistance. Lorsqu'un traitement au stade 2^{ème} nœud (32) est nécessaire, l'utilisation des SDHI sera préférentiellement réservée pour le second traitement. Au stade 2^{ème} nœud et jusqu'à l'épiaison, l'adjonction d'un multi-sites tel que le *folpet* ou le *soufre*, aux triazoles permet des solutions techniquement et économiquement intéressantes. En 2021, un nouveau mode d'action pour lutter contre la septoriose a fait son entrée sur le marché avec la famille des picolinamides. La substance nouvellement agréée est le *fenpicoxamid* qui est présentée dans ce Livre Blanc (voir chapitre 1.3.3. page 5/15)

La rouille brune

La rouille brune ne se développe généralement qu'à partir de la fin du mois de mai. L'inoculum est aérien et sa multiplication au niveau de la culture est parfois « explosive ». La rouille brune peut donc surprendre et causer des dégâts importants.

Les variétés présentent des sensibilités assez contrastées vis-à-vis de cette maladie, certaines sont particulièrement sensibles tandis que d'autres sont totalement résistantes. Sur les variétés sensibles, une protection fongicide doit impérativement être envisagée. Elle sera effectuée entre le stade dernière feuille complètement sortie (39) et l'épiaison (55).

Les strobilurines sont très efficaces sur rouille brune, de même que certains triazoles (*tebuconazole*, *mefentrifluconazole* et *prothioconazole*). Le mélange de ces deux familles permet des solutions très efficaces. Le *benzovindiflupyr* est actuellement le SDHI le plus efficace sur la rouille brune. En cas de traitement unique entre le stade dernière feuille et l'épiaison, le choix se portera idéalement sur un mélange de strobilurine, SDHI et triazole. La strobilurine peut être évitée si le *benzovindiflupyr* est utilisé.

Les maladies des épis

Plusieurs champignons peuvent attaquer les épis. Certains se développent lorsque les épis sont encore bien verts (septoriose, fusarioses) tandis que d'autres (les saprophytes) ne se

5. Lutte intégrée contre les maladies

manifestent que lorsque les épis approchent de la maturité. A l'exception des fusarioses, l'impact des maladies des épis est considéré comme plus faible. Leur gestion est donc englobée dans celle visant les maladies foliaires.

La fusariose des épis peut être causée par deux types de pathogènes (*Microdochium spp.* et *Fusarium spp.*) qui n'ont pas les mêmes cycles de développement. *Fusarium spp.* est producteur de mycotoxines (DON) altérant la qualité sanitaire des grains. *Microdochium spp.* n'est pas toxicogène mais, tout comme *Fusarium spp.*, il peut être responsable de pertes de rendement.

Le contrôle de la fusariose passe avant tout par des moyens prophylactiques qui sont principalement basé sur l'utilisation de variétés moins sensibles et le labour soigné si du froment est semé après une culture de maïs ou de froment (source importante de *Fusarium spp.*).

Le contrôle de la maladie au moyen de fongicides est plus efficace lorsqu'il est réalisé avant les pluies contaminatrices, du stade épi dégagé jusqu'à la floraison. Les connaissances actuelles ne permettent cependant pas de prévoir correctement les niveaux d'infection par cette maladie.

Fusarium spp. peut être contrôlé au moyen de plusieurs substances actives : *prothioconazole*, *tebuconazole* et *metconazole*. En revanche, seul le *prothioconazole* est actif sur *Microdochium spp.* Les produits à base de *prothioconazole* sont à conseiller dans les situations à risque afin de contrôler à la fois *Fusarium spp.* et *Microdochium spp.* De plus, le *prothioconazole* est efficace sur les fusarioses à partir du stade épiaison (idéalement 80% des épis dégagés) contrairement aux deux autres substances qui elles doivent être appliquées au moment de la floraison (début à mi-floraison) pour être efficaces, ce qui restreint considérablement la période de traitement possible.

L'helminthosporiose

L'helminthosporiose du blé est causée par *Pyrenophora tritici-repentis* (anamorphe *Drechslera tritici-repentis*, abrégé DTR). Excepté quelques cas ponctuels, en Belgique cette maladie n'a toujours eu qu'une très faible importance. Elle a été fréquemment détectée dans les champs ces dernières années, mais les niveaux d'attaques étaient toujours anecdotiques, bien en deçà d'un seuil pouvant causer des dégâts économiques.

La maladie se conservant sur des résidus de céréales infectés, les cultures de blé après blé combinées à l'abandon du labour créent des conditions très favorables pour la multiplication du DTR. Avec l'augmentation des surfaces cultivées de la sorte, un accroissement des situations concernées par cette maladie est à prévoir.

A l'instar de la septoriose, l'helminthosporiose se développe du bas vers le haut des plantes. Son temps de multiplication étant relativement court, il convient d'enrayer la maladie rapidement si la pression s'avère élevée. Actuellement, il semblerait que le *prothioconazole* soit la substance active qui présente la meilleure efficacité contre cette maladie.

1.7.2 Connaître les sensibilités des variétés aux différentes maladies et stratégies de protection des froments

B. Heens, G. Jacquemin, O. Mahieu et R. Blanchard

La septoriose et la rouille brune sont les maladies les plus régulièrement dommageables. De façon moins systématique, la rouille jaune peut occasionner d'importants dégâts par extension des foyers comme observées régulièrement depuis 2014. Ces trois maladies sont prises en compte dans la création des nouvelles variétés de froment dont certaines s'avèrent résistantes.

Vis-à-vis de la septoriose, aucune variété n'est totalement résistante, mais le niveau de sensibilité varie fortement de l'une à l'autre. A la rouille brune, certaines sont particulièrement sensibles tandis que d'autres sont totalement résistantes. En ce qui concerne la rouille jaune, la résistance variétale peut aussi jouer son rôle de protection de la culture. Toutefois, certaines souches contournent cette résistance et provoquent des dégâts importants ce qui confère à cette maladie un caractère imprévisible.

La synthèse des essais variétaux (CPL Végémar, CARAH, Gbx Agro Bio-Tech, CRA-W) présentée dans l'édition du Livre Blanc de septembre 2020 reprend le potentiel de rendement de chaque variété, évalué après une protection complète contre les maladies, et les niveaux de sensibilité aux maladies, évalués sur parcelle non traitée. Dans quelques essais variétaux du réseau d'essai, les pertes de rendement causées par le développement des maladies sont également mesurées. Ces pertes de rendement globalisent l'impact des maladies sans les différencier.

La septoriose est la maladie pouvant induire les pertes les plus élevées. Elle peut apparaître tôt en saison et affaiblir fortement les variétés les plus sensibles. La rouille jaune, lorsqu'elle est présente, peut également induire de sérieuses pertes sur les variétés sensibles. La rouille brune, par son développement souvent plus tardif, a généralement un impact moindre sur le rendement. Le Tableau 5.13 reprend le comportement des variétés face à la septoriose, la rouille brune et la rouille jaune ainsi que les pertes de rendement en absence de protection fongicide. Dans le cadre des avis du CePiCOP qui font état de la pression des maladies, ce tableau constitue une aide quant à la stratégie de protection à adopter. En outre, les pertes de rendement sont un bon indicateur de risques qui peut aider l'agriculteur dans le choix de son niveau de protection. Toutefois, pour les variétés testées depuis 2 ans, la résistance à certaines maladies reste à confirmer en particulier dans le cas où une grande sensibilité à une maladie a été mise en évidence.

La rouille jaune peut apparaître très tôt (voir avis CePiCOP). Pour les variétés très sensibles, des visites régulières des parcelles sont nécessaires. Un traitement spécifique contre la rouille jaune peut être nécessaire à partir du stade 1^{er} nœud. La septoriose peut également induire de sérieuses pertes de rendement. Une attention particulière sera nécessaire pour les variétés sensibles à la septoriose. Pour les variétés plus tolérantes, il peut être intéressant d'attendre le stade dernière feuille pour réaliser le premier traitement.

La connaissance du comportement des variétés vis-à-vis des maladies et l'observation des parcelles au bon moment sont deux éléments primordiaux dans le raisonnement de la protection.

Stratégies de protection des froments

Pour décider d'une stratégie de protection fongicide, il faut faire le bilan des risques sanitaires encourus par la culture et classer les pathogènes par ordre d'importance. Le nombre de traitements et leur positionnement seront fonction des pathogènes les plus importants. Si plusieurs possibilités se présentent, le choix s'orientera alors pour lutter également contre les pathogènes secondaires.

D'une manière générale, l'ensemble des maladies peut être contrôlé par une ou deux applications de fongicide. Si la rentabilité économique d'un seul traitement bien positionné est très souvent avérée, celle des doubles applications « à doses pleines » l'est moins fréquemment.

➤ *Situation où, jusqu'au stade dernière feuille, aucune maladie ne s'est développée de manière inquiétante :*

Dans ce cas un traitement complet sera réalisé au stade dernière feuille étalée. Il permettra de lutter efficacement contre les rouilles et la septoriose. Cette intervention sera la plupart du temps l'unique traitement fongicide appliqué sur la culture. Le produit ou le mélange sera choisi en fonction des sensibilités propres à la variété. La dose appliquée sera proche de la dose homologuée.

Si la pression de maladies est particulièrement faible lors du développement de la dernière feuille, ce traitement peut être reporté jusqu'à l'épiaison de manière à mieux protéger l'épi. Il convient cependant d'être prudent sur les variétés très sensibles à la rouille brune, cette maladie se développant parfois brutalement avant l'épiaison.

Un second traitement sera envisagé lors de l'épiaison uniquement en cas de risque élevé de fusariose ou d'une pression fort importante de rouille brune ou de septoriose.

➤ ***Situation où le développement d'une ou de plusieurs maladies est redouté avant le stade dernière feuille :***

Une application avant le stade dernière feuille peut être justifiée en cas de rouille jaune ou de forte pression de septoriose. Lors d'un traitement réalisé à ce stade, le choix du produit tiendra compte des éventuels risques d'oïdium ou de piétin-verse.

Contre la rouille jaune et sur variétés très sensibles, un premier traitement peut être nécessaire dès le stade 1^{er} nœud (31).

Pour la septoriose, il est souvent préférable d'attendre le stade 2^{ème} nœud avant d'intervenir. La dose de fongicide pourra être modulée en fonction de la pression de ces maladies ainsi qu'en fonction de ce que l'on prévoit comme traitement relais par la suite.

Lorsqu'une application de fongicide est effectuée avant le stade dernière feuille, un second traitement devra nécessairement être appliqué. Contre la septoriose, ce traitement relais doit idéalement être effectué 3 à maximum 4 semaines après la première application. Si la variété est sensible à la rouille brune, il est prudent de ne pas attendre trop longtemps après le stade dernière feuille. Le produit appliqué en seconde application prendra en compte l'ensemble des maladies susceptibles de se développer sur le feuillage et sur les épis. La modulation de la dose dans le cadre d'une stratégie de gestion de la septoriose ne se fera qu'en tenant compte de la sensibilité de la variété à la rouille brune.

Les avis émis par le CePiCOP sont destinés à guider les observations. Les stades de développement des cultures et la pression de maladies observées dans le réseau d'observation sont destinés à attirer l'attention sur le moment où il convient de visiter les champs ainsi que sur les symptômes auxquels il faut faire plus particulièrement attention.

5. Lutte intégrée contre les maladies

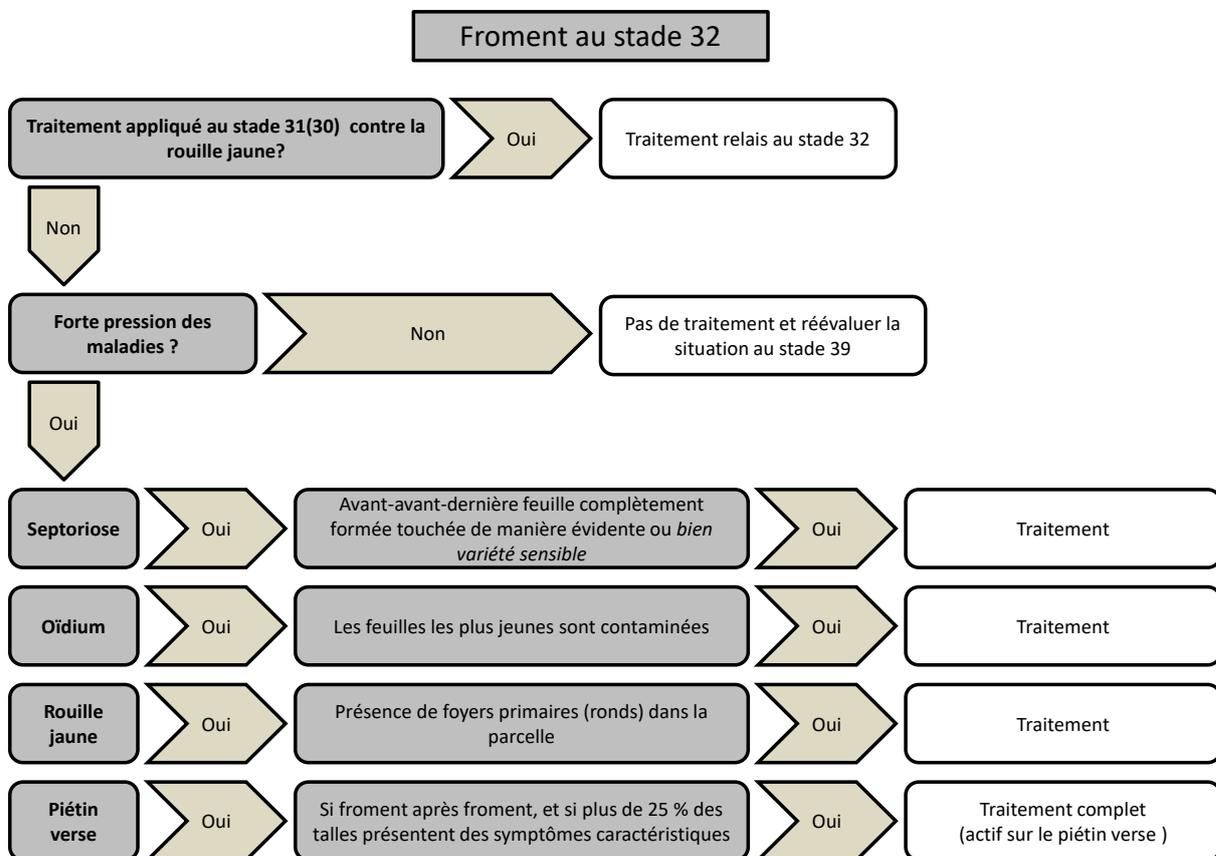
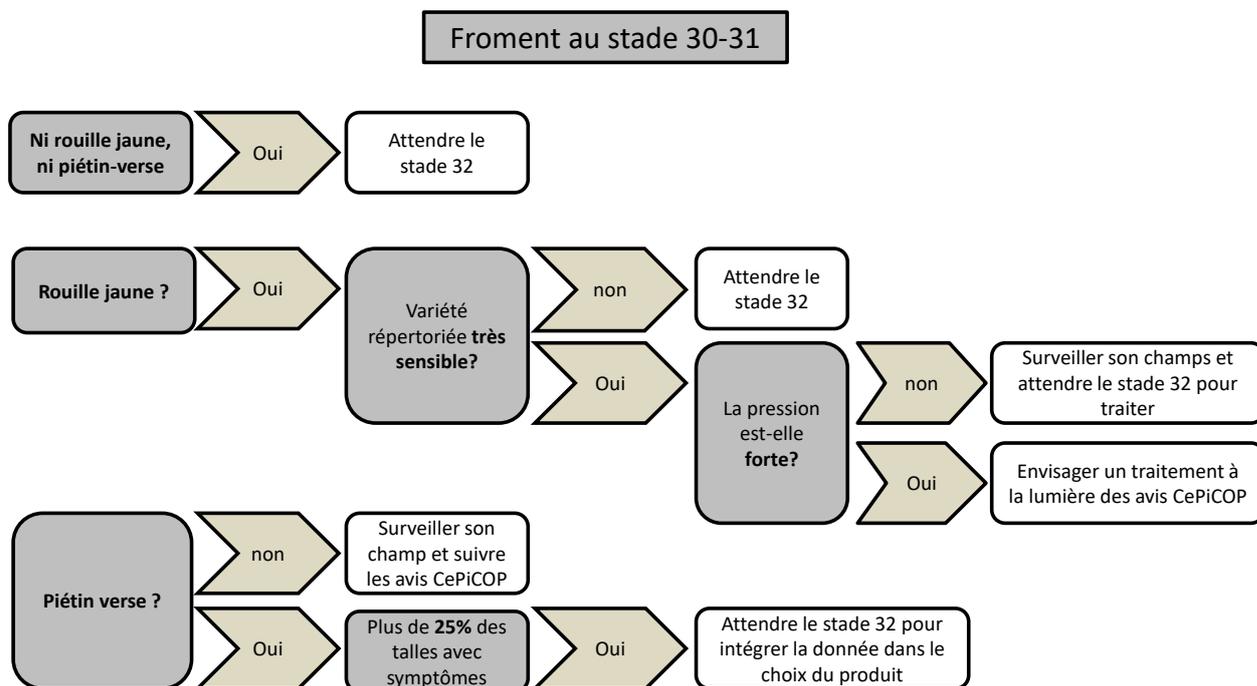
Tableau 5.13 – Sensibilité aux maladies et impact sur le rendement en absence de protection fongicide.

Variété (*)	Septoriose	Rouille brune	Rouille jaune	Fusariose de l'épi	Perte de rendement	
					en %	en quintaux/ha
Alcides (3)	++	+	++	=	11	13
Amboise (4)	+	++	-	--	11	13
Anapolis (5)	--	--	++	+	20	22
Annecy (3)	-	+	=	=	19	22
Apostel (3)	=	+	++	+	9	11
Avignon (3)	=	--	++	-	13	15
Bennington (4)	-	--	--	-	28	34
Bergamo (5)	-	-	+	=	20	22
Campesino (3)	+	++	-	=	9	11
Chevignon (4)	+	=	++	-	12	14
Childeric (4)	+	-	+	-	17	21
Crossway (3)	=	--	++	--	17	19
Cubitus (2)	+	++	++	+	13	16
Gedser (4)	=	--	=	--	24	27
Gleam (4)	-	--	=	--	18	23
Graham (5)	-	--	++	-	20	22
Henrik (4)	--	-	++	=	23	24
Hyking (h) (5)	--	-	+	--	16	18
Hypocamp (h) (3)	-	++	=	+	11	13
Imperator (4)	+	++	++	=	7	8
Informer (3)	+	-	++	-	16	20
Johnson (4)	=	-	++	-	15	18
KWS Dorset (5)	-	=	-	+	15	17
KWS Extase (3)	++	-	++	-	10	12
KWS Keitum (2)	-	-	-	+	11	16
KWS Kerrin (3)	--	=	=	--	18	23
KWS Salix (5)	+	--	+	-	18	19
KWS Smart (5)	=	+	-	+	15	16
KWS Talent (5)	=	+	-	=	20	23
LG Akkurat (2)	--	+	-	+	14	16
LG Apollo (2)	++	+	++	++	13	17
LG Initial (3)	=	--	++	=	20	24
LG Keramik (2)	++	+	++	--	4	7
LG Lunaris (2)	=	+	+	--	10	13
LG Skyscraper (3)	--	--	++	-	20	26
LG Spotlight (3)	-	-	=	-	17	21
LG Vertikal (3)	=	-	=	--	19	22
Limabel (5)	++	++	++	--	12	12
Mentor (5)	-	-	+	--	17	18
Peter (2)	=	+	+	-	10	11
Porthus (5)	+	-	+	++	18	20
Positiv (3)	+	+	++	--	7	8
Ragnar (5)	--	--	-	--	22	24
RGT Gravity (3)	--	-	+	--	15	19
RGT Producto (4)	+	+	=	-	13	14
RGT Reform (5)	-	+	=	=	15	16
RGT Sacramento (5)	-	+	=	--	13	13
Safari (5)	+	++	+	-	10	11
Sahara (4)	=	+	--	+	31	33
Solange CS (3)	+	=	++	--	11	12
Sorbet CS (4)	=	=	++	-	8	9
Soverdo CS (3)	-	--	+	+	18	20
SU Ecusson (2)	++	=	++	=	12	16
SU Trasco (4)	+	+	++	--	9	11
SY Adoration (2)	+	+	++	++	4	4
SY Insitor (2)	--	--	++	-	24	31
Triumph (4)	-	+	++	--	12	13
Winner (3)	-	=	++	--	14	16
WPB Bridge (2)	++	+	++	--	8	10
WPB Calgary (4)	=	-	++	-	12	15
WPB Durand (3)	+	+	-	+	13	15

* nombre d'années d'essai

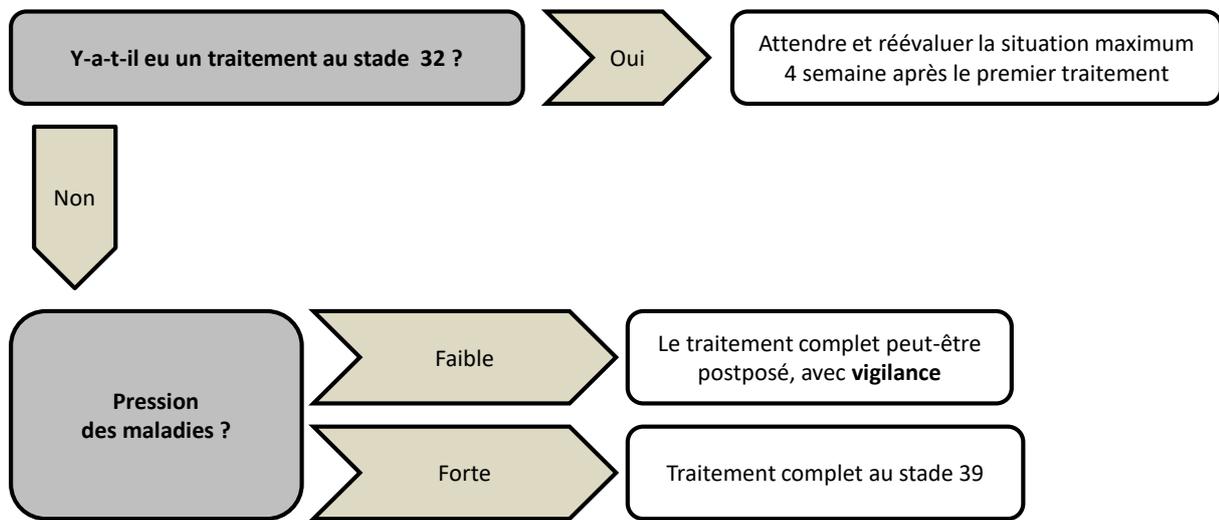
--	très sensible
-	assez sensible
=	moyennement sensible
+	peu sensible
++	résistante

Diagrammes décisionnels

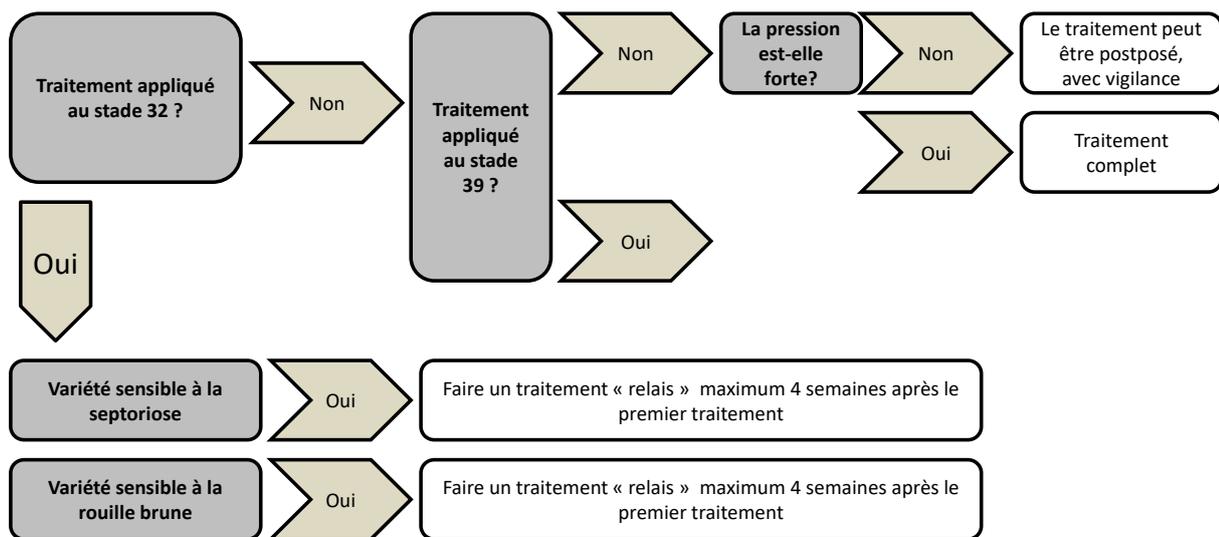


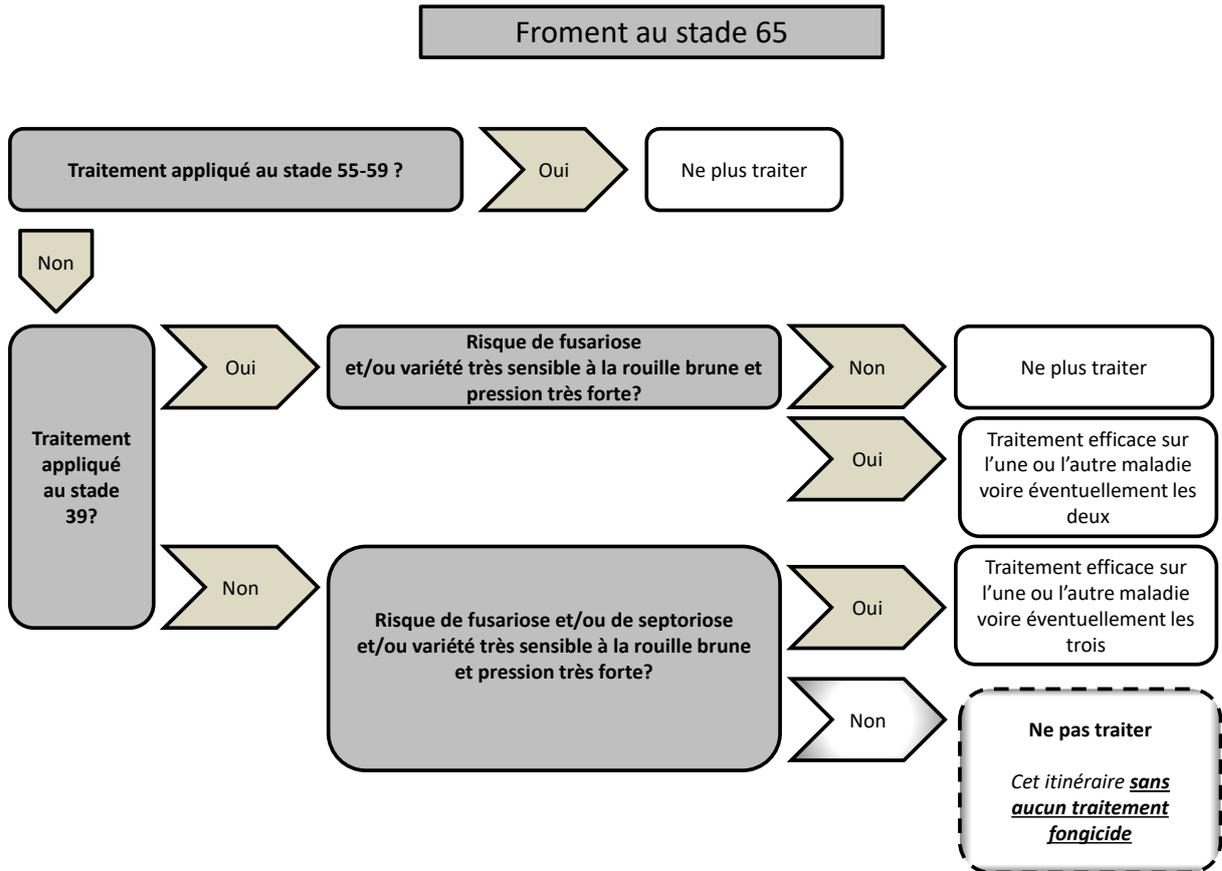
5. Lutte intégrée contre les maladies

Froment au stade 39



Froment au stade 55





Aucun traitement fongicide ? Est-ce possible ?

Aujourd'hui, la volonté Européenne, par le biais de la stratégie IPM, est la réduction d'utilisation des produits de protection des plantes. En lien avec cette dernière, le Livre Blanc propose une modalité sans aucun traitement fongicide dans ses diagrammes décisionnels (cf. diagramme froment au stade 65). Cette option est donc possible, et rentable si :

- aucun symptôme de maladies n'est observable dans la culture au stade floraison
- la variété implantée est très résistante à la rouille brune (voir Tableau 5.133 page 64)
- le prix du blé ne dépasse pas les 100 €/T

Si toutes ces conditions sont remplies, la possibilité de ne réaliser aucun traitement peut être envisagée.

2 Protection de l'escourgeon

Tout au long de ce chapitre, les stades de développement des céréales seront exprimés selon l'échelle BBCH (Zadoks), la plus couramment utilisée.

2.1 La saison culturale 2019-2020

O. Mahieu

Le début de campagne 2019-2020 a été difficile dès le semis.

A l'automne, les pluies continues n'ont laissé que peu de fenêtres pour semer les céréales. Une bonne partie de l'escourgeon a été implantée environ 15 jours plus tard que les années précédentes. Cet excès d'eau a pu pénaliser la levée et le développement de la culture, à fortiori en sol hydromorphe. La forte pluviométrie a également favorisé le lessivage de l'azote. Au final, les reliquats azotés étaient assez faibles au printemps. Cette période humide aura tout de même eu l'avantage d'alimenter les réserves en eau avant le printemps.

Les conditions humides de cet automne ont également favorisé le désherbage chimique : lorsqu'ils ont pu être effectués, les désherbages d'automne ont montré une bonne efficacité mais parfois aussi des phénomènes de phytotoxicité parfois assez marqués sous forme de jaunissement et de tassement des cultures.

Concernant les ravageurs, les températures douces à l'automne et en hiver ont favorisé la prolifération des pucerons, notamment en Hainaut. Les conditions climatiques leur ont permis de s'installer dans les parcelles en automne. Ils ont nécessité une à deux applications d'insecticides.

Les températures douces en janvier et février ont accéléré le développement des plantes si bien qu'à la sortie de l'hiver, les orges avaient partiellement rattrapé leur retard. Le tallage s'est néanmoins montré inférieur à la moyenne, nettement en retrait en sols hydromorphes et pour les semis plus tardifs.

A partir de début mars et jusqu'à fin avril, très peu de pluies ont été enregistrées. Le stress hydrique a été important surtout en sols superficiels, parfois compensé par de petits épisodes de pluie.

La sécheresse durant la montaison a parfois pénalisé la densité d'épis de façon variable selon le type de sol. Cette sécheresse a aussi limité l'efficacité de la seconde fraction azotée, parfois réalisée dans le sec, accentuant le stress azoté induit par la sécheresse. Le retour des pluies en mai a été plus favorable aux apports de dernière feuille.

A ceci, il faut ajouter les quelques « coups de froid » printaniers qui ont pu provoquer des problèmes de stérilité d'épis sur orge d'hiver.

Heureusement, les bons rayonnements durant la montaison et le remplissage, ainsi que le retour de quelques pluies en mai-juin ont permis de compenser le manque d'épis et de fertilité

des épis.

Par la suite, les conditions de remplissage ont été favorables, avec à la clé de bons poids de mille grains.

En 2020, la pression en maladies a été particulièrement limitée. Au début du printemps, quelques maladies étaient présentes dans les parcelles, mais, du fait de la sécheresse qui a suivi, une bonne partie des maladies a été stoppée ou ralentie. En orge d'hiver, l'helminthosporiose, la rhynchosporiose et la ramulariose ont brillé par leur quasi absence dans les essais. Par contre, la rouille naine est restée bien présente sur l'ensemble de la Wallonie durant toute la saison.

Au final, les rendements affichent de grandes disparités selon les conditions pédo-climatiques. En effet, les sols plus superficiels, très impactés par le stress hydrique, accusent parfois de grosses pertes de rendement. C'est également parfois le cas pour les sols hydromorphes, saturés en eau durant l'hiver. Généralement, les meilleurs rendements ont été enregistrés dans les limons profonds à bon drainage.

2.2 Quel schéma de traitement adopter en fonction de la pression en maladies et de la variété emblavée ?

O. Mahieu, R. Meurs et R. Meza

2.2.1 Objectifs

Les essais variétaux implantés dans le réseau wallon d'essais et présentés lors du Livre Blanc de septembre 2020 avaient pour but d'évaluer 27 variétés. Dans ce réseau, trois essais comparant différents niveaux de protection ont été implantés à Ath (CARAH), Gembloux (CRA-W) et Lonzée (Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège).

Pour une analyse pluriannuelle, seules 13 variétés emblavées en commun pendant au moins 3 ans ont été retenues de façon à déterminer le niveau de protection le plus adapté à chacune d'entre elles (Tableau 5.144).

Tableau 5.14 – Niveaux de protection testés dans les essais variétaux wallons d'escourgeon de 2018 à 2020.
h = variété hybride.

Niveau de protection	Stade 31	Stade 39	Liste des variétés
Non traité			Hedwig, Jettoo (h), KWS Orbit, KWS Tonic, LG Veronika, LG Zappa, LG Zebra, Quadriga, Rafaela, Smooth (h), Tektoo (h), Verity, Wootan (h)
Un traitement		x	
Deux traitements	x	x	

Sur base de ces chiffres, il est possible de vérifier si, économiquement, un traitement de montaison se justifiait pour chacune des variétés testées.

2.2.2 Résultats

La Figure 5.20 – Gain de rendement moyen pondéré par l’année, exprimé en kg/ha, généré par un traitement de montaison, pour les 13 variétés présentes dans le réseau d’essais wallons pendant 3 ans, de 2018 à 2020. Les droites matérialisent le gain de rendement (429 et 333 kg/ha) en-dessous duquel un traitement de montaison n’est pas rentable, en fonction du prix de vente de l’escourgeon en €/T, fixé à 140 et à 180 €/T. reprend les gains de rendement moyens exprimés en kg/ha, générés par un traitement de montaison, pour les 13 variétés présentes dans le réseau d’essais variétaux wallons durant ces 3 dernières années. Les droites matérialisent le gain de rendement en-dessous duquel un traitement de montaison n’est pas rentable, suivant le prix de vente de l’escourgeon en €/T, qui a été fixé dans cette étude à deux niveaux : 140 et 180 €/T.

Selon le Tableau 5.1515, en considérant en 2020 un prix de vente de **140 €/T**, le traitement de montaison était valorisé pour un gain de rendement se situant entre 393 et 464 kg/ha en fonction du coût du traitement. En retenant la valeur de 429 kg/ha qui correspond au coût du traitement de montaison fixé à 60 €/ha, **toutes les variétés** valorisaient déjà le traitement de montaison. (Figure 5.20).

Tableau 5.15 – Coût du traitement de montaison exprimé en kg/ha d’escourgeon en fonction du coût du traitement en €/ha (passage compris) et en fonction du prix de vente de l’escourgeon en €/T.

		Prix de l'escourgeon					
		190€/T	180€/T	170€/T	160€/T	150€/T	140€/T
Prix du fongicide + passage	55€/ha	289	306	324	344	367	393
	60€/ha	316	333	353	375	400	429
	65€/ha	342	361	382	406	433	464

En considérant un prix de vente hypothétique à **180 €/T**, le traitement de montaison était valorisé pour un gain de rendement se situant entre 306 et 361 kg/ha en fonction du coût du traitement (Figure 5.2020) et **toutes les variétés** valorisaient à fortiori aussi le traitement de montaison.

Dans les conditions de pression en maladies observées durant ces 3 dernières années dans le réseau d’essais variétaux wallon, 100 % des variétés testées depuis 3 ans valorisaient donc le traitement de montaison, avec un prix de l’orge respectivement à 140 ou 180 €/T. Cela peut s’expliquer par le fait que la rouille naine, particulièrement présente à la montaison durant ces 3 dernières années, a pu impacter le rendement par les dommages qu’elle occasionne sur le feuillage, mais aussi indirectement, par le bris de tige dont elle peut être une des causes, en l’absence de protection durant la montaison.

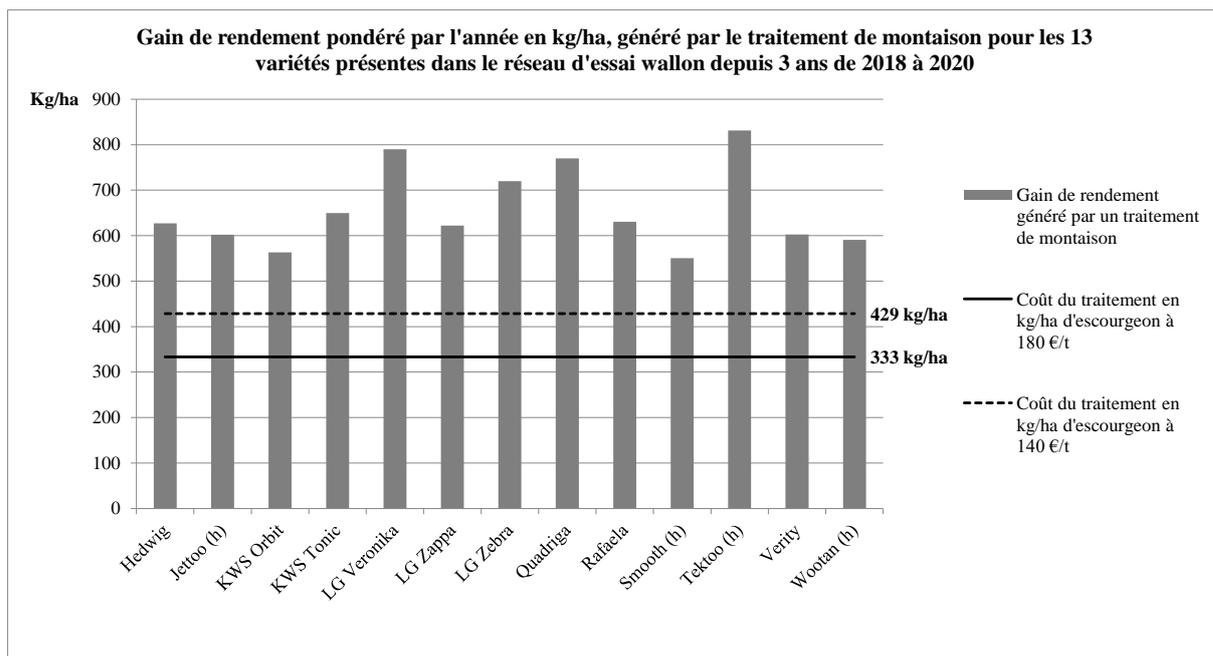


Figure 5.20 – Gain de rendement moyen pondéré par l'année, exprimé en kg/ha, généré par un traitement de montaison, pour les 13 variétés présentes dans le réseau d'essais wallons pendant 3 ans, de 2018 à 2020. Les droites matérialisent le gain de rendement (429 et 333 kg/ha) en-dessous duquel un traitement de montaison n'est pas rentable, en fonction du prix de vente de l'escourgeon en €/T, fixé à 140 et à 180 €/T.

2.2.3 Conclusions :

Alors que le traitement fongicide de dernière feuille est le plus souvent indispensable, il est parfois possible de faire l'économie du traitement de montaison.

Ce choix doit toutefois bien se raisonner, sur base de :

- **la résistance variétale aux maladies et aux accidents culturaux (Tableau 5.20) ;**
- **la pression en maladies observée au moment de la montaison ;**
- **la date de semis et de la densité de semis : plus l'orge a été semé tôt et dense et plus la pression en maladies peut être forte.**

5. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 5.16 – Comportements face aux maladies dans le réseau d’essais variétaux en Wallonie (moyennes pondérées des notations sur 6 années d’essais). Tableau issu du Livre Blanc de septembre 2020 : « caractéristiques culturales des variétés d’escourgeon testées ».

Variétés	Helmintho- -sporiose		Rhyncho- -sporiose		Oïdium		Rouille naine		Tolérance Virus JNO	Tolérance Virus MVO de type 1 et 2
	1= très sensible, 9= très résistant								S = sensible	
Coccinel	8,3	**	7,8	**	7,8	!	6,9	**	Tolérant	S
Creative	7,8	!	8,7	!	4,8	!	6,0	**	S	S
Esprit	7,7	!	8,0	!	8,7	!	5,8	*	S	S
Hedwig	7,8	**	8,1	***	7,8	**	6,9	***	S	Tolérant
Jakubus	8,7	!	9,0	!	8,0	!	5,4	**	S	S
Jettoo (h)	7,7	***	8,5	***	7,6	**	7,9	***	S	S
KWS Faro	8,3	***	8,3	**	6,0	!	6,1	**	S	S
KWS Joyau	8,6	!	8,0	!	5,4	!	7,6	*	Tolérant	S
KWS Orbit	7,7	***	7,3	**	7,4	*	5,2	***	S	S
KWS Tonic	7,0	**	7,0	***	7,0	**	4,4	***	S	S
KWS Wallace	7,2	!	-	-	7,8	!	5,2	!	S	S
KWS William	8,0	*	8,2	*	7,3	!	5,4	**	S	S
LG Veronika	8,1	*	7,7	***	8,1	**	7,8	***	S	S
LG Zappa	8,3	*	8,8	**	7,8	!	6,6	***	S	Tolérant
LG Zebra	5,9	*	6,6	**	8,7	!	7,7	***	Tolérant	S
LG Zodiac	8,4	!	9,0	!	7,0	!	4,2	**	Tolérant	S
Melia	8,0	***	8,7	!	-	-	6,7	!	S	S
Paradies	7,7	*	8,8	**	7,5	!	6,9	**	Tolérant	S
Perroella	8,3	***	9,0	!	8,0	!	5,5	*	Tolérant	S
Quadriga	7,4	***	8,1	***	7,2	**	5,6	***	S	S
Rafaela	8,3	!	6,2	***	6,4	**	5,1	***	Tolérant	S
Sensation	8,8	!	8,7	!	8,8	!	6,6	*	Tolérant	Tolérant
Smooth (h)	7,7	!	8,2	***	6,9	**	6,5	***	S	S
SU Jule	7,9	!	7,0	**	7,8	*	7,0	***	S	S
SU Laurielle	9,0	!	9,0	!	-	-	7,0	**	S	Tolérant
SY Baracooda (h)	7,4	!	8,5	*	8,9	!	5,9	**	S	S
SY Dakoota (h)	7,5	!	9,0	*	8,3	!	6,6	**	S	S
SY Galileo (h)	7,7	!	8,7	*	8,8	!	7,4	**	S	S
SY Kingsbarn (h)	6,9	!	9,0	*	8,2	!	6,5	**	S	S
SY Kingston (h)	6,7	!	8,3	!	7,0	!	6,8	*	S	S
Tektoo (h)	7,1	!	8,4	***	8,3	**	6,6	***	S	S
Toreroo (h)	8,2	!	8,3	*	8,4	!	7,6	**	S	S
Verity	7,4	!	6,8	***	6,6	**	6,4	***	S	S
Wootan (h)	7,8	!	8,6	***	7,3	**	6,3	***	S	S

(h) = hybride

! = trois situations ou moins

* = plus de 3 situations

** = plus de 5 situations

*** = plus de 10 situations

2.3 Retrait des agréments de substances actives en 2020

C. Bataille

Les produits de protection des plantes (PPP) sont constitués d'une ou de plusieurs substances actives. Ces dernières définissent le spectre d'efficacité de chaque produit. Avant de pouvoir être présente au sein des produits formulés, chaque substance active doit être homologuée au niveau des autorités européennes. De plus amples détails sur cette procédure et son déroulement se trouvent au paragraphe 1.2.1 de la partie « protection du froment ».

2.3.1 Rappels :

Dernière année d'utilisation du *fenpropimorphe*

L'utilisation des produits contenant cette molécule est encore autorisée jusqu'au 31/10/2021. En escourgeon, seul le Corbel est donc encore autorisé à être utilisé cette année.

Fin d'agrément du *chlorothalonil*

Comme annoncé dans le Livre Blanc de février 2020, il n'est désormais plus possible d'utiliser les produits à base de *chlorothalonil* sur les cultures. Les produits suivants ne doivent donc plus se trouver dans les stocks de produits phytosanitaires et doivent être évacués via AgriRecover (<https://agrirecover.eu/be-fr>):

Tableau 5.17 – Produits contenant du *chlorothalonil*.

Produits de Protection des Plantes (PPP) retirés suite au retrait du <i>chlorothalonil</i>			
Abringo	Bravo	Perseo	Taloline
Amistar opti	Divexo	Pugil	
Balear	Life Scientific Chlorothalonil	Spirodor	
Barclay Chloroflash	Olympus	Septonil	

2.3.2 Fin d'agrément du *mancozèbe*

Le 20 décembre 2020, la Commission Européenne a décidé de ne pas renouveler l'agrément du *mancozèbe*. La molécule sera donc déchuée de son autorisation de mise sur le marché à partir du 4 juillet 2021. La commercialisation par le détenteur d'autorisation, la mise sur le marché et le stockage par les tiers sont autorisés jusqu'au 04/07/2021. **L'utilisation est autorisée jusqu'au 04/01/2022.** Bien que dans le Livre Blanc de février 2020, une certaine efficacité de ce produit face à la ramulariose avait été présentée, il faudra se passer également de cette solution dans les années à venir pour lutter contre ce pathogène de fin de saison. Les produits en escourgeon impactés par cette décision sont repris dans le Tableau 5.18 ci-

5. Lutte intégrée contre les maladies

dessous.

Tableau 5.18 – Produits agréés en escourgeon et contenant du *mancozèbe*.

Produits de Protection des Plantes (PPP) retirés suite au retrait du <i>mancozèbe</i>			
Agro-Mancozeb 80WP	Indofil M-45	Penncozeb WG	Tridex WG
Avtar 75WG	Mancoplus 75WG	Prozeb	Tridex WP
Dequiman MZ WG	Manfil 75WG	Prozeb Extra 75WG	Trimanoc WG
Dequiman MZ WP	Mastana SC	Prozeb WG	
Dithane WG	Penncozeb	Spoutnik	

Bien évidemment, cette décision est tout autant valable pour les produits agréés sur d'autres cultures que l'escourgeon comme les pommes de terre par exemple.

2.3.3 Fin d'agrèation du *thiophanate-méthyl*

Le 16 octobre 2020, la Commission Européenne a décidé de ne pas renouveler l'autorisation de mise sur le marché du *thiophanate-méthyl*. Les produits concernés par ce retrait sont : Fanatyl Inter thiofanaat, Topsin M 500 SC et Topsin M 70 WG. La commercialisation par le détenteur d'autorisation est autorisée jusqu'au 19/02/2021. La mise sur le marché et le stockage par les tiers sont autorisés jusqu'au 19/05/2021. L'utilisation est autorisée jusqu'au 19/10/2021.

2.3.4 Fin d'agrèation de deux triazoles : le *cyproconazole* et l'*epoxiconazole*

Depuis 2014, les dossiers d'homologation des substances actives de la famille des triazoles sont en cours de révision par les autorités européennes.

Retrait du *cyproconazole*

Son homologation prend fin le 31/05/2021. Les produits phytopharmaceutiques suivants seront donc retirés du marché : Comrade et Mirador Extra. La commercialisation de ces produits par leur détenteur d'autorisation est permise jusqu'au 31/05/2021. Leur mise sur le marché et le stockage par les tiers est admise jusqu'au 30/11/2021. Enfin, leur utilisation est autorisée jusqu'au 30/11/2022.

Retrait de l'*epoxiconazole*

La date de retrait des autorisations de tous ces produits contenant de l'*epoxiconazole* était le 31/10/2020. Il ne sera donc déjà plus possible d'utiliser ces produits la saison prochaine sur les cultures.

Les produits suivants (Tableau 5.19) sont donc retirés du marché :

Tableau 5.19 – Produits agréés et contenant de l'*epoxiconazole*.

Produits de Protection des Plantes (PPP) retirés suite au retrait de l'<i>epoxiconazole</i>			
Adexar	Epyflax	Palazzo	Tifex
Atta-poxx 125	Flupoxar	Poksie 125	Viverda
Capalo	Granovo	Propov	Zaindu
Ceando	Lusan	Propov SC	
Cerix	Micaraz	Rubric	
Diamant	Opus Plus	Seguris	
EpoX Top	Opus Team	Spike	

Tous les bidons restant de ces produits doivent donc être évacués par l'intermédiaire d'AgriRecover (<https://agrirecover.eu/be-fr>).

2.4 Nouvelles autorisations de mise sur le marché en Belgique

Comme évoqué dans le paragraphe précédent, avant de pouvoir être présente au sein des produits formulés, chaque substance active doit être homologuée au niveau des **autorités européennes** et c'est un long parcours... De plus amples détails sur cette procédure et son déroulement se trouvent au paragraphe 1.2.1 de la partie « protection du froment ». Dans cette même partie, vous trouverez également des informations supplémentaires sur les nouveaux produits homologués qui sont évoqués ci-après.

2.4.1 L'Ascra Xpro : nouveau produit combinant 2 SDHI

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)		
				<i>bixafen</i>	<i>fluopyram</i>	<i>prothioconazole</i>
Ascra Xpro = Keynote Xpro = Veldig Xpro	F, S, T, E	30-61	1.5	65.0	65.0	130.0
	O, A	30-61	1.2	65.0	65.0	130.0

- (2) A = avoine d'hiver et de printemps ; B= Blé dur ; E = épeautre ; F = froment d'hiver et de printemps ; O = orge d'hiver et de printemps ; S = seigle d'hiver et de printemps ; T = triticale

5. Lutte intégrée contre les maladies

Seulement évoqué brièvement dans le Livre Blanc de l'année passée, il est maintenant opportun de détailler cette nouvelle spécialité mise sur le marché par la firme Bayer.

L'Ascra Xpro (aussi appelé Keynote Xpro ou Veldig Xpro) est un concentré émulsionnable (EC) composé de 65 g/L de *bixafen*, 65 g/L de *fluopyram* et de 130 g/L de *prothioconazole*. Il est similaire à un Aviator Xpro, renforcé par un SDHI supplémentaire. Ce qui représente donc 2 modes d'action différents au sein de ce même produit. Il peut être utilisé seul car il applique déjà le principe de **la diversité des modes d'action utilisé lors d'une même application** et ceci dans le but de ralentir l'apparition des résistances chez les pathogènes ciblés.

Au vu de sa composition, il est conseillé d'appliquer ce produit après le déploiement de la dernière feuille (stade 39) pour profiter de sa longue rémanence. De plus, contenant du *prothioconazole*, c'est une solution complète contre l'ensemble des maladies de l'escourgeon à ce stade de la culture.

Des résultats d'efficacité de ce produit sont présentés dans le paragraphe 2.5.2.

2.4.2 Le mefentrifluconazole (Revysol) : nouvelle substance active à la base de quatre nouveaux produits

Le *mefentrifluconazole*, dont le nom commercial est le Revysol, est une nouvelle substance active homologué depuis mars 2019 au niveau européen par la firme BASF. Cette substance active fait partie de la famille des triazoles. Les triazoles sont utilisées tout au long de la saison culturale et font partie intégrante de quasiment chaque application fongicide.

Le *mefentrifluconazole* est annoncé comme efficace contre la rouille naine, l'oïdium et la ramulariose en escourgeon. Contre cette dernière maladie il est aussi efficace, voire meilleur que le *prothioconazole*. En effet, la ramulariose devient de plus en plus résistante aux triazoles et aux SDHI. L'arrivée du *mefentrifluconazole* permet d'ajouter une nouvelle solution à laquelle le pathogène n'est pas encore résistant. Il ne possède cependant pas le niveau d'efficacité d'un *chlorothalonil* (+SDHI) contre cette dernière maladie. Le *chlorothalonil* n'étant plus disponible, le Revysol pourrait faire partie de la réponse pour lutter contre cette maladie de fin de saison. La molécule est moins efficace que le *prothioconazole* contre la rhynchosporiose mais possède tout de même une efficacité de 60 à 70 % contre ce pathogène (80 % pour le *prothioconazole*). Enfin, le *mefentrifluconazole* est un peu faible contre l'helminthosporiose en escourgeon et devra être mélangé à une autre spécialité pour compléter son efficacité. La rémanence d'action promise par la firme est de 5 à 6 semaines, soit proche des SDHI mais supérieure aux triazoles actuels.

De cette substance active découle aujourd'hui **quatre nouveaux produits** qui seront présents sur le marché belge dès cette saison : le Lenvyor, le Revystar Gold, le Revytrex et le Balaya.

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)		
				<i>mefentrifluconazole</i>	<i>fluxapyroxad</i>	<i>pyraclostrobine</i>
Lenvyor	F, O, A, T, E, B	30-69	1.5	100.0		
Revystar Gold = Verydor	F, O, S, A, T, E, B	30-69	1.5	100.0	50.0	
Revytrex	F, O, S, A, T, E, B	30-69	1.5	66.7	66.7	
Balaya	F, O, S, A, T, E, B	30-69	1.5	100.0		100.0

(2) A = avoine d'hiver et de printemps ; B= Blé dur ; E = épeautre ; F = froment d'hiver et de printemps ; O = orge d'hiver et de printemps ; S = seigle d'hiver et de printemps ; T = triticales

Le Lenvyor (ou **Revystar**) est un produit agréé en Belgique depuis le 10/06/2020. C'est un concentré émulsionnable (EC) composé uniquement de 100 g/L de *mefentrifluconazole*. Ce produit n'étant composé que d'une seule substance active (s.a.), il est primordial de le mélanger avec au moins une autre s.a. pour ralentir l'apparition de résistance chez les pathogènes ciblés. En escourgeon, le Lenvyor pourra être appliqué au stade montaison avec du Flexity (*metrafenone* 300 g/L) qui lui apportera une action anti-piétiin et anti-oïdium supplémentaire. Suivant les distributeurs, il pourra aussi être combiné avec d'autres triazoles pour le T1. Vu que ce produit est un peu faible sur rhynchosporiose et surtout sur helminthosporiose, il pourra être combiné avec du Priaxor (à raison de 1 L/ha chacun) afin de compléter son spectre d'action. Ce mélange trois voies (triazole + SDHI + strobilurine) est des plus complets sur les maladies foliaires de l'escourgeon (à n'utiliser que sur variétés sensibles à l'helminthosporiose !).

Le Revystar Gold (ou **Verydor**) est un produit agréé en Belgique depuis le 14 septembre 2020. C'est un concentré émulsionnable (EC) composé de *mefentrifluconazole* (100 g/L) et de *fluxapyroxad* (50 g/L). Ce produit étant composé d'un triazole et d'un SDHI, il est plutôt destiné à être appliqué au moment du stade dernière feuille étalée (39 BBCH) ou après. Afin de renforcer son action sur helminthosporiose, 1 L/ha de Revystar Gold pourra être combiné avec 0.5 L/ha de Mizona afin d'apporter 15 g/ha de *fluxapyroxad* en plus et surtout 100 g/ha de *pyraclostrobine* pour lutter contre l'helminthosporiose. De nouveau, ce type de mélange trois voies est à utiliser sur variété sensible à l'helminthosporiose uniquement.

Le Revytrex est un concentré émulsionnable (EC) composé, tout comme le produit précédent, de *mefentrifluconazole* et de *fluxapyroxad* mais cette fois en quantités identiques (66.7 g/L). Le Revystar Gold peut donc être appliqué en lieu et place de l'Adexar qui a perdu son agrément en 2020. Les caractéristiques de ce produit sont tout à fait similaires au

5. Lutte intégrée contre les maladies

Revystar Gold et il pourra donc être appliqué dans les mêmes conditions, en T2.

Le Balaya est un concentré émulsionnable (EC) composé de *mefentrifluconazole* (100 g/L) et de *pyraclostrobine* (100 g/L). Il est agréé sur toutes les cultures de céréales, y compris le blé dur. Ce produit étant composé d'un triazole et d'une strobilurine, il est plutôt destiné à une application en début de culture, au stade montaison, lorsqu'une forte pression en rouille naine, oïdium ou rhynchosporiose est observée.

Des résultats d'efficacité du Lenvyor et du Revytrex sont présentés dans le paragraphe suivant 2.5.1.

2.5 Efficacité des fongicides

C. Bataille, R. Meurs et O. Mahieu

2.5.1 Le Lenvyor et le Revytrex sur le banc d'essai

L'année 2020 n'a malheureusement pas été propice aux essais maladies en escourgeon. En effet, le climat sec et chaud n'a pas vraiment permis aux pathogènes de se développer et donc de fournir des résultats concluant de comparaison de traitements fongicides. C'est pourquoi c'est un essai du CRA-W de 2019 qui est présenté ci-dessous.

Contexte :

Tableau 5.20 – Paramètres cultureux de l'essai.

Carte d'identité des essais	
Localisation :	Anthée
Variété :	Meridian
Précédent :	Froment
Semis :	27/09/2018
Récolte :	08/07/2019
Rendement témoin :	8.52 T/ha
Pulv. stade 31-32 :	01/04/2019
Pulv. stade 39-49:	20/04/2019
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %) Date d'observation	11/06/2019
Rouille naine	15.2 + 17.8
Helminthosporiose	11.8 + 17.6
Ramulariose	19.5 + 29.0

Le but de cet essai était de tester les nouveautés fongicides arrivant sur le marché. Les produits de référence ici utilisés étaient le Velogy Era à 1 L/ha et le Bontima à 2 L/ha. A ces produits ont été comparés le Priaxor, le Priaxor associé au Caramba, le Lenvyor et le Revytrex. Tous ces produits ont été appliqués en traitement unique au stade dernière feuille étalée (39). Un programme fongicide à 2 applications (Ampera en montaison suivi de Velogy Era à la dernière feuille) est également présent pour évaluer l'utilité d'un T1. L'Ampera n'est cependant plus agréé en escourgeon à cause de la révision des Limites Maximales en Résidus (LMR) du *prochloraz*.

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des produits appliqués ainsi que leur composition. Leur dose et moment d'application ainsi que les mélanges utilisés sont repris dans la Figure 5.21 ci-dessous.

Produits testés :

Produit	Composition							
	<i>strobilurine</i>	<i>g/L</i>	<i>SDHI</i>	<i>g/L</i>	<i>triazole</i>	<i>g/L</i>	<i>Autre</i>	<i>g/L</i>
Ampera					tebuconazole	133	prochloraz	267
Bontima			isopyrazam	62.5			cyprodinil	187.5
Caramba					metconazole	60.0		
Lenvyor					mefentrifluconazole	100.0		
Priaxor EC	pyraclostrobine	150	fluxapyroxad	75				
Velogy Era			benzovindiflupyr	75	prothioconazole	150.0		

Résultats :

Le graphique 5.21 reprend la sévérité (% de surface de feuilles atteinte par une maladie) moyenne sur la dernière feuille (F1) et l'avant-dernière feuille (F2) pour les 3 maladies présentes lors de l'observation de cet essai le 11/06/2019.

Rouille naine : Le Lenvyor a permis de diminuer significativement la sévérité en rouille naine sur F1 et F2, mais il était significativement moins efficace que les autres modalités. Cependant le Lenvyor est ici le seul produit ne contenant qu'une seule substance active, tous les autres produits ou mélanges en contiennent au moins 2. Le résultat observé sur rouille naine est donc logique et dans l'ensemble, tous les produits s'en sortent bien même 6 semaines après traitement.

Helminthosporiose : Comme annoncé dans la présentation du produit, le *mefentrifluconazole* (Lenvyor) n'est pas très performant contre l'helminthosporiose. Son efficacité est cependant augmentée lorsque du *fluxapyroxad* lui est ajouté (Revytrex). Le Revytrex atteint une efficacité contre l'helminthosporiose dans cet essai qui n'est pas significativement différente du Velogy Era ou du Bontima. Le Priaxor, Priaxor associé au Caramba (grâce à la *pyraclostrobine* qu'ils contiennent) et le double traitement Ampera suivi du Velogy Era ont permis de diminuer le plus la sévérité de l'helminthosporiose.

Ramulariose : Le Lenvyor a montré dans cet essai de très bons résultats contre la ramulariose, similaires voire supérieurs au produit de référence Velogy Era. Le Revytrex, en toute logique, a donc aussi montré une très bonne efficacité contre la ramulariose. Le Priaxor seul, ne contenant pas de triazole s'est montré moins performant, tout comme le Bontima.

Conclusions :

Dans le contexte de l'année 2019, et suivant les résultats de l'essai présenté ci-dessus il est possible de dire que :

- Le Revytrex est un bon produit pour lutter contre la rouille naine et la ramulariose. Il ne sera cependant pas adapté, seul, à la lutte contre l'helminthosporiose.

5. Lutte intégrée contre les maladies

- Le Lenvyor est un produit qui ne contient qu'une seule substance active et qui ne doit donc jamais être appliqué seul. Il pourra très bien se combiner avec du Priaxor pour lutter contre la rouille naine, l'helminthosporiose et la ramulariose.

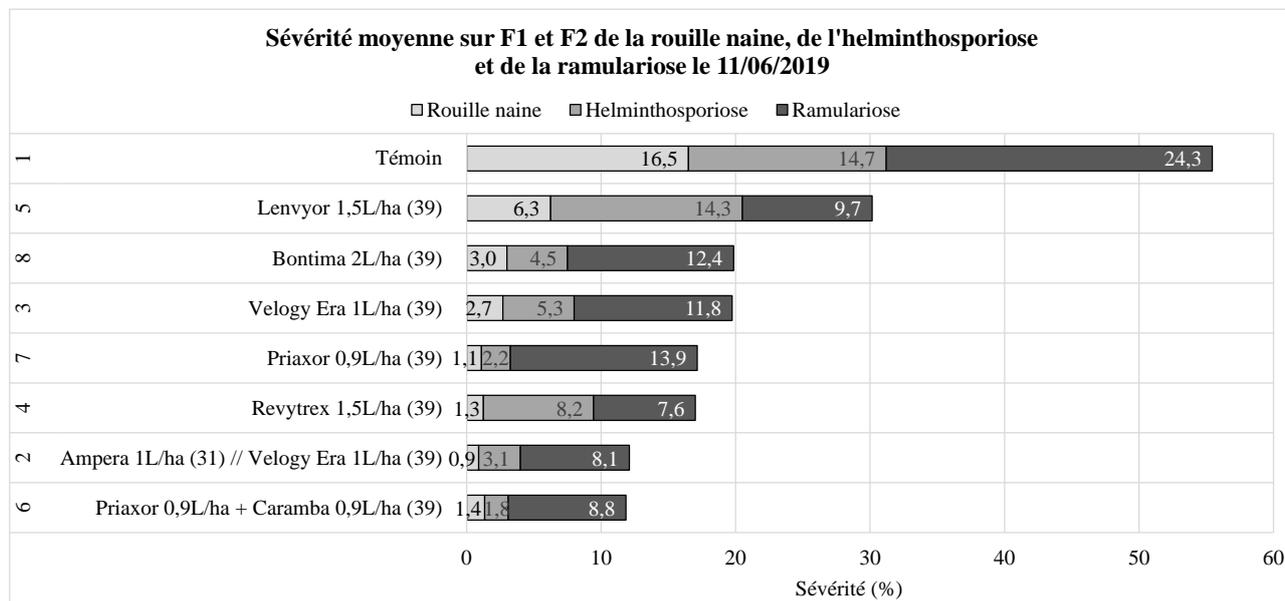


Figure 5.21 – Sévérité (%) moyenne sur F1 et F2 de la rouille naine, de l'helminthosporiose et de la ramulariose lors de l'observation du 11/06/2020.

2.5.2 Résultats du réseau d'essais fongicides en escourgeon

Efficacité des traitements dans le réseau d'essais 2020

Les résultats d'efficacité des fongicides présentés ci-dessous sont basés sur un réseau de quatre essais dont deux mis en place par le CARAH, un par le CRA-W et un par Gembloux Agro-Bio Tech. Les cartes d'identité de ces essais se trouvent ci-dessous (Tableau 5.2121).

Ce réseau de quatre essais se caractérisait par une très faible présence de maladies telles que l'helminthosporiose, la rhynchosporiose et la ramulariose. C'est la rouille naine qui a occasionné le plus de dégâts en 2020.

Le regroupement de ces essais (

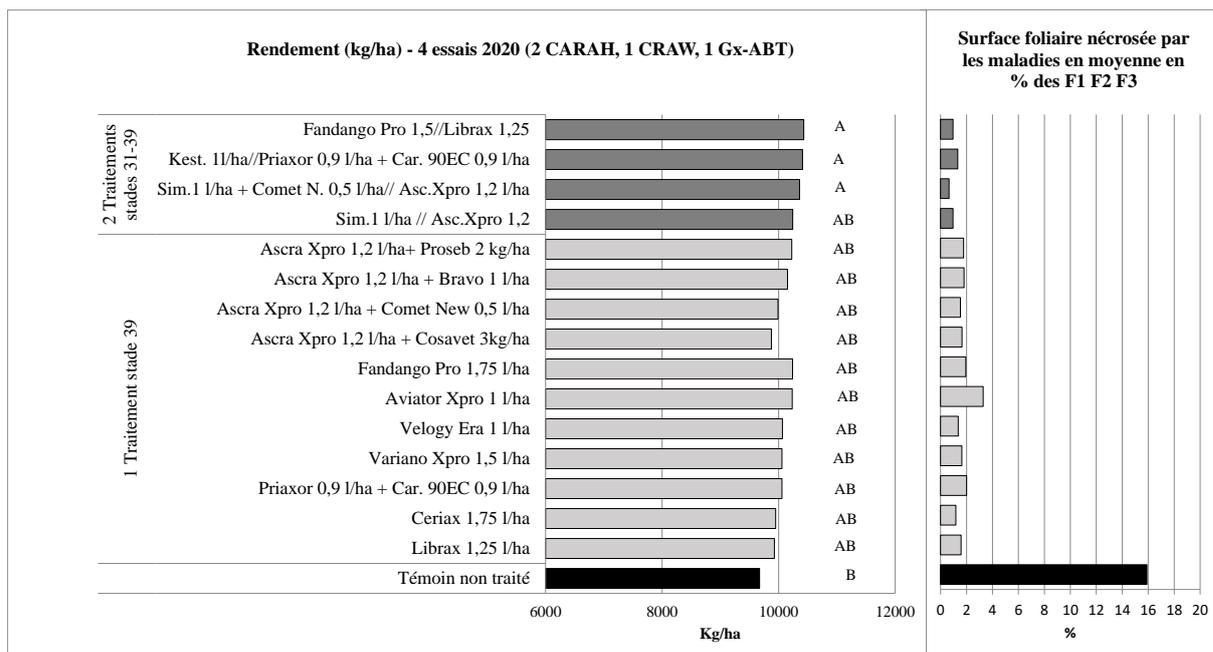


Figure 5.2425 page 82) a permis d'analyser un nombre élevé d'objets et de dégager des différences significatives entre traitements. A l'exception de certains objets maintenus à titre de comparaison, les modalités testées en 2020 n'intégraient plus ni l'*epoxiconazole*, ni le *chlorothalonil*.

Parmi les traitements uniques, l'Ascra Xpro seul ne fait pas partie du regroupement d'essais car les résultats n'étaient disponibles que dans deux des quatre essais.

Du point de vue du rendement, les traitements uniques ne se différencient statistiquement pas entre eux. Il est néanmoins possible de dégager certaines tendances. Les quatre modalités procurant le meilleur rendement sont dans l'ordre :

- Fandango Pro 1.75 L/ha
- Ascra Xpro 1.2 L/ha + Proseb Extra 75 WG 2 Kg/ha
- Aviator Xpro 1 L/ha
- Ascra Xpro 1 L/ha + Bravo 1 L/ha

Parmi celles-ci, le mélange avec Ascra Xpro 1.2 L/ha associé à Proseb Extra 75WG 2 Kg/ha se montre performant. D'autre part, à l'image des résultats d'efficacité obtenus sur maladies à Ath en 2019 (Figure 5.223) où la ramulariose était présente, le *mancozèbe* pourrait constituer une solution très temporaire (son retrait d'agrément étant programmé pour 2021- voir 2.3.2. page 73), en tant que partenaire dans la lutte contre cette maladie mais n'apportait rien de plus que le partenaire *chlorothalonil* du point de vue du rendement.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 5.21 – Paramètres culturaux des essais. SH = variété sensible à l’helminthosporiose ; SR = variété sensible à la rhynchosporiose ; SRL = variété sensible à la ramulariose ; SRn = variété sensible à la rouille naine ; STL = variété sensible taches léopard ; R = variété résistante. (1) Les sévérités présentées sont celles du 13/05/20.

Carte d’identité des essais				
	ULg Gx ABT	CARAH		CRA-W
Localisation :	Lonzée	Ath	Molenbaix	Thy-le-Château
Variété :	LG Zebra (SH, SR)	KWS Orbit (SRn SRL STL)	Creative (SRn SH)	LG Zebra (SH, SR)
Précédent :	Pomme de terre	Froment	Froment	Froment
Semis :	11/10/19	10/10/19	11/10/2019	22/09/2019
Récolte :	12/07/20	08/07/20	08/07/2020	30/06/2020
Rendement témoin :	10855 kg/ha	11658 kg/ha	9052 kg/ha	7120 kg/ha
Pulv. stade 31-32 :	10/04/20	10/04/20	14/04/20	08/04/2020
Pulv. stade 39-49:	27/04/20	24/04/20	27/04/20	24/04/2020
Pulv. stade 55	19/05/20	12/05/20	12/05/20	-*
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2+F3 %)				
<u>Date d’observation</u>	22-04-20 13-05-20 (1)	07/062020	10/06/2020	27/05/2020
Helminthosporiose	0.25 + 1.05 + 5.2	0+1+1.5	0+1+2	0.0 + 2.3
Ramulariose	0 + 0 + 0	-	-	-
Rhynchosporiose	0 + 0 + 0.5	0 + 0 + 0	0 + 0 + 0	0.0 + 2.1
Rouille naine	0.05 + 2.9 + 5.65	20+21.2+22.5	25+25+15	9.7 + 14.5
Grillures + Taches	0 + 0 + 0	0.4+0.7+1.7	-	-

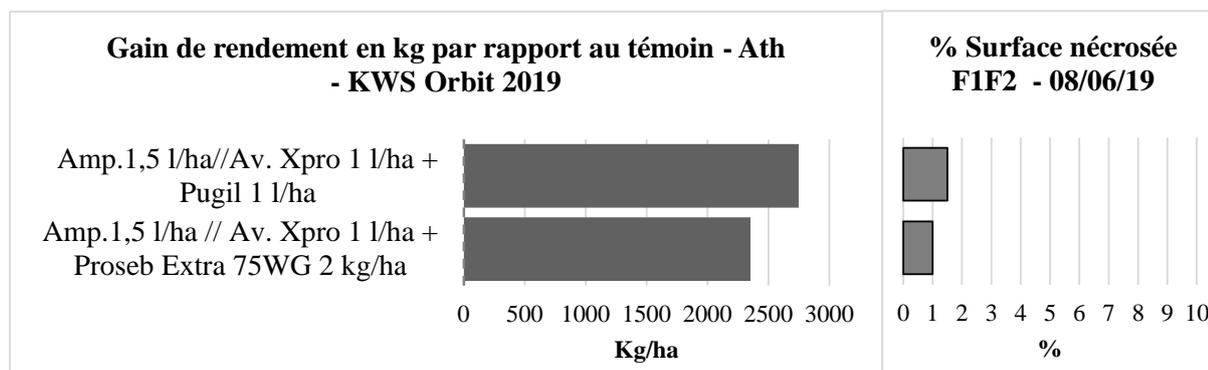


Figure 5.23 – Gain de rendement (kg/ha) et % de surface nécrosée sur 1 essai du CARAH à Ath en 2019. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Amp. = Ampera ; Av. = Aviator.

L’efficacité du partenaire *soufre* sur ramulariose, testée via le mélange Ascra Xpro 1.2 L/ha associé de Cosavet 3 Kg/ha, n’a pas pu être évaluée en l’absence de la maladie en 2020. Dans les conditions de l’année 2020, il semble que le *soufre*, utilisé comme partenaire, n’apporte rien de plus que le *chlorothalonil* ou le *mancozèbe* en termes de rendement.

Parmi les programmes à deux traitements (stades 31 et 39), trois se distinguent :

- Fandango Pro 1,5 l/ha suivi de Librax 1,25 l/ha
- Kestrel 1l/ha suivi de Priaxor 0,9 l/ha associé de Caramba 90EC 0,9 l/ha
- Simveris1 l/ha associé de Comet New 0,5 l/ha suivi d'Ascra Xpro 1,2 l/ha

Leurs résultats en rendement se distinguent statistiquement du témoin, ce qui traduit l'efficacité du T1 lorsque la rouille naine est bien présente au moment du traitement. Le gain moyen du T1 est cependant limité à environ 300 kg/ha en moyenne, ce qui paye un traitement T1 à 50-60 € pour un prix de l'escourgeon à 180 €/T.

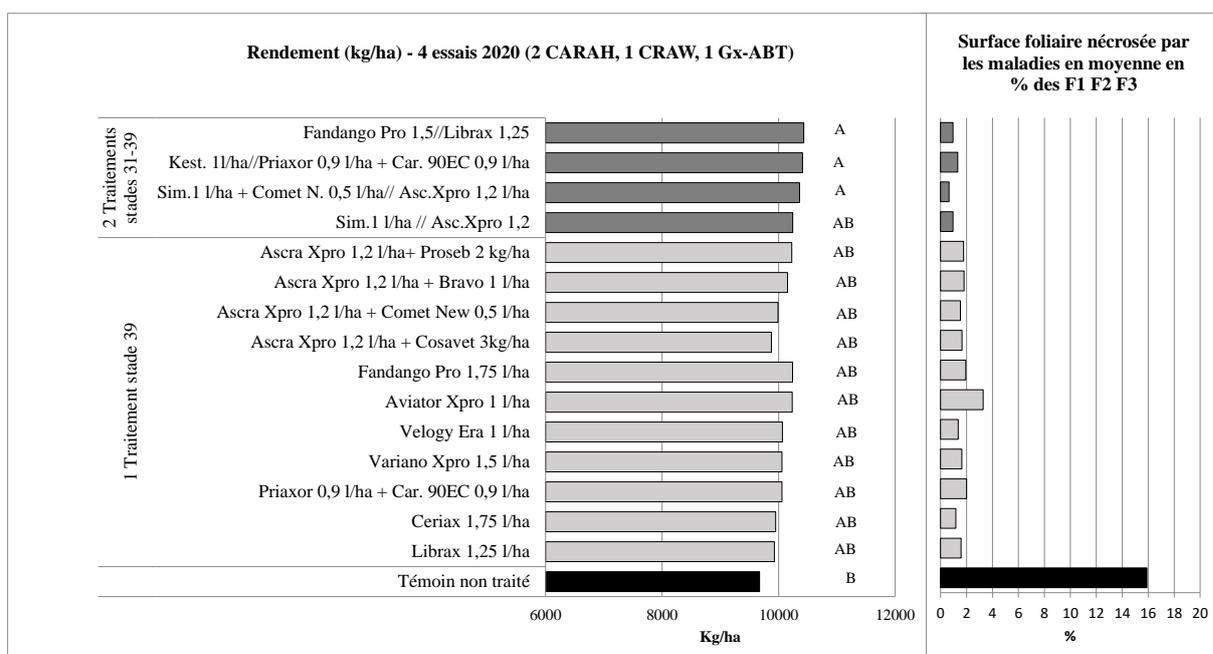


Figure 5.24 – Rendement (kg/ha) et % de surface nécrosée sur 4 essais (2 CARAH + 1 CRA-W + 1 Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège) en 2020 - ANOVA, test de N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Asc. = Ascra ; Bonti. = Bontima ; Car. = Caramba ; Comet N. = Comet New ; Kest. = Kestrel ; Sim. = Simveris. Dans le graphique des rendements, les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres en gris foncé représentent les doubles traitements et la barre noire = témoin non traité.

Efficacité des traitements dans le réseau d'essais de 2019 à 2020

Etant donné les adaptations récurrentes intervenues dans les protocoles durant ces dernières années suite aux retraits de plusieurs agrégations, les données pluriannuelles exploitables dans les essais implantés par les trois Centres (CRA-W, CARAH et Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège) sont restreintes. C'est pourquoi ce regroupement de 7 essais se limite aux années 2019 et 2020, deux années finalement assez peu impactées par les maladies du feuillage et notamment par l'helminthosporiose, la rhynchosporiose et la ramulariose.

Dans ces conditions, la moyenne de ces 7 essais sur deux années d'expérimentation (

5. Lutte intégrée contre les maladies

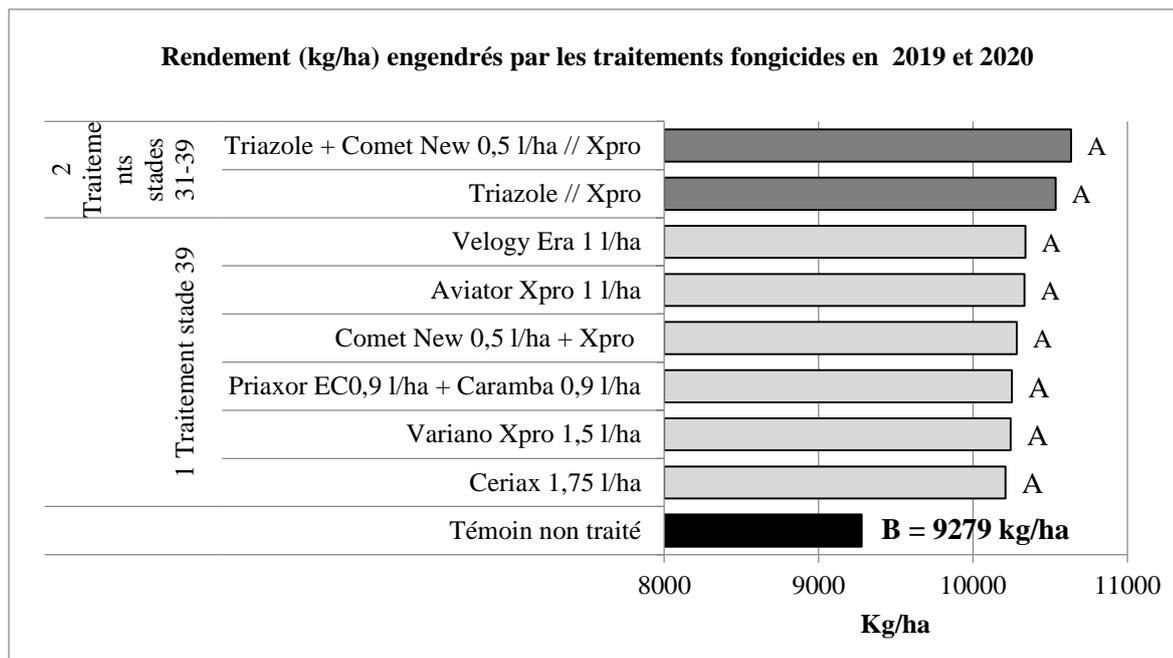


Figure 5.2526), montre que l'ensemble des modalités de traitements se retrouvent dans un groupe statistique qui ne se différencie que du témoin non traité.

De manière générale, les doubles et triples traitements donnent des rendements supérieurs aux traitements uniques mais ces différences ne sont pas significatives.

Parmi les traitements uniques au stade 39, pas de différence significative non plus. La tendance se marque en faveur du Velogy Era et de l'Aviator Xpro à 1 L/ha.

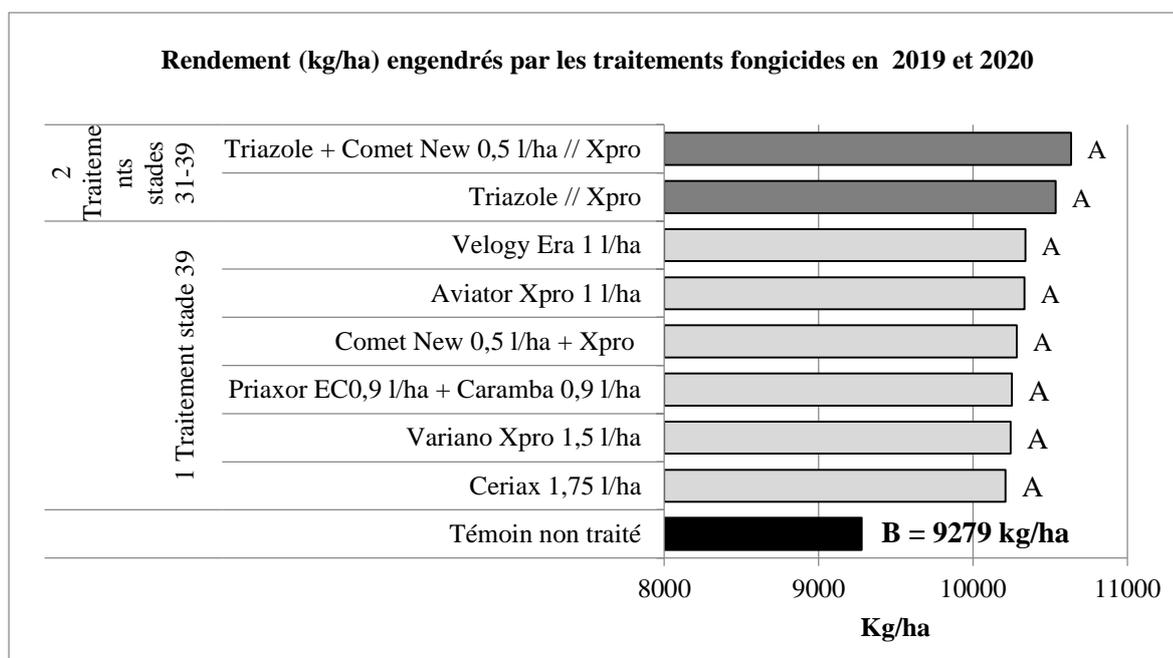


Figure 5.25 – Rendement moyen (kg/ha) par rapport au témoin non traité, de 2 années (2019 et 2020) sur 7 essais (CRA-W, CARAH et Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège). Afin de mieux comprendre le graphique : Xpro = Aviator Xpro ou Aspra Xpro à dose agréée ; 3 traitements aux stades 31-

32//39//60 dont certains à dose réduite ; Triazole = Ampera 1 L/ha ou Simveris à 1 L/ha.

Les **essais multiloaux 2019 et 2020** montrent qu'en année à faible pression de maladies, un traitement unique peut suffire à protéger la culture.

Dans ces conditions-là :

- les produits à base de SDHI et de *prothioconazole* semblent les plus performants ;
- les produits à base de SDHI et de strobilurine montrant encore une efficacité résiduelle face à l'helminthosporiose, n'ont pas pu exprimer leur efficacité des années antérieures en l'absence de cette maladie

Conclusions

Le choix du schéma de traitement fongicide appliqué en escourgeon devra être réfléchi dès le début de la culture, en fonction de la sensibilité de la variété implantée.

L'efficacité des SDHI n'est plus assurée face aux populations d'helminthosporiose résistantes. Parmi les produits à base de SDHI, les produits qui contiennent une strobilurine donnent les meilleurs résultats.

Face à ce problème, le **Fandango** composé d'un triazole et d'une strobilurine semble rejoindre le niveau des produits à base de SDHI. Il est efficace contre la rouille naine mais son efficacité reste médiocre dans la lutte contre la ramulariose.

Contre la rouille et la rhynchosporiose, l'efficacité des SDHI n'est pas remise en question.

En présence de ramulariose, le *mancozèbe* pourrait encore être une alternative très temporaire (retrait du marché de l'Union européenne prévu pour 2021) au *chlorothalonil*, que ce soit en association aux SDHI, triazoles ou strobilurines.

En ce qui concerne la **modulation de dose** : réduire la dose revient à réduire la rémanence du produit ; or en escourgeon, une longue rémanence est nécessaire pour parvenir jusqu'à la fin de la saison. La modulation de dose devra donc être bien réfléchie.

En double traitement, même si la qualité du fongicide de dernière feuille conditionne l'efficacité globale du programme, le **traitement de montaison** peut limiter la progression des maladies en assurant une efficacité même en situation difficile. Si une strobilurine est utilisée à la montaison, il est conseillé de ne pas revenir avec une strobilurine en T2 afin de réduire la pression de sélection appliquée aux molécules de cette famille. Il en va de même pour le *prothioconazole*.

L'utilisation de **deux SDHI** dans un programme est déconseillée pour éviter la propagation des résistances. De plus, elle n'apporte rien en termes d'efficacité.

2.6 Recommandations pratiques en protection de l'escourgeon

2.6.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants

La rhynchosporiose en escourgeon

La rhynchosporiose est très souvent présente sur les feuilles les plus anciennes à la sortie de l'hiver. La propagation de la maladie sur les feuilles supérieures sera d'autant plus efficace durant la montaison que l'inoculum est abondant et que les conditions climatiques sont fraîches et humides. Ce n'est que lorsque la maladie parvient sur le feuillage supérieur que les dégâts peuvent être significatifs.

Les variétés présentent des sensibilités assez contrastées vis-à-vis de cette maladie, mais aucune n'est totalement résistante.

La pression de rhynchosporiose observée dans les champs doit être interprétée principalement en fonction de la variété et des conditions climatiques. A partir du stade 1^{er} nœud, une intervention peut être nécessaire sur les variétés les plus sensibles. Dans ce cas, un traitement relais doit être envisagé 3 à maximum 4 semaines plus tard. Lorsque la maladie est peu développée au début de la montaison ou que les conditions climatiques sont défavorables au repiquage de la maladie, le contrôle de la rhynchosporiose peut être obtenu par un seul traitement fongicide. Celui-ci est alors réalisé lorsque la dernière feuille est complètement développée.

Le contrôle de la rhynchosporiose repose principalement en montaison sur le *cyprodinil* ainsi que sur des triazoles : *prothioconazole* >> autres triazoles. Avec l'arrivée des SDHI, il devient possible d'utiliser les strobilurines en montaison, tout en respectant l'alternance des produits.

Au stade 39, les associations triazole – SDHI et/ou strobilurine sont les plus efficaces.

L'helminthosporiose en escourgeon

L'helminthosporiose est une maladie favorisée par des températures plus élevées que la rhynchosporiose. Son développement sur le feuillage supérieur est de ce fait généralement plus tardif. Les variétés présentent des sensibilités assez contrastées vis-à-vis de cette maladie.

Actuellement, la lutte contre l'helminthosporiose se base principalement sur les triazoles et leur mélange avec un SDHI. Parmi les triazoles, le *prothioconazole* se démarque positivement.

Les populations d'helminthosporiose sont cependant de plus en plus résistantes aux SDHI et des pertes d'efficacité s'observent déjà au champ. C'est pourquoi, un regain d'intérêt envers les strobilurines est observé en Belgique. En effet, malgré la présence d'une proportion non négligeable de souches résistantes dans les populations d'helminthosporiose, les strobilurines, et tout particulièrement la *pyraclostrobine*, restent efficaces contre ce pathogène. Leur

5. Lutte intégrée contre les maladies

efficacité semble même dépasser celle des SDHI à l'heure actuelle. Les produits à base de triazole associé à une strobilurine doivent donc être favorisés pour lutter contre l'helminthosporiose sur les variétés uniquement sensibles à cette maladie. Pour une lutte complète contre l'ensemble des pathogènes de l'escourgeon, un mélange trois voies : SDHI + triazole + strobilurine, le tout complété par un multi-sites est conseillé mais uniquement pour les variétés très sensibles à l'helminthosporiose, en plus des autres maladies.

La rouille naine en escourgeon

La rouille naine est très fréquemment observée dans l'escourgeon. Cette maladie peut y causer des pertes de rendement sensibles, c'est pourquoi elle justifie qu'un traitement fongicide soit effectué systématiquement au stade dernière feuille, voire en cours de montaison en cas d'infection précoce. Ce sont les mélanges triazole-strobilurine et triazole-SDHI qui donnent les meilleurs résultats.

L'oïdium en escourgeon

L'oïdium est une maladie qui s'observe couramment en escourgeon et qui provoque généralement peu de dégâts. Néanmoins, en cas de forte présence durant la montaison, il peut être judicieux de tenir compte de la maladie en appliquant un T1 efficace contre celle-ci comme le *cyflufenamide*, la *metrafenone*, la *spiroxamine* ou la *pyriofenone*.

Grillures et ramulariose

Depuis le début des années 2000, des 'brunissements' se développent régulièrement et de manière très importante dans les escourgeons. Il peut s'agir de 'grillures' polliniques, de 'taches physiologiques' aussi appelées 'taches léopard' ou de ramulariose. De fait, en 2006, cette dernière maladie a été identifiée formellement pour la première fois un peu partout en Belgique, en toute fin de saison.

La ramulariose en escourgeon tend à se généraliser dans les pays voisins depuis quelques années. En Belgique aussi nous l'observons de plus en plus régulièrement. Elle forme de petites taches de 2 à 5 mm de long qui suivent les nervures et sont visibles sur les 2 faces de la feuille. Il n'est pas facile de la distinguer des grillures polliniques, si ce n'est qu'elle provoque rapidement une sénescence des feuilles. La ramulariose est toujours impressionnante visuellement et son impact sur le rendement semble varier assez fortement en fonction de la précocité de son développement. Les symptômes apparaissent généralement de manière très soudaine à un moment qui varie de l'épiaison à la maturation de la céréale.

L'utilisation des SDHI et du *prothioconazole* lors du traitement effectué à la dernière feuille permet de contrôler le développement de la ramulariose. L'efficacité et la rémanence du *prothioconazole* et des SDHI dépendront cependant de leur concentration dans la bouillie.

Cette maladie est résistante aux strobilurines.

En tant que partenaire, le *mancozèbe*, substance active multi-sites, a notamment donnée de

bons résultats en 2019 contre la ramulariose. Il ne pourra cependant plus être utilisé au-delà de la saison 2021 (voir point 2.3.2. page 73).

Le *mefentrifluconazole* (voir point 2.4.2. page 76), agréé fin juin 2020, semble posséder une efficacité intéressante notamment sur ramulariose et peut constituer une solution d'avenir dans la lutte contre cette maladie, qui ne manquera pas d'être évaluée dans le réseau d'essais.

2.6.2 Stratégies de protection des escourgeons

La volatilité des prix ne facilite pas les prises de décision en ce qui concerne la protection fongicide en escourgeon qui n'est pas cotée sur Euronext, et dont il est difficile d'estimer le prix avant la récolte.

Trois leviers agronomiques sont à actionner avant d'envisager la lutte à l'aide de produits chimiques.

Privilégier les variétés les plus résistantes (1^{er} levier)

Il est certain que l'agriculteur a toujours intérêt à privilégier les variétés les mieux classées pour la résistance aux maladies, moyen le plus simple pour augmenter ses chances de pouvoir se passer du traitement fongicide en montaison. De plus, en cas de longue période de pluie, c'est-à-dire de longue période d'impossibilité d'application du fongicide, les variétés les plus sensibles seront plus affectées par les maladies que les variétés résistantes.

Semer à une densité peu élevée (2^{ème} levier)

En générale, les semis d'escourgeon sont réalisés dans une période favorable pour travailler en de bonnes conditions de préparation du sol, la levée est souvent rapide et le tallage démarre tôt. Les essais montrent qu'une densité de semis de 170 à 200 grains/m² est largement suffisante, surtout avec les semoirs de précision.

Ne pas intensifier exagérément la fumure azotée (3^{ème} levier)

Il ne faut pas rechercher absolument les rendements les plus élevés, surtout avec les variétés les plus sensibles à la verse ou aux maladies. Viser l'optimum de fumure permet de moins stresser la céréale. L'erreur la plus fréquente en sortie d'hiver est d'apporter une fumure au tallage alors que la population des talles est déjà suffisante. Dans cette situation, l'impasse de la fumure de tallage améliore très sensiblement la résistance à la verse et diminue nettement la sensibilité aux maladies du feuillage pendant la montaison. Cette technique n'est pas envisageable dans certaines situations pédo-climatiques (sol plus froid, sol superficiel, tallage réduit) où trois apports restent indispensables.

Le traitement de montaison

Il ne faut pas traiter systématiquement à ce stade, et aller observer l'état sanitaire de la culture dans chaque parcelle. Les critères de décision sont cependant difficiles. Des maladies sont en effet presque toujours détectables en début de montaison et leur progression sur le feuillage supérieur est difficile à prédire. Suivant les maladies qui se développent en fin de saison, le fractionnement en deux de l'investissement en fongicides peut parfois conduire à des résultats en retrait par rapport aux traitements uniques.

Le traitement montaison ne doit donc être appliqué qu'en présence significative de maladies sur les trois derniers étages foliaires, et suivant les avis CePiCOP. Ce devrait être le cas pour les variétés les plus sensibles. Il faut empêcher que ces maladies ne s'installent sur les deux dernières feuilles. Si le développement de la culture est rapide durant cette période et que le délai avec un second traitement est réduit, la rémanence n'est pas primordiale. Pour alterner les substances actives, on privilégiera à ce stade un fongicide à base de triazole voire une strobilurine en mélange à un triazole. En pression faible des maladies et/ou de marché défavorable, on pourrait se contenter d'une dose réduite de fongicide à ce stade.

Le traitement fongicide de dernière feuille

Compte tenu du risque élevé de développement de rhynchosporiose, d'helminthosporiose, de ramulariose, de rouille et d'oïdium en fin de végétation, un traitement fongicide actif sur l'ensemble des maladies doit être systématiquement effectué dès que l'ensemble du feuillage est déployé.

Le traitement fongicide de « Dernière feuille » à base de strobilurine et triazole ou de SDHI et triazole (et/ou strobilurine) reste donc systématiquement conseillé. Dans les 2 cas, l'ajout d'un multi-sites est préconisé. Cette année encore le *mancozèbe* pourra être utilisé dans les escourgeons mais il faudra d'ores et déjà se pencher vers d'autres solutions d'avenir telles que le *mefentrifluconazole* (voir point 2.4.2. page 76).

L'expérimentation montre qu'il est possible de réduire les doses, notamment en traitement de montaison.