

# 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

C. Bataille<sup>1</sup>, R. Blanchard<sup>2</sup>, A. Clinckemaille<sup>1</sup>, M. Duvivier<sup>1</sup>, B. Heens<sup>3</sup>, P. Hellin<sup>1</sup>, A. Legrève<sup>4</sup>, O. Mahieu<sup>5</sup> et A. Nysten<sup>4</sup>

1	Protection du froment.....	3
1.1	La saison culturale 2017-2018.....	3
1.1.1	Développement des plantes.....	3
1.1.2	Développement des maladies .....	4
1.1.3	Impact des maladies sur le rendement .....	7
1.2	Révision des triazoles : état des dossiers et perspectives pour le futur .....	8
1.2.1	Etat des lieux .....	8
1.2.2	Résultats d'essai .....	12
1.3	Chlorothalonil : 1 <sup>er</sup> changement d'agrégation et conséquences.....	16
1.3.1	Etat des lieux .....	16
1.3.2	Par quoi remplacer le chlorothalonil en premier traitement (T1) ? .....	18
1.3.3	Le chlorothalonil au stade dernière feuille est-il pertinent ?.....	20
1.4	Réseau d'essais fongicides wallon.....	22
1.4.1	Les objectifs .....	22
1.4.2	Le protocole 2017-2018 .....	22
1.4.3	Le développement des maladies dans le réseau.....	25
1.4.4	Les rendements bruts et nets dans le réseau .....	28
1.4.5	Lutte contre la rouille brune.....	30
1.4.6	Un essai particulièrement intéressant .....	32
1.5	La résistance de <i>Zymoseptoria tritici</i> , agent de la septoriose, aux fongicides : Où en est-on ? .....	34
1.5.1	La résistance aux produits phytopharmaceutiques, une problématique sans fin	

---

<sup>1</sup> CRA-W – Dpt Sciences du Vivant – Unité Protection des Plantes et Écotoxicologie

<sup>2</sup> ULiège – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée – Production intégrée des céréales en Région Wallonne – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

<sup>3</sup> CPL Végémar – Centre Provincial Liégeois de Productions végétales et maraîchères – Province de Liège

<sup>4</sup> UCLouvain – Applied microbiology, Earth and Life Institute

<sup>5</sup> CARAH asbl – Centre Agronomique de Recherches Appliquées de la Province de Hainaut

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

.....	34
1.5.2 Pourquoi le pathogène <i>Zymoseptoria tritici</i> , responsable de la septoriose sur froment, développe-t-il si facilement des résistances aux fongicides ? .....	37
1.5.3 Quel avenir pour la lutte chimique en septoriose du point de vue des résistances ? .....	39
1.5.4 Etat des lieux de la situation wallonne ! .....	40
1.5.5 Conseils dans la lutte contre la résistance : .....	44
1.6 Recommandations pratiques en protection du froment .....	45
1.6.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants .....	45
1.6.2 Connaître les sensibilités des variétés aux différentes maladies et stratégies de protection des froments.....	49
<b>2 Protection de l'escourgeon .....</b>	<b>56</b>
2.1 La saison culturale 2017-2018 .....	56
2.2 Quel schéma de traitement adopter en fonction de la pression en maladie et de la variété emblavée ?.....	57
2.2.1 Objectifs .....	57
2.2.2 Résultats.....	57
2.2.3 Conclusions : .....	59
2.3 Révision des triazoles : conséquences et perspectives .....	60
2.3.1 Etat des lieux.....	60
2.3.2 Résultats d'essai.....	61
2.4 Efficacité des fongicides.....	64
2.6 Recommandations pratiques en protection de l'escourgeon .....	71
2.6.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants .....	71
2.6.2 Stratégies de protection des escourgeons .....	73

# 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 2017-2018**

B. Heens

### **1.1.1 Développement des plantes**

Avec une pluviométrie inférieure à la normale et des températures supérieures aux moyennes, le mois d'octobre 2017 a été particulièrement favorable à une bonne implantation des froments. Le retour d'une pluviométrie plus intense en novembre, décembre et janvier a permis de reconstituer partiellement les réserves en eau du sol, réserves largement mises à contribution après une saison 2016-2017 où le déficit de pluviométrie a dépassé les 250 mm.

Les températures normales de novembre et décembre, et supérieures aux moyennes en janvier ont permis un bon développement des froments. La croissance a ensuite été fortement freinée avec l'arrivée d'une période plus froide en février qui s'est prolongée jusqu'à la fin mars malgré un intermède printanier de quelques jours. Avec cet hiver tardif, le développement des froments accusait un retard important. 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.

En effet, il a fallu attendre le 16 avril pour observer le stade redressement, soit une semaine plus tard qu'en 2017 et 2 semaines plus tard qu'en 2014. Par la suite, d'avril à juillet, les températures ont été supérieures à la normale et les précipitations inférieures aux moyennes. Après l'hiver tardif, le printemps s'est mué en été. Au stade 2<sup>ème</sup> nœud, les froments avaient récupéré une partie de leur retard de croissance par rapport aux 4 dernières années. Le 14 mai, ils avaient atteint le stade dernière feuille comme en 2014, année précoce, et avaient dépassé les années 2015, 2016 et 2017 (Figure 5.1).

Ce développement rapide, voire trop rapide, de la végétation, combiné à un gel tardif, a certainement eu une influence négative sur la qualité des tiges (résistance à la verse) et la longueur des épis (nombre d'épillets).

Avec la chaleur et l'absence de précipitations significatives dès la mi-juin, la maturité des froments est arrivée très rapidement et les premières récoltes ont eu lieu dès la mi-juillet. Sur les 30 dernières années, c'est la moisson la plus précoce.

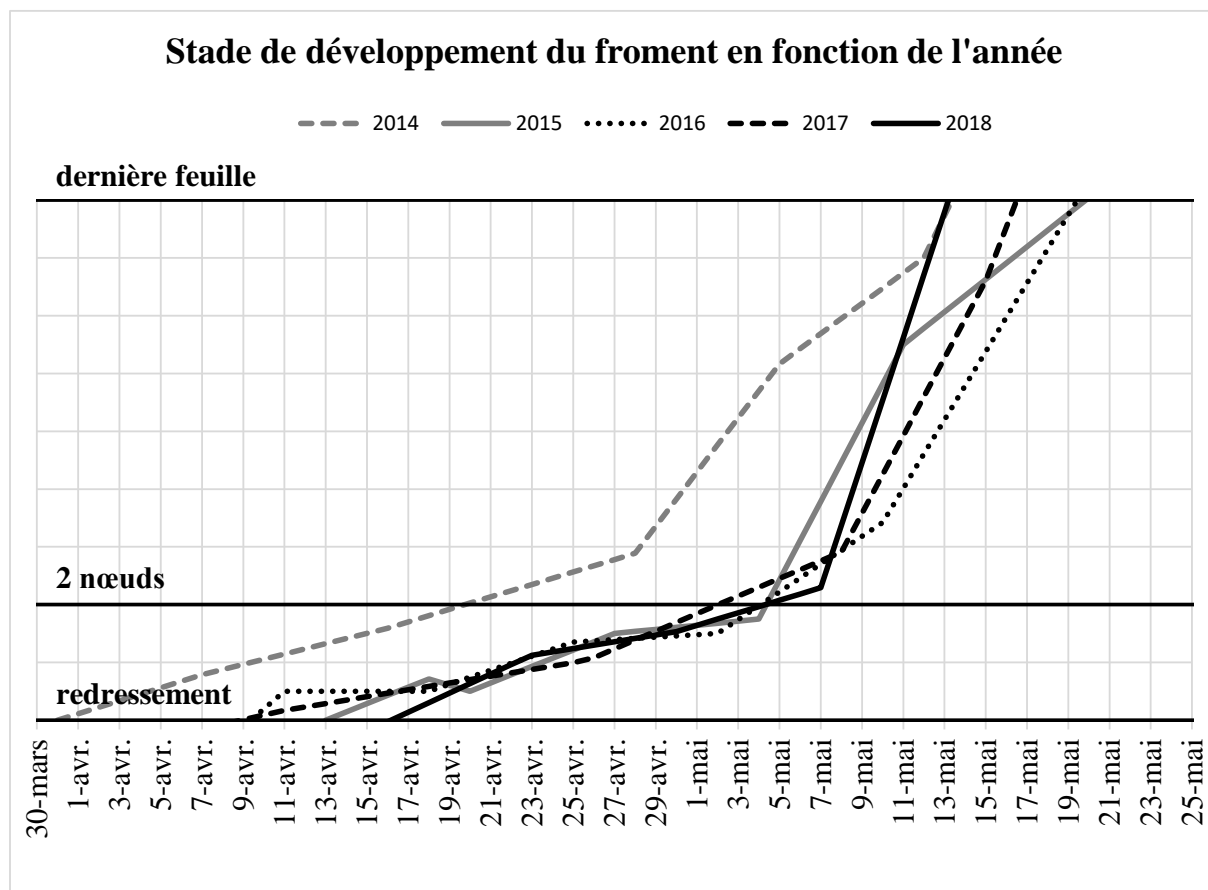


Figure 5.1 – Stade de développement moyen du froment observé dans deux sites (Condroz liégeois et Hesbaye liégeoise) de 2014 à 2018.

### 1.1.2 Développement des maladies

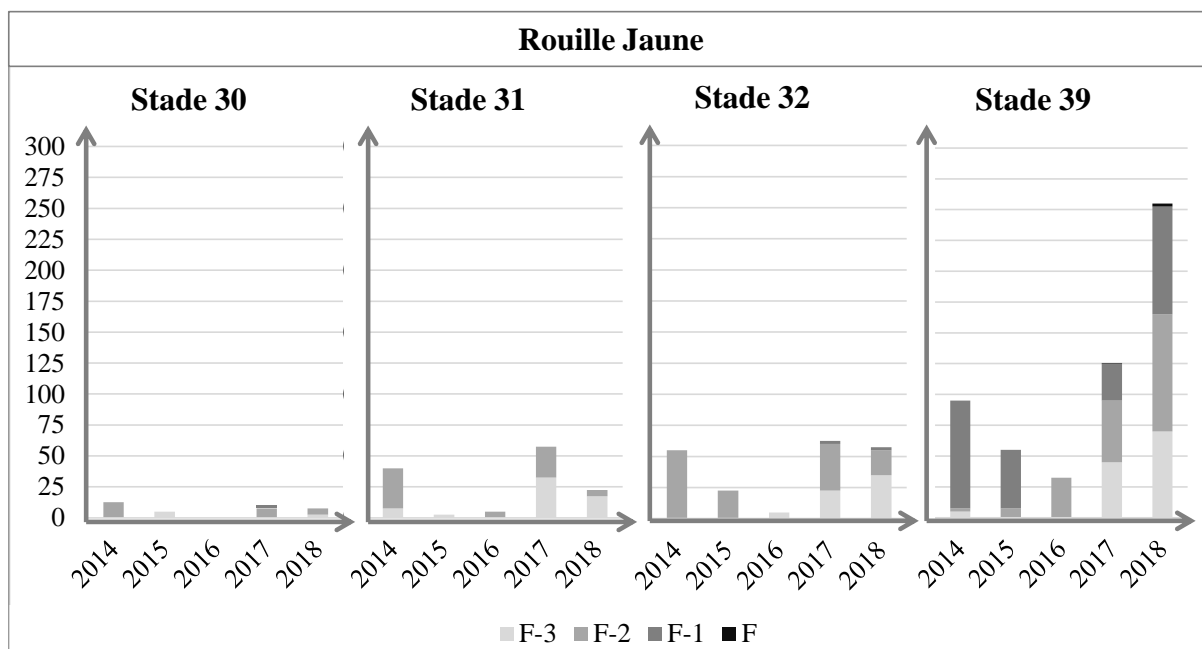
Le développement des principaux pathogènes du froment en 2018 est détaillé ci-dessous. Pour les 3 principales maladies que sont la rouille jaune, la septoriose et la rouille brune, l'évolution des symptômes observés en 2018 dans 2 sites d'observation du CADCO (Condroz liégeois et Hesbaye liégeoise) est détaillée et comparée aux 4 dernières années aux Figures 5.2, 5.3 et 5.4.

#### Rouille jaune (Figure 5.2)

Au stade redressement, la rouille jaune était présente sur variétés sensibles (Reflection, Lyrik et Homeros) comme chaque année depuis 2014, excepté 2016. À partir du stade 1<sup>er</sup> nœud, les symptômes de rouille jaune étaient présents chaque année. Au stade 2<sup>ème</sup> nœud, la pression de rouille jaune était équivalente à celle observée en 2014 et 2017 et supérieure à celle de 2015 et 2016. Au stade dernière feuille, la rouille jaune était présente sur tous les étages foliaires comme en 2017 mais avec un niveau d'infection plus élevé.

Pour la rouille jaune, la prudence est de mise quant à l'interprétation de ces observations. Chaque année depuis 2014, la rouille jaune était bien présente mais les souches de rouille prédominantes ne sont pas les mêmes. En outre, les variétés sensibles cultivées en 2014 ont été abandonnées au profit de variétés plus résistantes. Les variétés observées en 2018 (Reflection) n'étaient plus les mêmes qu'en 2014 (Homeros).

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. Dans le réseau d'essais variétaux, la variété Benchmark en est un bel exemple. En 2016, elle avait montré une très grande sensibilité à la rouille jaune alors qu'en 2017 et 2018, cette sensibilité était nettement moins marquée.



**Figure 5.2 – Evolution de la présence de symptômes de rouille jaune observée sur 2 stations d'observation des maladies du froment pour le CADCO de 2014 à 2018. Cette présence est exprimée en 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 stade observé.**

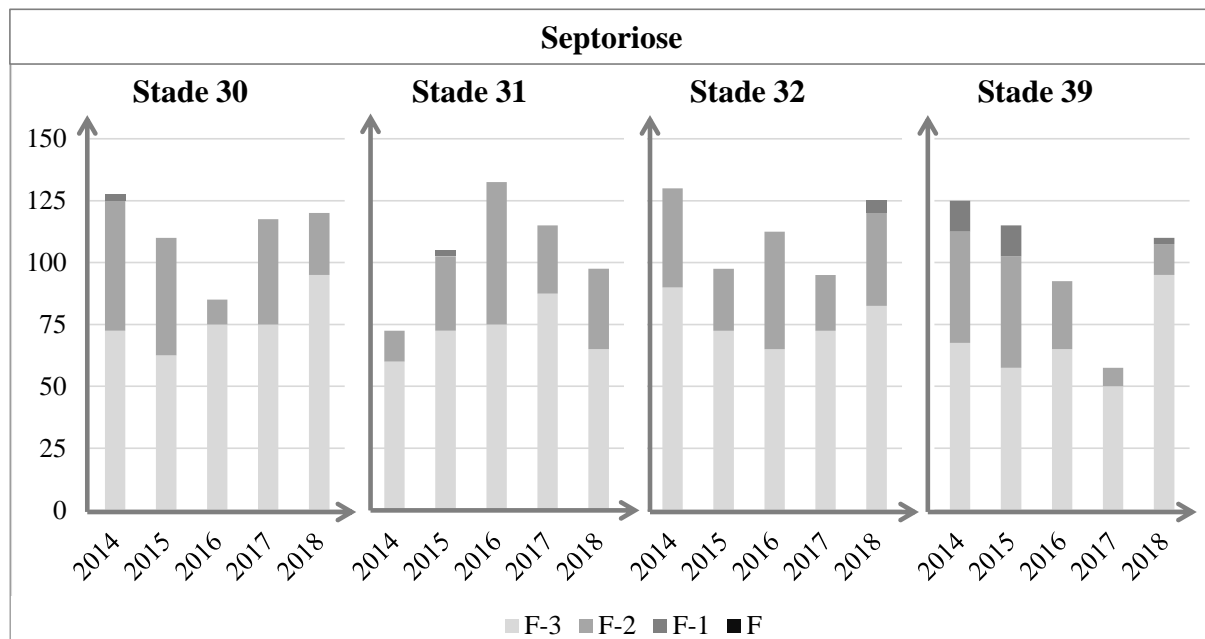
### Septoriose (Figure 5.3)

Des symptômes de septoriose étaient facilement observables sur les variétés sensibles, dès la sortie de l'hiver. Ces 5 dernières années, les niveaux d'infection observés au stade redressement sont assez comparables. Au 1<sup>er</sup> nœud, la septoriose restait présente mais en fond de végétation. La situation ne nécessitait donc pas de 1<sup>er</sup> traitement fongicide (T0).

Au stade 2<sup>ème</sup> 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 tout comme en 2014 et 2016. Dans ces conditions, un 1<sup>er</sup> 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<sup>ème</sup> nœud, le développement rapide de la végétation et le déficit de précipitations n'ont pas été favorables au développement de la septoriose vers les étages foliaires supérieurs. Fin mai - début juin, une période orageuse marquée par des précipitations localement très importantes et répétées a été à l'origine d'un développement de septoriose vers les étages foliaires supérieurs, ce qui a induit des pertes significatives de rendement en absence de traitement fongicide.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies



**Figure 5.3 – Evolution de la présence de symptômes de septoriose observée sur 2 stations d'observation des maladies du froment pour le CADCO de 2014 à 2018. Cette présence est exprimée en 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 5.4)

La rouille brune a fait son apparition sur variétés sensibles entre le stade 2<sup>ème</sup> nœud et le stade dernière feuille. La pression observée au stade dernière feuille avait atteint un niveau record comparativement aux 4 dernières années. Les conditions chaudes et sèches de cette année sont la principale cause de ce développement important de la maladie. La rouille brune est la principale cause de la perte de rendement observée en situation non traitée.

### Oïdium

Cette année, l'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

Fin mai-début juin, une période orageuse marquée par des précipitations très localement importantes et répétées a été à l'origine d'un développement de fusariose sur épis mais également sur feuilles. Ce caractère très local a fait que cette maladie a eu peu d'impact globalement sur le rendement, excepté pour les parcelles touchées par les orages.

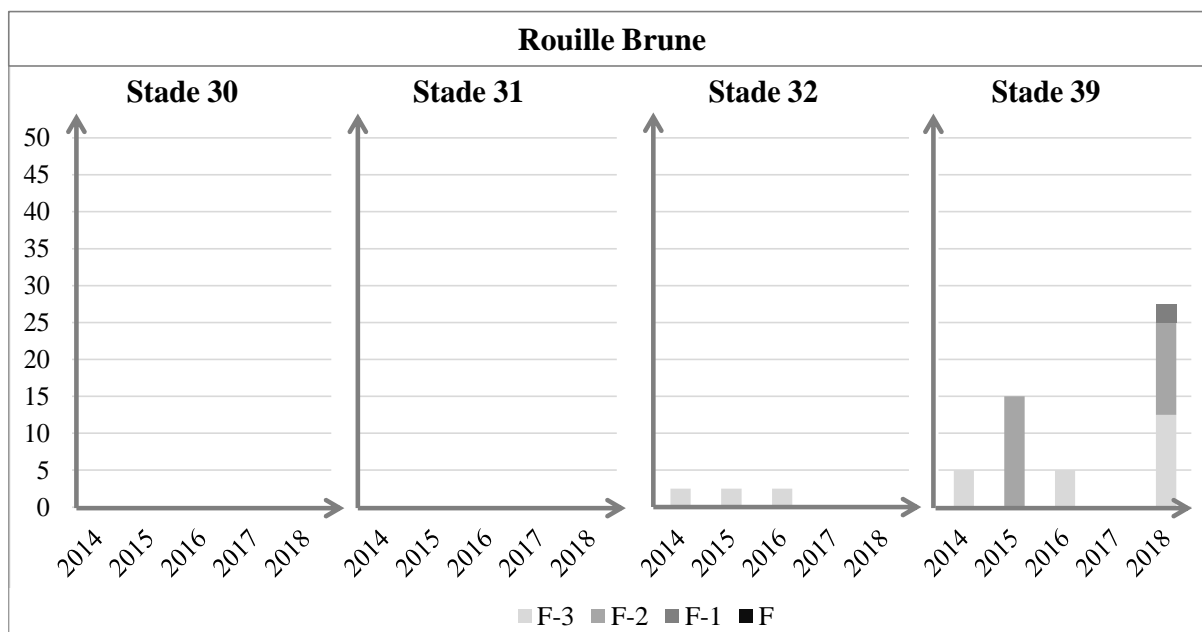


Figure 5.4 – Evolution de la présence de symptômes de rouille brune observée sur 2 stations d'observation des maladies du froment pour le CADCO de 2014 à 2018. Cette présence est exprimée en pourcentage moyen cumulé de feuilles touchées par étage foliaire en fonction du stade de développement du froment sur variétés sensibles. F=dernière feuille pointante lors de l'observation.

### 1.1.3 Impact des maladies sur le rendement

La pression en maladies a été évaluée sur 2 stations d'observation du froment pour le CADCO. Ces 2 stations (Condroz liégeois et Hesbaye liégeoise) étaient basées sur 2 sites d'essais variétaux. Il est donc aisé d'évaluer la nuisibilité des maladies sur les 5 années d'observation. Cette mesure représente la perte moyenne de rendement mesurée en l'absence de protection par rapport à une bonne protection (minimum 2 traitements fongicides à dose pleine) sur un même groupe de variétés présentes ces 5 dernières années au sein de ces essais variétaux. Les variétés présentes récurrentes sont : Anapolis, Bergamo, Edgar, Graham, Henrik, Mentor, Reflection, RGT Reform, Sahara et Triumph. En moyenne, la nuisibilité des maladies pour cette saison culturale s'élève à 30%, soit les pertes les plus élevées de ces 5 dernières années comme repris au Tableau 5.1. De manière générale, il est certain qu'une protection fongicide efficace était nécessaire pour atteindre le meilleur rendement en 2018.

Tableau 5.1 – Nuisibilité des maladies dans les essais variétaux ayant hébergé les 2 stations d'observation des maladies du froment pour le CADCO de 2014 à 2018.

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Perte de rendement	13 %	8 %	27 %	8 %	30 %

### 1.2 Révision des triazoles : état des dossiers et perspectives pour le futur

C. Bataille

#### 1.2.1 Etat des lieux

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** et c'est un long parcours qui l'attend...

Tout d'abord, l'ensemble des caractéristiques de la molécule est passé en revue sur base du dossier remis par la firme demandant son homologation. Rien n'est laissé au hasard. En effet, six pages entières énumèrent l'ensemble des 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><sup>6</sup>.

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.

#### **Quel avenir pour les triazoles ?**

La famille des inhibiteurs de déméthylation dont font partie les triazoles est la plus utilisée en céréales. Depuis 2014, les triazoles sont en cours de révision et jusqu'à présent chaque firme phytopharmaceutique concernée a décidé de défendre sa molécule auprès des autorités.

**Le propiconazole** est le premier triazole à avoir été révisé. Syngenta et Adama ont déposé un nouveau dossier en juillet 2014. Le 28 novembre 2018, la décision du **non renouvellement de la substance active** a été arrêtée par la Commission Européenne. Les raisons étant les

---

<sup>6</sup> Via ce lien : <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=FR>



suivantes :

- La molécule a tout d'abord été classée comme toxique pour la reproduction de catégorie 1B en décembre 2016 par l'ECHA (Agence européenne des produits chimiques). A cela s'ajoute une exposition humaine à cette substance active jugée comme non négligeable. Ces deux points conduisent au non-respect du critère 3.6.4. de l'Annexe II du Règlement 1107/2009<sup>7</sup> et donc à l'Article 4 de ce même Règlement.
- Trois métabolites<sup>8</sup> du propiconazole seraient fortement susceptibles d'être retrouvés dans les eaux souterraines à un taux supérieur au 0.1 µg/L autorisé. Il ne peut pas être exclu que ces métabolites possèdent les mêmes propriétés toxiques que la molécule mère. Ce qui signifie que des composés, qui pourraient avoir un effet nuisible sur la santé humaine, sont susceptibles de se retrouver dans les eaux souterraines. Ce qui conduit au non-respect de l'Article 4 point 3 (b) et (e) du Règlement 1107/2009<sup>9</sup>.
- Enfin, le propiconazole est suspecté d'être un perturbateur endocrinien (les informations présentes dans le dossier n'ont pas permis de conclure quant à cette supposition).

Tous ces éléments additionnés ont conduit au non-renouvellement de l'agrément du propiconazole. **La commercialisation des produits à base de cette substance active est autorisée jusqu'au 19 septembre 2019 et l'utilisation jusqu'au 19 mars 2020.** L'année 2019 sera donc la dernière année possible d'utilisation des produits contenant cette matière active en froment. Il s'agit des produits suivants : Alto Ultra, Apache, Armure, Barclay Bolt, Bravo Premium, Bumper 25 EC, Bumper P, Cherokee, Inovor, Propi 25 EC, Propiraz EC et Septonil. Le Stereo en escourgeon et les Difure Pro et Ranch en betteraves sont également concernés.

Les autres triazoles en cours de révision sont repris dans le Tableau 5.2 ci-dessous. Les documents intitulés AIR-3 and AIR-4 program ou programme 3 et 4 de renouvellement de l'Annexe I (faisant référence à l'Annexe I de la Directive 91/414 maintenant remplacée par le Règlement 1107/2009) détaillent les dates clés pour les différents triazoles révisés. Tous les détails des programmes 1 à 5 de renouvellement peuvent être retrouvés sur le site de <https://ec.europa.eu><sup>10</sup>.

---

<sup>7</sup> Règlement (CE) 1107/2009, Annexe II, point 3.6.4 : Une substance active (...) n'est approuvée(e) que si, (...), il/elle n'est pas – ou ne doit pas être – classé(e) toxique pour la reproduction de catégorie 1A ou 1B conformément aux dispositions du règlement (CE) no 1272/2008, à moins que l'exposition de l'homme à cette substance active (...) contenu dans un produit phytopharmaceutique ne soit négligeable dans les conditions d'utilisation réalistes proposées, (...).

<sup>8</sup> Métabolite : molécule plus petite résultant de la décomposition (métabolisation) de la molécule mère. Dans ce cas-ci la métabolisation de la molécule se passe principalement au niveau du sol.

<sup>9</sup> Règlement (CE) 1107/2009, Article 4 : Un produit phytopharmaceutique, dans des conditions d'application conformes aux bonnes pratiques phytosanitaires et dans des conditions réalistes d'utilisation, satisfait aux conditions suivantes : (b) il n'a pas d'effet nocif immédiat ou différé sur la santé humaine, (...) ou sur la santé animale, directement ou par l'intermédiaire de l'eau potable, (...); ou sur les eaux souterraines. (e) il n'a pas d'effet inacceptable sur l'environnement, (...).

<sup>10</sup> Et plus précisément :

[https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval\\_active\\_substances/approval\\_renewal\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances/approval_renewal_en)

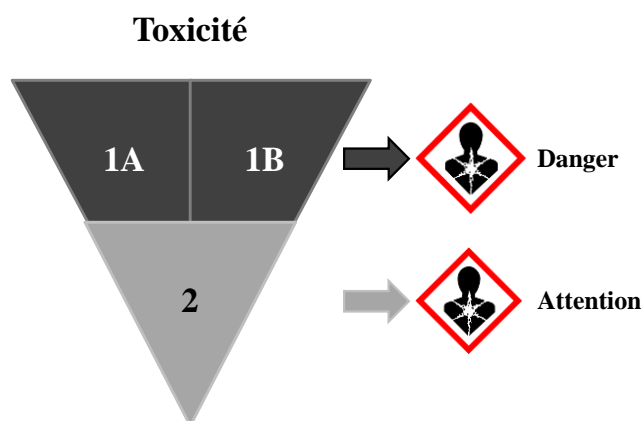
## 5. Lutte intégrée contre les maladies

**Tableau 5.2 : Calendrier des révisions d'agrément des triazoles composant les fongicides céréales. \*<sup>1</sup> 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. \*<sup>2</sup> 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* <sup>1</sup>	Statut	Remarques
<i>propiconazole</i>	<i>31/07/2014</i>	<i>31/01/2019</i>	<b>NON renouvelé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Toxique pour la reproduction catégorie 1B</i></li> <li>• <i>Exposition non négligeable</i></li> <li>• <i>Retrouvé dans les eaux souterraines</i></li> <li>• <i>Suspecté d'être perturbateur endocrinien</i></li> </ul>
metconazole	31/10/2015	30/04/2019	En cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxique pour la reproduction catégorie 2</li> </ul>
prothioconazole	31/01/2016	31/07/2019	En cours	
epoxiconazole	30/10/2016	30/04/2019	En cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxique pour la reproduction catégorie 1B</li> <li>• Cancérogène catégorie 2</li> <li>• Suspecté d'être perturbateur endocrinien</li> </ul>
tebuconazole	28/02/2017	31/08/2019	En cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxique pour la reproduction catégorie 2</li> <li>• Suspecté d'être perturbateur endocrinien</li> </ul>
cyproconazole	30/11/2018	31/05/2021		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxique pour la reproduction catégorie 1B</li> <li>• Suspecté d'être perturbateur endocrinien</li> </ul>
prochloraz* <sup>2</sup>	30/06/2021	31/12/2023		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Révision postposée de 2 ans</li> </ul>

Tous ces triazoles, sauf le prothioconazole, sont classés par l'ECHA comme toxiques pour la reproduction (selon les critères du Règlement européen 1272/2008). Ce critère de danger pour la santé humaine est divisé en 2 catégories (Figure 5.5) :

- La catégorie 1 désigne les substances dont la toxicité sur la reproduction humaine est **avérée ou présumée**. Deux sous-catégories existent : 1A et 1B. Les substances dont la toxicité est avérée et largement étayée par des études sur sujets humains sont regroupées dans la sous-catégorie 1A. La sous-catégorie 1B rassemble les molécules dont la toxicité présumée est largement appuyée par des données provenant d'études sur animaux.
- La catégorie 2 regroupe les substances **suspectées** d'être toxiques pour la reproduction. Dans ce cas, les études humaines ou animales ne sont pas suffisamment probantes pour justifier la classification de la molécule dans la catégorie 1. Ces études font cependant apparaître un effet indésirable de la substance sur la fonction sexuelle, la fertilité ou sur le développement.



**Figure 5.5 – Illustration des catégories de toxicité.**  
Ces catégories peuvent aussi s'appliquer au critère « cancérigène ».

L'epoxiconazole est également cancérigène de catégorie 2. La répartition en catégories pour les substances cancérigènes est similaire à celle utilisée pour les substances toxiques pour la reproduction. Ainsi l'epoxiconazole est suspecté d'être cancérigène mais aucune étude n'a encore été suffisamment probante pour l'avérer.

Le Règlement 1107/2009, concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, stipule que toute substance classée comme cancérigène 1A ou 1B ou toxique pour la reproduction 1A et 1B et dont l'exposition vis-à-vis des humains est non négligeable verra son autorisation non renouvelée. Il en va de même pour les substances ayant des propriétés de perturbateur endocrinien et dont l'exposition, vis-à-vis des humains, est non négligeable. Un perturbateur endocrinien<sup>11</sup> est une molécule qui mime, bloque ou modifie l'action d'une hormone et perturbe le fonctionnement normal d'un organisme. Jusqu'à très récemment, les critères scientifiques pour déterminer les propriétés d'un perturbateur endocrinien n'existaient pas dans la législation. Ce n'est que depuis le 19 avril 2018 que le Règlement 2018/605 est venu compléter le Règlement 1107/2009 afin de poser les jalons de la définition d'un perturbateur endocrinien. Ces lignes directrices sont entrées en action à partir du 20 octobre 2018. Depuis cette date, tous les dossiers en révision tiendront également compte de ces nouveaux critères. Actuellement, l'epoxiconazole, le tebuconazole et le cyproconazole sont suspectés d'être perturbateurs endocriens. Il faudra attendre la révision de leur dossier et l'application des nouveaux critères scientifiques pour savoir s'ils le sont bel et bien.

Bien d'autres critères entrent en ligne de compte lors de la réévaluation d'un dossier d'agrément. Ceux énoncés (toxicité, cancérigène, perturbateur endocrinien) ne sont que quelques-uns parmi tant d'autres évalués.

<sup>11</sup> La définition du perturbateur endocrinien de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2002) est la plus communément usitée : « Un perturbateur endocrinien est une substance ou un mélange de substances, qui altère les fonctions du système endocrinien et de ce fait induit des effets néfastes dans un organisme intact, chez sa progéniture ou au sein de (sous)- populations ».

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

**A la vue de tout ce qui a été mentionné juste avant, l'avenir de la plupart des triazoles est plus qu'incertain. Les schémas de traitement fongicide risquent donc d'être profondément modifiés dans un avenir proche.**

### 1.2.2 Résultats d'essai

Dans l'optique de relever les défis de demain, le CRA-W a mis en place un essai (Tableau 5.3) sur froment afin de tester des schémas de traitement qui pourraient être appliqués dans un moyen terme en Belgique et notamment des programmes sans aucun triazole (cas extrême). Les résultats de cet essai se trouvent ci-dessous :

#### Contexte :

Tableau 5.3 – Paramètres culturels de l'essai.

Carte d'identité des essais	
Localisation :	Wasmes AB
Variété :	KWS Ozon
Précédent :	pommes de terre
Semis :	15/10/2017
Récolte :	19/07/2018
Rendement témoin :	8.93 T/ha
Pulv. stade 32 :	27/04/2018
Pulv. stade 43 :	18/05/2018
Pulv. stade 61 :	28/05/2018
Pulv. stade 69 :	04/06/2018
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %)	
<i>Date d'observation</i>	22/06/2018
Septoriose	24.1 + 53.1
Rouille brune	37.6 + 33.8
Surface verte F3 (%)	0.5

A partir du mois de mai et jusqu'au mois de juillet 2018, le climat méditerranéen s'est invité en Belgique. Les températures chaudes et la faible quantité de pluie n'ont pas favorisé le développement de la septoriose (*Zymoseptoria tritici*). Bien que présente dès le début de la saison dans cet essai, elle a peiné à gravir les étages foliaires pour finalement atteindre la dernière feuille le 04/06/2018. La rouille brune (*Puccinia triticina*) en a profité pour prendre le dessus dès la mi-mai. C'est cette dernière qui a le plus pénalisé le rendement.

Dans cet essai, la pression en maladies est restée relativement faible dans les objets traités jusqu'à la fin du mois de juin. Plus tard, la rouille brune et la sécheresse aidant, la parcelle a très vite séché. La faible sévérité en maladies

(% surface foliaire colonisé par le pathogène) lors de l'observation du 22 juin ne permet pas de montrer de claires distinctions entre les objets traités. C'est pourquoi uniquement les résultats des produits sur l'incidence en septoriose (= % plantes infectées par la maladie) et sur les rendements brut et net seront exposés ci-dessous.

Dans cet essai, 3 types de schéma de traitement sans triazole ont été comparés. Les pulvérisations ont été réalisées aux stades :

- 2<sup>ème</sup> nœud // épiaison (32//61) ;
- gaine gonflée // floraison (43//69) ;
- 2<sup>ème</sup> nœud // gaine gonflée // floraison (32//43//69).

Deux programmes de traitement classique avec triazoles ont aussi été introduits dans le protocole comme base de comparaison.

**Produits testés :**

Produit	Composition							
	strobilurine	g/L	SDHI	g/L	triazole	g/L	Autre	g/L
Comet New	pyraclostrobine	200						
Bravo							chlorothalonil	500
Imtrex			fluxapyroxad	62				
Sportak EW							prochloraz	450
Priaxor EC	pyraclostrobine	150	fluxapyroxad	75				
Elatus Plus			benzovindiflupyr	100				
Velogy Era			benzovindiflupyr	75	prothioconazole	150		
Opus Plus					epoxiconazole	83		
Cerix	pyraclostrobine	67	fluxapyroxad	42	epoxiconazole	42		
Prosaro					prothioconazole	125		
					tebuconazole	125		

**Protocole :**

N°	stade de traitement (BBCH)							
	Stade 32	Dose	Stade 43	Dose	Stade 61	Dose	Stade 69	Dose
	27/04/2018	(L/ha)	18/05/2018	(L/ha)	28/05/2018	(L/ha)	04/06/2018	(L/ha)
1	Témoin							
2	Comet New	0.6	Imtrex	1.5			Sportak EW	1.0
	Bravo	1.0						
3	Priaxor EC	0.8			Elatus Plus	0.8		
	Bravo	1.0						
4	Sportak EW	1.0			Elatus Plus	0.8		
	Bravo	1.0						
5			Priaxor EC	1.5			Sportak EW	1.0
			Bravo	1.0				
6			Elatus Plus	0.8				
			Bravo	1.0				
7	Opus Plus	1.0			Velogy Era	1.0		
	Bravo	1.0						
8			Cerix	1.8			Prosaro	0.5
			Bravo	1.0				

**Résultats :**

*Efficacité des produits...*

Les résultats présentés ci-dessous reprennent l'incidence moyenne de la septoriose et de la rouille brune sur F1 et F2 le 22 juin 2018 en fonction des programmes de traitement appliqués mais aussi du choix des produits (Figure 5.6). Il n'y a que peu de différence statistique entre les objets, il est donc important de signaler que cet essai est présenté pour les tendances qu'il affiche mais qu'il devra être reconduit l'année prochaine pour confirmer les résultats obtenus.

A première vue, ce sont les deux schémas de référence contenant au moins un triazole qui offrent les meilleurs résultats sur les deux maladies présentes dans l'essai. En regardant de plus près, d'autres solutions sans triazole se distinguent.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

### *... contre la septoriose*

Dans cet essai, le meilleur moment pour appliquer les produits afin de lutter contre la septoriose était au stade 43 (gonflement). Ainsi, le Priaxor (objet n°5) ne contenant pas de triazole et placé à ce stade a engendré une efficacité similaire à celle du Ceriax (objet n°8) positionné au même moment. L'absence de triazole dans le Priaxor a donc pu être compensée par une dose plus élevée du SDHI (par rapport au Ceriax).

Les strobilurines, qu'elles aient été placées au stade 32 (2<sup>ème</sup> nœud) comme dans l'objet 2 ou 43 comme dans l'objet 5, n'ont été d'aucune efficacité contre la septoriose. En effet, la maladie est complètement résistante à ce mode d'action (voir section 1.5 - Résistance).

Dans un environnement sans triazole, le chlorothalonil (Bravo) peut s'avérer d'une aide non négligeable contre *Zymoseptoria tritici*. En effet, en comparant l'objet 2 et l'objet 5, le placement du Bravo au stade 43 (objet 5) engendre de meilleurs résultats sur septoriose qu'au stade 32 (objet 2). Ce produit de contact est efficace lorsqu'il est positionné préventivement et au plus proche du moment d'infection, car sa persistance sur le feuillage est dépendante de la pluviométrie. Dans le contexte de cet essai, le stade 43 était le stade idéal pour appliquer du Bravo préventivement sur F1 et F2, juste avant l'infection de la septoriose.

### *... contre la rouille brune*

Il est notoire que les triazoles sont efficaces contre la rouille brune et les résultats présentés à la Figure 5.6 en attestent (objets 7 et 8). Une autre solution existe cependant : le benzovindiflupyr (Elatus Plus : objets 3, 4 et 6). C'est un nouveau SDHI qui a la particularité d'être efficace et rémanent contre la rouille brune, au contraire des autres molécules de la même famille. Les strobilurines (objet 5) sont également capables de lutter contre cette maladie, mais elles ont cependant une faible durée d'action ( $\pm$  2 semaines).

### *Rendement brut, rendement net*

La Figure 5.7 présente les rendements bruts et nets obtenus lors de la récolte de l'essai le 20 juillet 2018. Sur ce graphique, seuls les rendements bruts des objets 3, 4, 7 et 8 sont statistiquement différents du témoin. Il n'y a donc pas de différence statistique entre les rendements nets, même avec le témoin. Ces résultats permettent néanmoins de constater que les rendements les plus élevés sont atteints dans les parcelles traitées en début de floraison (stade 61) avec les produits les plus rémanents sur rouille brune (Elatus Plus et Velogy Era) ou traitées plus tard mais avec un triazole (Prosaro au stade 69). En effet, ce sont ces objets qui ont pu garder le plus longtemps une surface verte fonctionnelle avant que la sécheresse ne provoque la sénescence prématurée de la plante.

Incidence de la septoriose et de la rouille brune en moyenne sur F1 et F2 le 22/06/2018

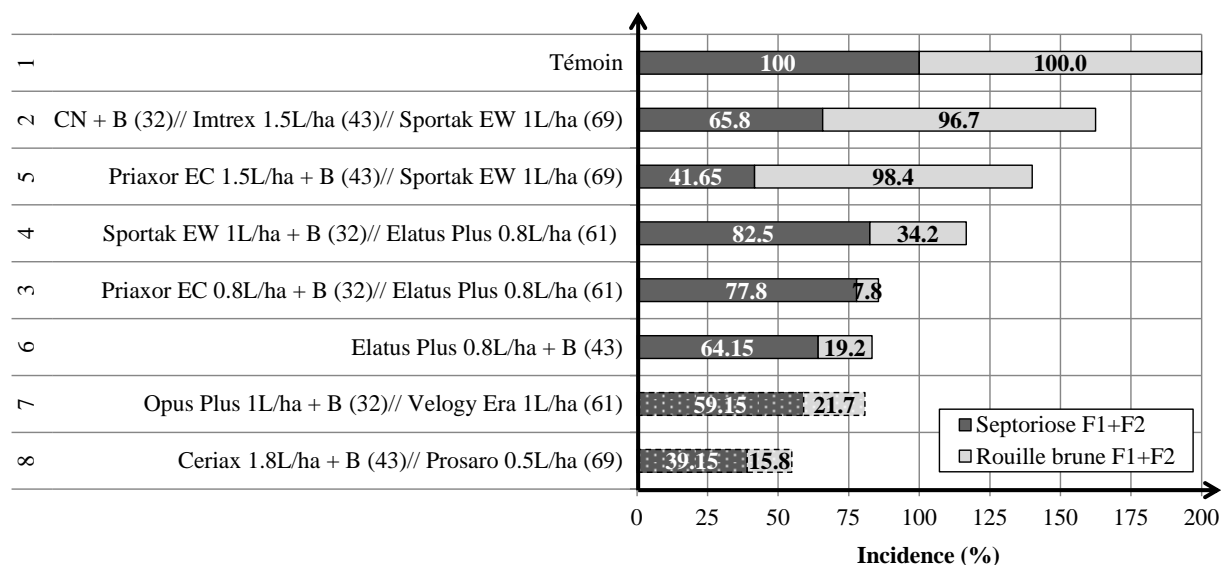


Figure 5.6 – Incidence (% de plantes atteintes par la maladie) de la septoriose et de la rouille brune en moyenne sur F1 et F2 observées lors de l'évaluation du 22 juin 2018. Les bâtonnets plus foncés représentent la septoriose et les plus clairs représentent la rouille brune. Les bâtonnets pleins sont des schémas de traitement sans triazole. Les bâtonnets contenant des points sont des schémas de traitement contenant un triazole. CN = Comet New à 0.6L/ha ; B = Bravo à 1L/ha.

Rendements brut et net du 20/07/2018

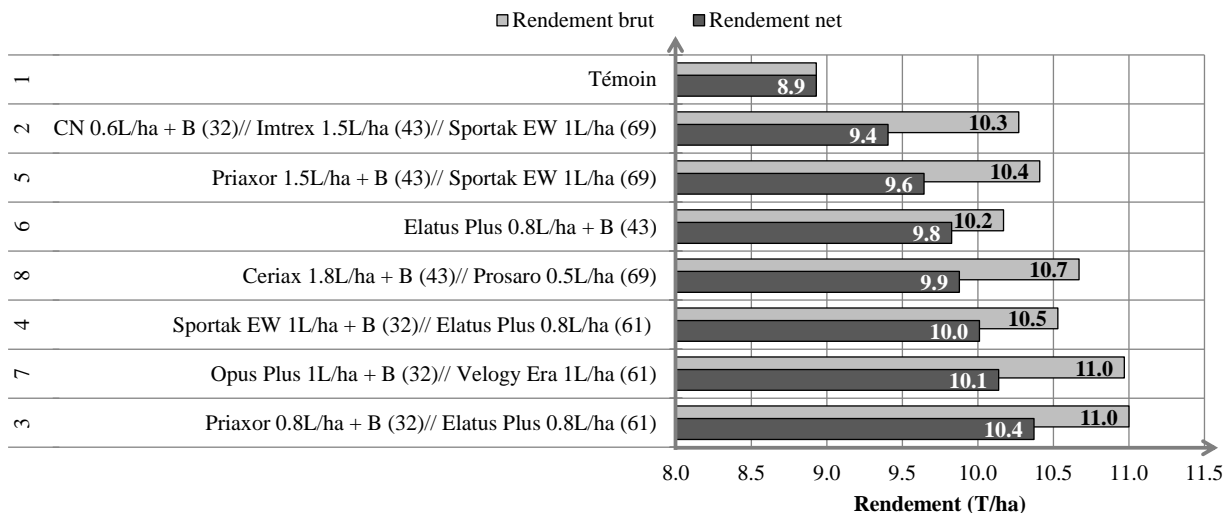


Figure 5.7 – Rendements brut et net obtenus le 20 juillet 2018. Le rendement net a été calculé sur base d'un prix du blé à 185 €/T. Les passages ont aussi été inclus, sachant qu'un passage au stade 32 a été estimé à 10 € et que les passages réalisés au stade 39 et au-delà étaient chiffrés à 15 €.

### **Conclusion**

**L'avenir des triazoles est incertain. Cependant, si elles sont retirées du marché ce n'est pas pour contrarier leurs utilisateurs mais bien pour protéger leur santé ainsi que celle des consommateurs et de l'environnement. Des solutions existent mais elles doivent passer par un changement dans la manière de raisonner les traitements fongicides.**

En d'autres termes, le retrait des triazoles serait synonyme de retrait de solutions toutes faites et s'adaptant à toutes les situations. L'agriculteur devra mieux réfléchir dès l'implantation de sa culture aux options qu'il devra déployer. Certains produits seront plus adaptés à une forte pression en rouille brune et d'autre à une forte pression en septoriose. Le mélange de ces produits serait beaucoup trop onéreux et la baisse des doses amènerait à une baisse d'efficacité. **Le choix des traitements fongicides sera à l'avenir lié au choix de la variété implantée. Il ne sera plus possible de dissocier les deux pour rester rentable.**

Enfin, même si les triazoles venaient à être retirés, il est important de toujours mélanger plusieurs modes d'action lors de chaque traitement.

### **1.3 Chlorothalonil : 1<sup>er</sup> changement d'agrément et conséquences**

C. Bataille, M. Duvivier

*Ce 1<sup>er</sup> changement d'agrément ne concerne actuellement que la Belgique et que les produits BRAVO et BRAVO 500. D'autres produits à base de chlorothalonil risquent de suivre le même chemin.*

#### **1.3.1 Etat des lieux**

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 durant une période déterminée dans l'Acte d'agrément. Cette période ne pourra pas dépasser de plus d'un an la date de réévaluation d'une des substances actives contenues dans le produit. Passé ce délai, une réévaluation du produit est nécessaire. Cette évaluation est habituellement à charge du pays rapporteur. La firme devra alors choisir de défendre ou non le produit. Si elle souhaite renouveler son autorisation, elle devra déposer un nouveau dossier prouvant que le produit respecte toujours les critères de mise sur le marché (article 29, Règlement 1107/2009).



Le **BRAVO** a été agréé pour la première fois en céréales pour la Belgique le 18 mai 1979. C'est un produit de contact, à persistance courte et composé uniquement de **chlorothalonil (500 g/L)**. Cette substance active est très utilisée en agriculture car c'est une des rares molécules à posséder un mode d'action multi-sites. Grâce à cette particularité, jamais aucune résistance au chlorothalonil n'a pu être décelée dans les champignons phytopathogènes. En froment, le BRAVO est principalement utilisé dans la lutte contre la septoriose et pour la protection des autres molécules contre la résistance. Pour assurer une bonne efficacité, ce produit doit impérativement être placé en préventif. Il est donc peu efficace lorsque la maladie est déjà présente lors de son application.

Le BRAVO est plus ancien que la Règlementation Européenne datant de 2009. Il n'y avait donc pas d'Etat Membre Rapporteur à l'époque de l'agrément du BRAVO (encore sous l'ancienne Directive 91/414). C'est le cas de beaucoup de produits en Belgique et c'est pourquoi le Comité d'agrément des produits phytosanitaires se doit de tous les réévaluer un à un. En 2017 est arrivé le tour du BRAVO.

Les techniques de détection étant de plus en plus précises et les normes d'évaluation de plus en plus strictes, le produit avait de forts risques de ne pas être renouvelé sur base du dossier remis par Syngenta à l'époque. Des précisions ont été demandées par le comité d'agrément à la firme. Après un an et demi d'évaluation, il a été décidé de **renouveler l'agrément du BRAVO** en Belgique mais sous certaines conditions :

- Il est désormais limité à une seule application par an au lieu de 2 précédemment.
- La dose maximale de 2 L/ha est conservée.
- La zone tampon passe de 10 m avec technique classique à 10 m avec des buses à réduction de dérive de 50%.
- **Les stades d'applications sont limités aux stades 39-59** (dernière feuille étalée - fin de l'épiaison). Le BRAVO ne peut désormais plus être appliqué en T1 (stade 32 – 2<sup>ème</sup> nœud).

Le produit est passé sous le crible pour différents critères : analyse physico-chimique, toxicologie, biologie, résidus, écotoxicologie et enfin, devenir et comportement dans l'environnement.

Pour ce dernier critère, les experts du comité d'agrément ont fait tourner des modèles leur permettant de prédire l'évolution du produit et de ses métabolites dans l'environnement. Sous un usage comme autorisé jusqu'alors, ils ont prédit une accumulation trop importante d'un métabolite non pertinent du chlorothalonil dans les eaux souterraines (>10 µg/L). Un changement dans les critères d'utilisation était donc nécessaire pour réduire l'impact du produit sur l'environnement.

Ces changements sont actuellement valables pour les produits BRAVO et BRAVO 500. Ces mesures ont également été appliquées pour des produits nouvellement mis sur le marché et contenant du chlorothalonil : Divexo, Perseo, Proceed et Spirodor.

En parallèle, la substance active chlorothalonil est en cours de révision au niveau des autorités européennes. Le statut de cette substance active pourrait donc changer d'ici quelques années.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

Dès lors, deux questions majeures se posent :

- Par quoi remplacer le BRAVO en T1 ?
- L'application du BRAVO au stade 39 et au-delà est-elle toujours pertinente ?

Le CRA-W s'est penché sur ces deux questions et tente de trouver des pistes de réponses.

### 1.3.2 Par quoi remplacer le chlorothalonil en premier traitement (T1) ?

Comme expliqué plus haut, la substance active chlorothalonil, contenue dans le Bravo, est un produit de contact multi-sites. Il est habituellement conseillé de le placer au moment du T1, les traitements au stade 32 (2<sup>ème</sup> nœud) étant favorables à l'utilisation de cette substance active. En effet, elle peut ainsi être placée préventivement et renforcer l'efficacité des triazoles souvent également appliqués à ce stade. Un produit multi-sites est maintenant toujours conseillé dans un schéma de traitement fongicide afin de retarder l'apparition des résistances aux produits à mode d'action uni-site.

C'est pourquoi le CRA-W s'est penché sur d'autres candidats multi-sites pour remplacer le chlorothalonil en T1. Ainsi, le mancozèbe (Dequiman), le soufre (Cosavet) et le folpet (acquis récemment par d'Adama) ont été investigués durant cette année 2018 (Tableau 5.4). Ce type de produit doit toujours être accompagné d'un autre mode d'action afin de profiter de leur synergie : une efficacité plus poussée grâce au produit multi-sites, une rémanence plus grande grâce au produit partenaire. Ainsi l'Opus Plus 1 L/ha (dose réduite) a été associé à chacun des multi-sites. Dans un souci de comparaison, l'Epox Extra (epoxiconazole + folpet) a été remplacé par de l'Opus Plus + folpet. La dose du folpet a été conservée et la dose d'epoxiconazole est identique pour toutes les modalités.

#### Contexte :

Tableau 5.4 – Paramètres culturels de l'essai.

Carte d'identité des essais	
Localisation :	Wasmes AB
Variété :	KWS Ozon
Précédent :	pommes de terre
Semis :	15/10/2017
Récolte :	19/07/2018
Rendement témoin :	8.93 T/ha
Pulv. stade 32 :	27/04/2018
Pulv. stade 61 :	28/05/2018
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %)	
<u>Date d'observation</u>	22/06/2018
Septoriose	25.8 + 53.6
Rouille brune	40.2 + 34.9

Dans cet essai, lors de l'application des produits testés au stade 2<sup>ème</sup> nœud (32), la septoriose infectait la F4 avec une sévérité de 0.5% et une incidence de 5%. La pression était donc faible et les multi-sites ont bien été placés en préventif sur la F2 et la F3. Aucune pustule de rouille brune n'était alors présente. Un mois plus tard, un traitement généralisé au Librax 1.5 L/ha a été appliqué, sauf sur le témoin, afin de ne pas gommer les efficacités obtenues en T1 par les différents produits testés. La septoriose avait alors atteint la F3 et la rouille brune y avait également fait son apparition. Les produits pulvérisés au stade 32 ont donc été appliqués un peu trop tôt par rapport à l'infection en septoriose. Leur efficacité

n'était donc pas optimale dans cet essai. La sévérité (% surface foliaire colonisée par le pathogène) de la septoriose a été observée le 22 juin 2018. La rouille brune a également été

évaluée mais la pression était très faible dans les objets traités. De plus, elle ne permettait pas de mesurer l'efficacité des T1 mais bien celle du Librax en T2. Comme cet essai ne s'intéresse qu'aux produits en T1, les résultats de la rouille brune ne seront pas discutés.

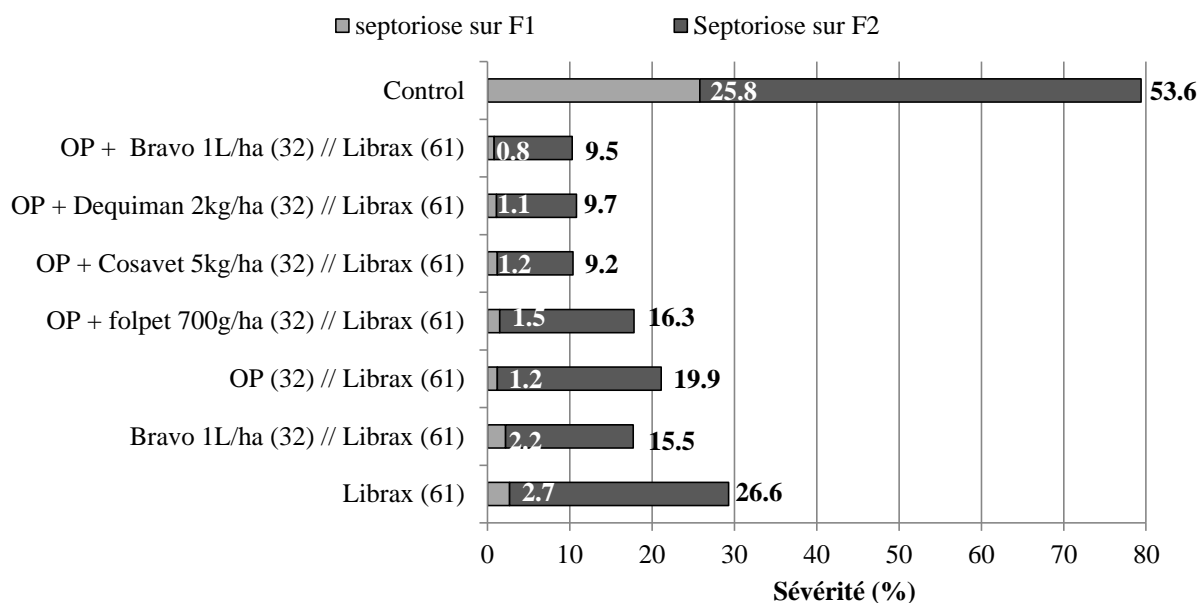
### Résultats :

La sévérité de la septoriose sur F1 et F2 est reprise dans la Figure 5.8 ci-dessous. Tous les objets traités ont une sévérité significativement inférieure à celle du témoin sur F1 et sur F2. Il n'y a aucune différence significative entre les objets traités. Cependant, certaines tendances se dégagent.

Les efficacités du mancozèbe (Dequiman) et du soufre (Cosavet) sont proches de celle du chlorothalonil (Bravo). Le folpet est en retrait mais montre tout de même un plus par rapport à l'Opus Plus seul.

Ces constatations reposent sur un seul essai. Il est bien évident que celles-ci ne doivent pas être prises comme une vérité absolue. Cet essai sera reconduit l'année prochaine afin de renforcer les observations de cette année.

### Sévérité en septoriose le 22/06/2018 en fonction des traitements T1



**Figure 5.8 – Sévérité (% surface foliaire colonisée par le pathogène) de la septoriose sur F1 et sur F2, évaluée le 22 juin 2018, en fonction des produits testés en T1. OP= Opus Plus à 1.0L/ha ; Librax= Librax à 1.5L/ha ; 32= stade 32 (2<sup>ème</sup> nœud) ; 61= stade 61 (début floraison).**

### Conclusions :

Le Bravo et le Bravo 500 sont deux produits contenant du chlorothalonil qui ne vont plus pouvoir être appliqués en T1 (stade 2<sup>ème</sup> nœud). Pour l'instant, d'autres produits contenant cette même substance active sont toujours autorisés aux stades précoces mais il est fort probable que leur agrégation évolue de la même manière que le Bravo lors de la réévaluation de leur dossier.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

D'autres candidats peuvent être appliqués en T1 pour remplacer le chlorothalonil. **Le mancozèbe** et **le soufre** semblent pouvoir relever ce défi. **Le folpet** est un peu en retrait mais constitue également une alternative utile. Ne serait-ce que pour retarder l'apparition de résistance, l'usage d'un multi-sites reste nécessaire.

### 1.3.3 Le chlorothalonil au stade dernière feuille est-il pertinent ?

Le chlorothalonil a une action qui va au-delà de ce qui est perceptible au champ. Avec son mode d'action multi-sites, il est capable de lutter contre n'importe quelle souche de septoriose même résistante à d'autres produits (uni-site).

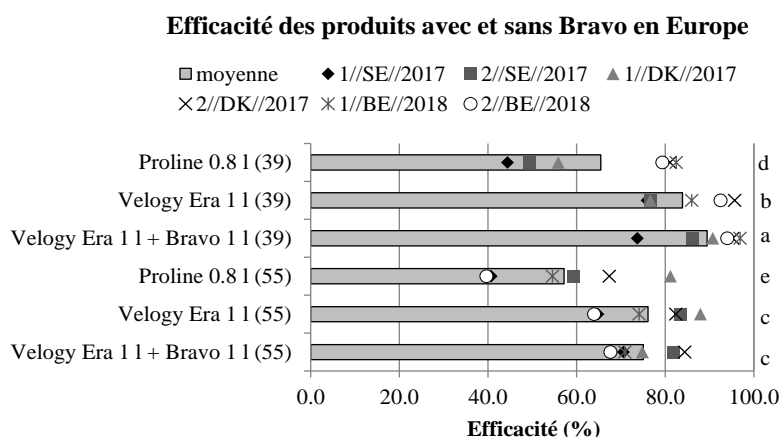
Pour prouver son intérêt, le CRA-W a regroupé des essais venant de Suède, du Danemark et de Belgique (2017 et 2018). Ces données proviennent du projet européen EURO-RES dans lequel le CRA-W est actif. Le but de ce projet est de surveiller l'évolution des résistances chez la septoriose notamment par des prélèvements de l'inoculum aérien et de mettre en place des systèmes permettant de ralentir l'apparition de ces résistances.

#### Contexte

Dans ces essais, deux produits différents, Proline et Velogy Era, ont été appliqués au stade 39 (dernière feuille étalée) ou au stade 55 (épiaison). Le Velogy Era, a été associé ou non avec du Bravo. Deux essais, l'un sur une variété sensible et l'autre sur une variété résistante, ont été implantés par chaque pays (SE= Suède ; DK= Danemark ; BE = Belgique).

#### Résultats

Globalement, le Proline et le Velogy Era ont été plus efficaces appliqués au stade 39 plutôt qu'au stade 55 (Figure 5.9). Ce premier constat est logique car au stade 55 les maladies étaient déjà bien installées, ce qui révèle l'action curative du produit. Un deuxième constat intéressant est l'augmentation d'efficacité du Velogy Era lorsqu'il est associé au Bravo. Cela signifie que, même décalé au stade 39, le Bravo conserve une certaine efficacité, en plus de son action anti-résistance.



**Figure 5.9 – Efficacité des produits appliqués au stade 39 ou au stade 55 accompagnés ou non de BRAVO. 1 ou 2 = essais 1 ou essai 2 ; SE = Suède ; DK = Danemark ; BE = Belgique. Les essais portant au moins une lettre commune ne diffèrent pas entre eux de manière significative. (Anova, y ~ traitement + essai + essai\*traitement ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).**

Dans un deuxième regroupement d'essais, le CRA-W a repris les données pertinentes provenant du réseau d'essais fongicides wallon (point 1.4). Ainsi, des essais de 2016 à Ath, Melles et Geer, de 2017 à Ath et Melles, et de 2018 à Thy-le-Château, Ath et Melles ont été sélectionnés afin de montrer la pertinence du chlorothalonil lors de l'utilisation de doses réduites de fongicide.

### Contexte

Dans ces essais, deux types de programmes fongicides ont été comparés :

- Programme avec application unique au stade 39 :

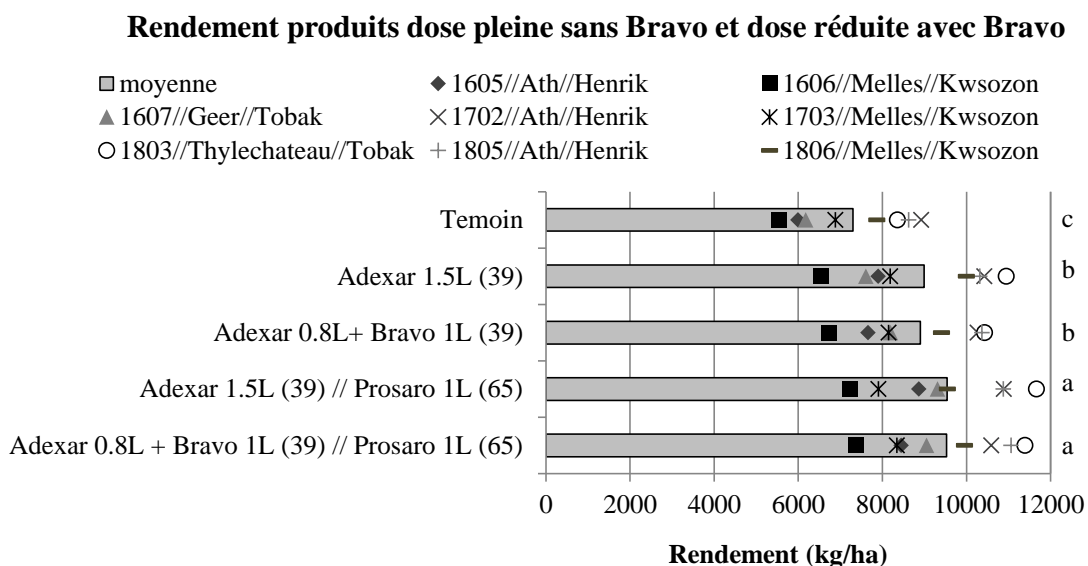
L'Adexar seul au stade 39 à la dose conseillée (1.5 L/ha) a été comparé à une application du même produit à dose réduite (0.8 L/ha) mais accompagné de Bravo 1 L/ha.

- Programme avec application au stade 39 suivie d'un relais au stade 65 :

L'Adexar a aussi été appliqué à la dose conseillée de 1.5 L/ha au stade 39 et suivi de Prosaro à 1 L/ha au stade 65 (floraison). Cette modalité a été comparée à une application d'Adexar à 0.8 L/ha + Bravo 1 L/ha au stade 39 suivi d'un traitement relais au Prosaro.

### Résultats

En moyenne, l'application d'Adexar à dose conseillée au stade 39 et l'application d'Adexar à dose réduite mais avec du Bravo ont à chaque fois mené aux mêmes résultats de rendement à quelques kilogrammes près (Figure 5.10).



**Figure 5.10 – Rendements obtenus par des parcelles traitées au stade 39 ou au stade 39 et 65 dans le réseau d'essais fongicides wallon. 1607 = essai 07 de 2016, ... Les essais portant au moins une lettre commune ne diffèrent pas entre eux de manière significative. (Anova, y ~ traitement + essai + essai\*traitement ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).**

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

### Conclusions

Il est tout-à-fait pertinent de continuer à utiliser le chlorothalonil (Bravo) au stade dernière feuille. Cette substance active permet de donner un coup de pouce au produit uni-site appliqué en même temps que ce multi-sites. Cette constatation est d'autant plus vraie que la réduction de dose est appliquée au produit uni-site.

Enfin, le chlorothalonil est un produit efficace pour ralentir l'apparition des résistances au champ. Il est donc vivement conseillé de l'appliquer au stade 39, surtout si aucun multi-sites n'a été appliqué au stade 32.

### 1.4 Réseau d'essais fongicides wallon

M. Duvivier

#### 1.4.1 Les objectifs

Cette année le réseau d'essais fongicides wallon fête ses 6 ans. Ce partenariat entre le CRA-W, ULiège Gx Agro-Bio Tech, le CPL-VEGEMAR et le CARAH poursuit une série d'objectifs 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 d'un protocole commun 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 le développement d'un outil d'aide à la décision (OAD) adapté à la parcelle. Bonne nouvelle : la validation en temps réel de cet OAD est prévue pour cette saison 2018-2019. Depuis trois saisons, des mesures sont aussi effectuées au sein du réseau pour mieux comprendre quelles pratiques favorisent la sélection de résistance de la septoriose aux fongicides. Ce dernier volet vise à prolonger l'efficacité des matières actives en Wallonie.

#### 1.4.2 Le protocole 2017-2018

Cette saison, le réseau comprenait 5 sites répartis en Wallonie pour un total de 8 essais. Sept variétés présentant des résistances contrastées aux maladies ont été utilisées pour emblaver ces essais (Tableau 5.5).

Tableau 5.5 – Liste des essais constituant le réseau d'essais fongicides 2018.

Partenaire	N°	Localité	Variété	Résistance aux maladies				
				Septoriose	Rouille brune	Rouille jaune	Fusariose feuilles	Fusariose épis
CRA-W	1803	Thy-le-Château	Tobak	=	--	++	-	-
	1804	Thy-le-Château	Triumph	=	++	++	=	-
CARAH	1805	Ath	Henrik	-	=	++	+	=
	1806	Melles	Kws Ozon	=	-	+	+	-
Gbx ABT	1807	Lonzée	Graham	=	-	++	=	=
	1808	Lonzée	Edgar	+	=	++	--	+
CPL-Vegemar	1810	Les Walleffes	Rgt Reform	=	+	-	+	+
	1811	Les Walleffes	Graham	=	-	++	=	=

--	Très sensible
-	Assez sensible
=	Moyennement sensible
+	Peu sensible
++	Résistante
ND	Non disponible

Le protocole commun comparait 18 modalités établies selon 7 types de schémas de protection

distincts (Tableau 5.7). Le premier type de schéma de traitement consiste en une seule application de fongicide lorsque les dernières feuilles sont totalement déployées (st39). Le Velogy Era 1 L/ha (P4) a été comparé à l'Adexar 1.5 L/ha (P2) (dose conseillée). Le Velogy Era est un produit nouvellement arrivé sur le marché contenant 150 g/L de prothioconazole et 75 g/L de benzovindiflupyr, une nouvelle matière active de la famille des SDHI. L'Adexar demeure une bonne référence contre les maladies foliaires, notamment la septoriose, et présente une bonne rémanence. Ce produit est réputé avoir une très bonne action contre les rouilles. L'Aviator Xpro à dose pleine (P5) a été appliqué en traitement unique au stade épiaison (st55). Ce produit reste une bonne référence dans la lutte contre les maladies des épis.

Les programmes P6, P7, P9, P11 et P18 sont des programmes à deux traitements fongicides à dose pleine. Ces traitements sont appliqués soit au stade 2<sup>ème</sup> nœud (st32) suivi d'un relais à l'épiaison (st55), soit à la dernière feuille (st39) suivi d'un relais à la floraison (st65). Le programme P6 présente la particularité de ne pas utiliser de produit à base de SDHI.

Cela fait maintenant plusieurs années que des modalités comprenant des doses réduites ont été intégrées dans le protocole. Dans un schéma de protection classique « 2<sup>ème</sup> nœud - épiaison » (st32//st55), la réduction des doses peut être envisagée en première ou seconde partie de programme si la pression des maladies est faible au moment du traitement (ex : programmes P8 et P10 du Tableau 5.6). La réduction de dose peut aussi être utilisée dans des schémas de traitement comprenant 3 ou 4 pulvérisations (ex : programmes P13, P14, P15, P16) de façon à obtenir une protection tout au long du développement des plantes à un prix similaire aux schémas de traitement en deux passages à dose pleine. L'Adexar a souvent été privilégié pour les réductions de dose car il est connu pour sa capacité à garder une bonne efficacité et cela même à dose réduite (voir Livre Blanc 2016 et 2018).

Un produit SDHI appliqué à dose réduite au stade 39 peut aussi être complété par un produit multi-sites tel que le Bravo (P3 et P12). Il a déjà été observé dans nos essais que ce type de mélange permettait de réduire le coût du programme tout en maintenant l'efficacité du traitement. Suite à une récente modification de la réglementation interdisant l'usage du Bravo avant le stade 39, il est probable que c'est à ce stade que ce fongicide de contact sera principalement utilisé (section 1.3). L'utilisation de produit multi-sites est également conseillée dans la lutte contre les résistances aux fongicides pour retarder l'apparition des résistances.

Les réductions de dose ont été étudiées, malgré les controverses existantes à leur sujet notamment quant à leur faculté à favoriser le développement de populations fongiques résistantes. Les premiers résultats du projet RESIST tentent à démontrer le contraire... La problématique de la modulation de la dose n'est donc pas un sujet simple. Dans tous les cas, il convient de bien faire la différence entre la lutte contre les pathogènes fongiques (efficacités des traitements) et la lutte contre le développement de résistances dans les populations de pathogènes. Le projet RESIST visant entre autres à étudier la sélection des programmes fongicides sur les populations de septoriose est en cours depuis maintenant plus d'un an. La section 1.5 présente les premiers résultats et détaille clairement la problématique des résistances aux fongicides.

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

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

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

Le respect de ces principes permettrait de limiter le développement de populations fongiques résistantes. Un produit dit « multi-sites » comme le Bravo a aussi été ajouté dans la plupart des programmes. De par son mode d'action atteignant plusieurs cibles, ce produit n'est en principe pas affecté par les problèmes de résistance des pathogènes tels que la septoriose. Il permettrait, en étant appliqué correctement, de freiner la prolifération des souches résistantes. Néanmoins, ce produit dit « de contact », n'est ni systémique, ni curatif. Il doit donc être appliqué préventivement.

Le programme P17 ne respecte pas les principes énumérés ci-dessus. Ce programme incluant l'application de 2 SDHI, a été testé uniquement dans le but de démontrer qu'il favorise le développement de la résistance dans les populations de septoriose. Ceci se réalise 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.



Tableau 5.6 – Liste 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 €/ha), 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 185 €/T). Les lettres des cellules grisées désignent les modes d'action des fongicides mis en œuvre. A : triazole (inhibiteur de synthèse de l'ergostérol) ; B : SDHI (inhibiteur de la succinate déshydrogénase) ; Cx : autres modes d'action. 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
st39	P2			Adexar 1,5L A+B			585
	P3			Adexar 0,8L A+B			402
				Bravo 1L C <sub>3</sub>			
P4				Velogy Era 1L A+B			508
st55	P5				Aviator Xpro 1,25L A+B		541
st32//st55	P6		Kestrel 1,25L A+C <sub>2</sub>		Ampera 1,25L A+C <sub>4</sub>		898
			Bravo 1L C <sub>3</sub>		Zaindu 0,6L A+C <sub>5</sub>		
	P7		Kestrel 1,25L A+C <sub>2</sub>		Adexar 1,5L A+B		1036
			Bravo 1L C <sub>3</sub>				
	P8		Kestrel 1,25L A+C <sub>2</sub>		Adexar 0,8L A+B		800
			Bravo 1L C <sub>3</sub>				
P9		Opus Team 1,5L A+C <sub>1</sub>			Aviator Xpro 1,25L A+B		954
		Bravo 1L C <sub>3</sub>					
P10		Opus Team 0,8L A+C <sub>1</sub>			Aviator Xpro 1,25L A+B		811
		Bravo 1L C <sub>3</sub>					
st39//st65	P11			Adexar 1,5L A+B		Prosaro 1L A	933
	P12			Adexar 0,8L A+B		Prosaro 1L A	749
			Bravo 1L C <sub>3</sub>				
st31//st32// st55	P13	Tebucur 0,65L A	Opus Team 1,5L A+C <sub>1</sub>		Aviator Xpro 1,25L A+B		1091
st31//st32//st39//st65	P14	Tebucur 0,65L A	Kestrel 0,65L A+C <sub>2</sub>	Adexar 0,8L A+B		Prosaro 0,5L A	986
			Bravo 1L C <sub>3</sub>				
st32//st39//st65	P15		Kestrel 0,65L A+C <sub>2</sub>	Adexar 0,8L A+B		Prosaro 0,5L A	849
			Bravo 1L C <sub>3</sub>				
	P16		Kestrel 0,65L A+C <sub>2</sub>	Adexar 0,8L A+B		Prosaro 0,5L A	900
st32//st55	P17		Adexar 0,8L A+B		Aviator Xpro 1,25L A+B		916
	P18		Opus Team 1,5L A+C <sub>1</sub>		Velogy Era 1L A+B		870

### 1.4.3 Le développement des maladies dans le réseau

Bien que le début de l'hiver fût particulièrement doux, le mois de février et de mars furent caractérisés par plusieurs périodes de gel. Celles-ci ont très certainement contribué à détruire une partie de l'inoculum et à freiner la progression des maladies dans les cultures de blés. En effet, de la sortie de l'hiver jusqu'au stade 1<sup>er</sup> nœud (st31, 20 avril), aucune trace de rouille jaune ni de rouille brune n'était visible dans le réseau d'essais (Tableau 5.7). Début mai, au stade 2<sup>ème</sup> nœud (st32), les rouilles n'étaient toujours pas visibles dans le réseau d'essais fongicides malgré un mois d'avril plutôt chaud. A ce stade, les rouilles jaune et brune étaient néanmoins visibles sur des variétés sensibles dans certains champs et dans certains essais variétaux. Quant à la septoriose, elle touchait en règle générale moins de 20% des F4 dans le réseau, excepté pour la variété Graham à Loncée qui était un peu plus affectée. C'est d'ailleurs le seul essai où un traitement au stade 2<sup>ème</sup> nœud (st32) aurait pu se justifier. Depuis la création

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

du réseau il y a 6 ans, c'est durant la saison 2017-2018 que la situation phytosanitaire des champs d'essais au stade 2<sup>ème</sup> nœud était la plus saine.

**Tableau 5.7 – Pression de rouille jaune, rouille brune et de septoriose observée dans le réseau d'essais aux stades redressement (31) et 2<sup>ème</sup> nœud (32). L'incidence de la septoriose exprime le pourcentage de feuilles montrant des symptômes sur un étage foliaire. Les zones grisées mettent en évidence les essais pour lesquels la pression en maladies était inquiétante par rapport au stade de développement considéré et à la variété.**

N°	Site	Variété	Stade 31		Stade 32			
			Rouille Jaune	Rouille brune	Rouille Jaune	Rouille brune	Incidence septoriose (%)	
							f4	f5
1803	Thy-le-Château	Tobak	0	0	0	0	7.5	60.0
1804	Thy-le-Château	Triumph	0	0	0	0	0.0	80.0
1805	Ath	Henrik	0	0	0	0	12.5	80
1806	Melles	Kws Ozon	0	0	0	0	2.5	90
1807	Lonzée	Graham	0	0	0	0	30.0	80.0
1808	Lonzée	Edgar	0	0	0	0	20.0	73.8
1810	Les Walleffes	Rgt Reform	0	0	0	0	4.2	29.2
1811	Les Walleffes	Graham	0	0	0	0	4.2	37.5

Echelle des rouilles	
0	Rien
1	Qq pustules trouvées
2	10 à 30% des feuilles* touchées
3	30 à 60% des feuilles* touchées
4	>60% des feuilles* touchées

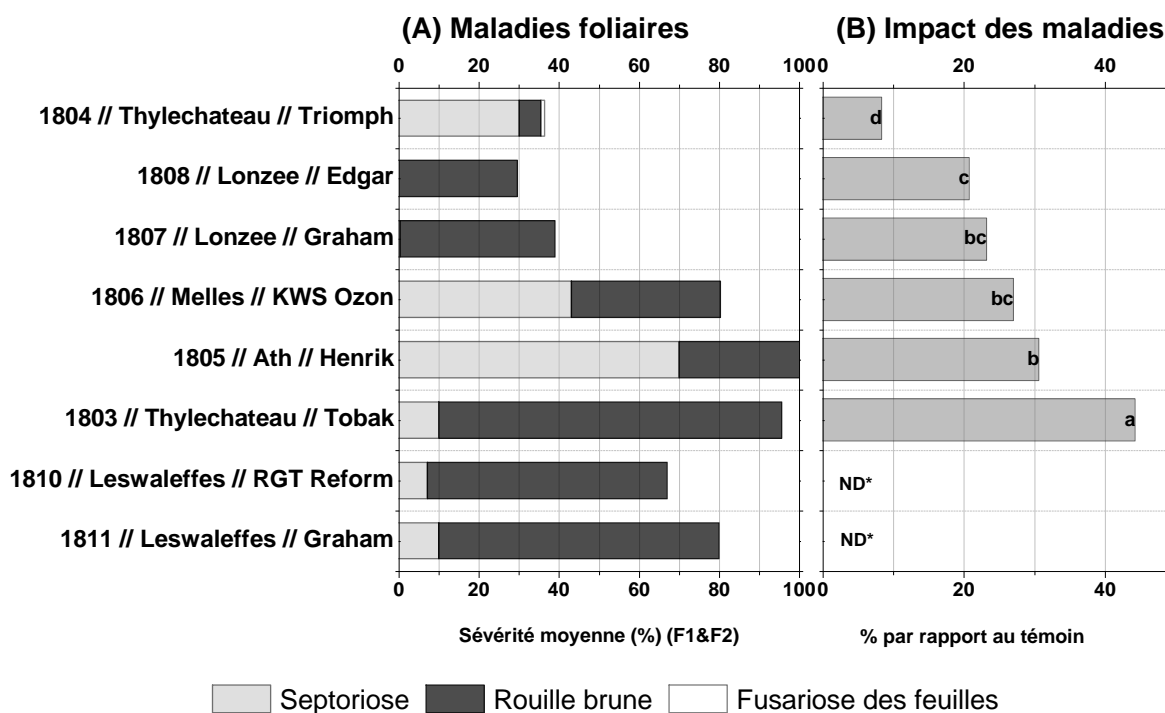
\*moyenne des F-2 et F-3

Les températures élevées du mois de mai ont favorisé un développement rapide des plantes. Une dizaine de jours à peine ont séparé le stade 2<sup>ème</sup> nœud du stade dernière feuille déployée (st39, 15 mai). A ce stade, la septoriose n'atteignait les F3 des plantes que sur deux variétés du réseau (Triumph et Henrik) couvrant moins de 1% de la surface foliaire. Dans tous les essais du réseau, moins de 10% des surfaces des F4 étaient couvertes par les symptômes à la dernière feuille, ce qui est très faible. Rappelons ici que la septoriose est une maladie qui se propage majoritairement par des éclaboussures de pluie, du bas des plantes vers le haut. Le développement rapide des derniers étages foliaires a donc permis de créer une distance suffisante entre la source d'inoculum, dans le bas du feuillage, et les étages foliaires supérieurs. Ainsi, les rares éclaboussures de pluie chargées de spores n'ont pas pu contaminer les derniers étages à cette période. C'est aussi au stade 39 que furent observées les premières pustules de rouille brune sur les variétés plus sensibles du réseau telles que Tobak à Thy-le-Château, Kws Ozon à Melles et Graham à Lonzée et Les Walleffes.

Les mois de mai et de juin furent tous deux des mois très chauds et exceptionnellement secs. Dans ces conditions, la septoriose ne s'est presque pas développée sur les derniers étages foliaires du blé après le stade 39. Par contre les hautes températures ont favorisé la rouille brune. La pression de rouille brune a commencé à s'intensifier à partir de la première décade du mois de juin, période correspondant à la pleine floraison des blés.

La Figure 5.11 présente la pression de maladies observée dans les différents essais fin juin lors du remplissage des grains. La pression de rouille brune fut donc généralisée et intense. Seul l'essai de Thy-le-Château sur Triumph fut épargné par cette maladie. Dans les essais emblavés avec les variétés plus sensibles (Tobak, Graham, KWS Ozon), au moins 40% de la surface des deux dernières feuilles étaient couvertes par les symptômes. Lors du remplissage des grains, la septoriose n'avait atteint significativement les deux derniers étages foliaires que dans les essais à Melles et surtout à Ath sur la variété Henrik. Les conditions très sèches pendant la floraison n'ont généralement pas permis le développement de la fusariose des épis. A Thy-le-Château où des orages sporadiques avaient eu lieu début juin, des symptômes de *Fusarium*

*graminerum* étaient visibles sur épis non-traités (< 10% de surface touchée). Sur ce site, de la fusariose sur feuilles a également été observée sur Triomph.



**Figure 5.11 – (A) Sévérité moyenne des maladies sur F1 et F2 (surface moyenne couverte par les symptômes) lors du développement des grains (entre le 25/6 et 28/6) (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 traitement de l'essai. Les essais portant au moins une lettre commune ne diffèrent pas entre eux de manière significative. \*ND = Résultat Non Disponible.**

(Anova, impact des maladies ~ essai ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

Pour la seconde année consécutive, la rouille brune fut donc la seule maladie marquante de la saison. Les résultats d'efficacité des programmes dans les parcelles où la pression était la plus forte en fin de saison sont disponibles au point 1.4.5. L'impact<sup>12</sup> moyen des maladies dans le réseau est évalué à 26% de perte de rendement par rapport aux témoins (Figure 5.11B). Il fut en moyenne plus important que la saison précédente (18%). Toutefois, le déficit hydrique provoqué par les faibles précipitations de mai et de juin n'a pas permis aux fongicides d'exprimer leur véritable potentiel. En effet, dans bien des essais, les feuilles ont séché avant que les protections fongicides ne « craquent » sous la pression des maladies, réduisant ainsi l'écart de rendement existant entre une parcelle traitée et une parcelle non traitée. Ce phénomène fut encore plus marqué en 2017 car la sécheresse avait démarré bien plus tôt (voir Livre Blanc février 2018).

<sup>12</sup> 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.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

En 2018, l'impact des maladies a été le plus important à Thy-Le-Chateau sur Tobak. Dans le réseau, l'impact est fortement corrélé à la surface totale infectée par les maladies sur les deux derniers étages foliaires lors du remplissage des grains. Ces deux derniers étages foliaires sont les plus importants à protéger pour assurer un bon rendement. Malheureusement, aucune donnée de rendement n'est disponible pour le site situé à les Waleffes suite à des dégâts importants de gibier.

### 1.4.4 Les rendements bruts et nets dans le réseau

Les résultats de rendements bruts et nets obtenus dans le réseau sont présentés dans la Figure 5.12 ci-dessous. Les programmes fongicides avec au moins deux traitements ont logiquement donné de meilleurs rendements bruts que les programmes à traitement unique. Néanmoins, le fait que le premier traitement de ces programmes ait été appliqué au stade 2<sup>ème</sup> nœud ou dernière feuille, à dose pleine ou à dose réduite n'a pas eu d'impact sur le rendement. La quasi-totalité des programmes fongicides comprenant au moins 2 traitements (P6, P7, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18) appartiennent au même groupe statistique (lettre « a ») et cela, quel que soit le type de schéma de traitement. Comme expliqué ci-dessus (point 1.4.3), les cultures sont globalement restées très saines jusqu'au stade 39. Le premier traitement fongicide pouvait, dans la majorité des cas, être appliqué à partir de ce stade. En cas d'application plus précoce, une réduction de dose était envisageable sans aucun risque.

C'est surtout l'épidémie de rouille brune qui a impacté le rendement brut. Les symptômes de rouille brune se sont intensifiés à partir du stade 39. La septoriose est restée discrète dans la majorité des essais. En conséquence, le programme P6 ne comprenant pas de SDHI, a même permis cette saison d'égaliser les rendements des programmes incluant un SDHI. La strobilurine appliquée en association avec des triazoles en fin de programme a permis un très bon contrôle de la rouille brune dans les essais du réseau. Rappelons ici que les produits contenant des SDHI en association avec un ou des triazoles sont les plus efficaces pour contrôler la septoriose. Les strobilurines en association avec les triazoles sont quant à elles très efficaces sur les rouilles.

Les programmes à traitement unique ont donné de moins bons résultats de rendement brut. Cette saison, le Velogy Era à 1 L/ha (P4) et l'Adexar à 1.5 L/ha (P2) appliqués au stade 39 étaient équivalents. Le Velogy Era composé de 75 g/L de benzovindiflupyr et 150 g/L de prothioconazole est un produit nouvellement agréé mais déjà réputé pour sa très bonne efficacité contre la rouille brune et pour sa rémanence. L'Adexar (62.5 g/L d'epoxiconazole et 62.5 g/L de fluxapyroxad) reste une des meilleures références SDHI en lutte contre la septoriose. L'Adexar appliqué à dose réduite avec du Bravo au stade 39 sans traitement relais (P3) n'a pas suffi à protéger le feuillage jusqu'en fin de saison. Le programme P5 qui consiste en un traitement unique avec de l'Aviator Xpro à l'épiaison (st55) fut trop tardif car la rouille brune était déjà bien présente dans les champs à ce stade. Le programme P8 qui comprenait une dose relais réduite à l'épiaison n'a en moyenne pas offert une rémanence suffisante contre la rouille brune.

Le rendement net a été obtenu en soustrayant le prix du programme fongicide au rendement brut. Cette année tous les rendements nets obtenus avec l'ensemble des programmes fongicides

étaient statistiquement équivalents. Seules les parcelles non-traitées offrent en moyenne un rendement net inférieur. Une fois n'est pas coutume, peu importe le type de programme appliqué ou bien l'investissement effectué : en 2018 le rendement net dégagé était en moyenne égal. Comment interpréter ce résultat ?

Les programmes fongicides plus coûteux (au moins deux doses pleines) ont tous apporté un gain de rendement brut similaire et cela peu importe le type de schéma de traitement suivi (st32//st55, st39/st65, st32//st39//st65, ...). Moins de 300 kg en moyenne séparent ces programmes fongicides. Il est probable que sans la sécheresse de fin de saison les résultats auraient été plus contrastés. En effet, certains programmes auraient permis de protéger plus longtemps les étages foliaires supérieurs et prolonger le remplissage des grains. La chaleur et la sécheresse en mai et juin ont causé une sénescence rapide des derniers étages foliaires et cela avant que les programmes les plus robustes ne cèdent. Au contraire, les programmes moins coûteux ont quant à eux « craqués » sous la pression intense de rouille brune, impactant ainsi le rendement brut. Cette perte de rendement brut a néanmoins été compensée par l'économie de fongicides. Ces circonstances particulières engendrent une équivalence parfaite de rendement net entre les programmes moins onéreux et les programmes coûteux. Pour rappel, en 2017, la sécheresse avait débuté bien plus tôt et la pression de rouille brune fut plus tardive. L'ensemble des programmes avaient contrôlé efficacement les maladies sur le feuillage jusqu'à ce qu'il se dessèche. Dans cette situation c'était les programmes les moins onéreux qui avaient donné les meilleurs résultats de rendement net (voir Livre Blanc février 2018).

Le programme qui arrive en moyenne en tête du classement consiste en une application au stade 39 d'une dose réduite d'Adexar avec 1 L de Bravo suivi d'un traitement relais avec le Prosaro à la floraison (P12). Ce résultat est cohérent avec le développement des maladies observées au sein du réseau (point 1.4.3). En règle générale, une intervention n'était pas à conseiller avant le stade 39 au vu de la faible pression de maladies. A ce stade une réduction de dose pouvait même être envisagée à condition d'effectuer un traitement relais pour assurer une rémanence suffisante contre la rouille brune.

- En 2018, l'ensemble des programmes apportait un gain de rendement net équivalent.
- Un rapide relevé de la situation sanitaire des champs au stade 32 et au stade 39 permettait d'adapter facilement le programme pour limiter la quantité d'intrant utilisé.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

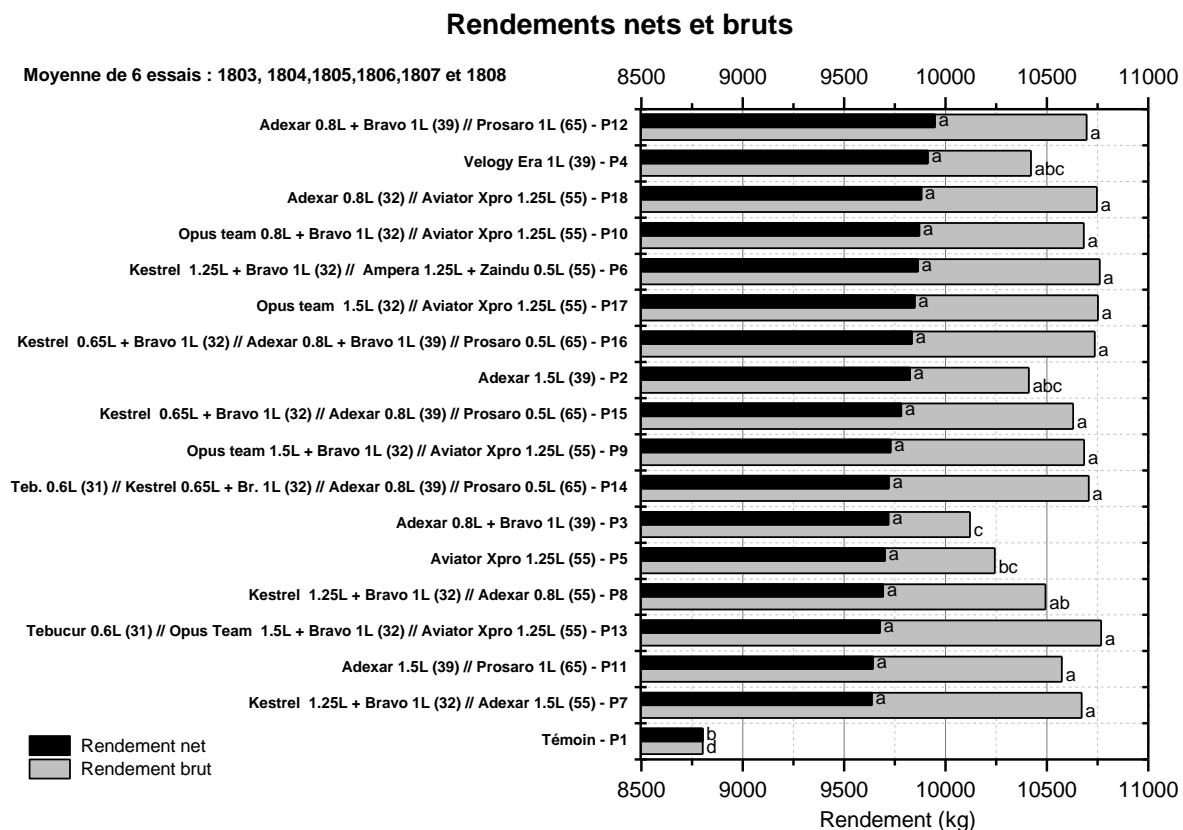


Figure 5.12 – Comparaison des moyennes des rendements brut et net obtenus dans les 6 essais. Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative. Les tests statistiques ont été effectués sur les rendements relatifs par rapport au témoin. (Anova,  $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$  ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

### 1.4.5 Lutte contre la rouille brune

Les résultats des deux essais qui ont le plus souffert de la pression de rouille brune ont été compilés dans une analyse (Figure 5.13). Il s'agit de l'essai de Thy-le-Château sur Tobak et celui de Melles sur KWS Ozon. Une observation de la surface foliaire couverte par la rouille brune a été réalisée fin juin sur les deux derniers étages foliaires. A ce moment-là, la rouille brune couvrait 85% des deux derniers étages foliaires de la variété Tobak à Thy-Le-Chateau et presque 40% sur KWS Ozon à Melles. L'efficacité des traitements contre la rouille brune par rapport aux parcelles non-traitées a été évaluée pour chaque programme.

Dans ces 2 essais, le seul programme qui contrôlait parfaitement la rouille brune (> 99%) consistait en un traitement unique à la dernière feuille avec 1 L de Velogy Era (P4), un mélange de prothioconazole et de benzovindiflupyr. C'est surtout le benzovindiflupyr qui est à l'origine d'une telle efficacité. Cette nouvelle matière active de type SDHI confirme ainsi son excellente efficacité contre la rouille brune ainsi que sa très longue rémanence, évaluée à plus de 6 semaines sur cette maladie. Les 5 autres programmes (P18, P17, P13, P9 et P10), qui ont permis un contrôle de la rouille brune proche des 95%, ont pour point commun un traitement au stade 32 avec un triazole suivi d'un traitement relais à dose pleine à l'épiaison avec un produit SDHI. Un traitement hâtif (stade 32) même à dose réduite à cette saison a considérablement aidé à

contrôler l'épidémie de rouille. Ceci est particulièrement visible en observant les résultats obtenus avec le produit de type SDHI seul au stade épiaison (P5).

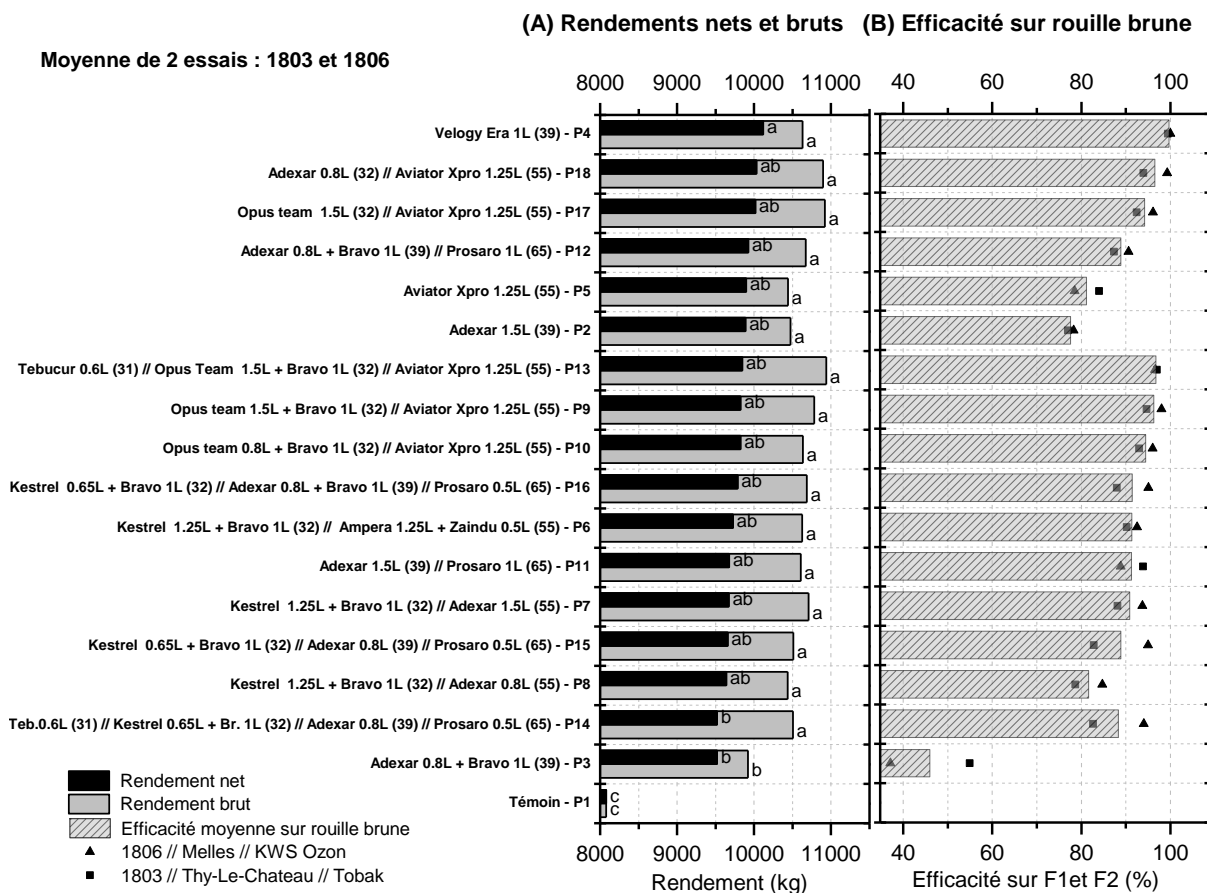
La rouille brune est un pathogène biotrophe qui nécessite des plantes vivantes pour survivre. En Belgique, les cultures de blé sont généralement récoltées 2 à 3 mois avant que les nouvelles cultures emblavées n'émergent. Entre deux cultures, la rouille brune survit donc principalement sur les repousses ainsi que sur certaines graminées. A partir de ces plantes, elle infecte ensuite les nouveaux champs emblavés lors de la levée des plantes. Ce phénomène de survie entre les cultures porte le nom anglais de « green bridge » ou « pont vert ». Il est favorisé par une forte pression de rouille durant la saison précédente ainsi que par des automnes humides permettant les infections des jeunes emblavures. En cas d'hiver peu rigoureux, la rouille brune survit sur les jeunes emblavures et les premiers symptômes apparaissent au printemps suivant. Durant les années caractérisées par des hivers très froids, les épidémies sont en général plus tardives. La rouille brune implantée dans le champ aura du mal à survivre aux faibles températures et l'inoculum primaire proviendra alors principalement de régions plus chaudes où l'épidémie s'est déjà développée. Dans cette situation, les symptômes apparaissent généralement directement sur les feuilles supérieures.

Il est fort probable qu'entre la saison 2017 et la saison 2018, le phénomène de « pont vert » ait bien fonctionné pour la rouille brune. En effet, la pression de rouille brune était forte en 2017, et de nombreux épisodes pluvieux furent enregistrés du mois d'août à décembre 2017 favorisant les repousses et leur infection par la maladie. Cette dernière a pu par la suite contaminer les champs fraîchement levés. Ensuite, l'hiver relativement doux a favorisé la survie de la rouille dans nos contrées. Elle était donc déjà bien installée dans les plantes même si les symptômes n'étaient pas encore visibles. Il est même probable que sans les périodes de froid de février et mars, les premiers symptômes de rouille brune auraient été observés encore plus tôt. C'est donc pour cette raison que les traitements au stade 32 ont eu un effet très significatif sur le contrôle de la maladie. Bien que les premiers symptômes de rouille brune n'aient été détectés qu'au stade 39, les programmes plus tardifs de type « st39//st65 » présentent globalement de moins bons résultats d'efficacité.

Cette saison, la réduction de dose en fin de programme a aussi diminué fortement l'efficacité du programme (P8, P14, P15 et P16).

- Le Velogy Era s'impose comme une des nouvelles références en lutte contre la rouille brune. Ce produit est très efficace et possède une très longue rémanence sur cette maladie.
- En cas d'hiver relativement doux, les traitements au 2<sup>ème</sup> nœud peuvent avoir un effet très significatif sur le développement des épidémies de rouille brune.
- Lorsque la pression de rouille brune est forte et précoce, la réduction de dose en fin de programme ne permet pas toujours de conserver une bonne rémanence jusqu'à la fin du remplissage des grains.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies



**Figure 5.13 – (A) Comparaison des moyennes des rendements brut et net obtenus dans les 2 essais les plus touchés par la rouille brune (essai de Melles sur KWS Ozon et essai de Thy-le-Château sur Tobak). (B) Efficacité moyenne des programmes contre la rouille brune. 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. Les tests statistiques ont été effectués sur les rendements relatifs par rapport au témoin. (Anova,  $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$ ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).**

### 1.4.6 Un essai particulièrement intéressant

Pour clôturer l'analyse des résultats du réseau d'essais fongicides wallon, un essai est présenté séparément. Il s'agit de l'essai mené à Ath sur la variété Henrik, le seul essai où la septoriose s'est fortement développée. En effet, fin juin, plus de 70% de la surface des 2 dernières feuilles était couverte par la septoriose, les 30% restant par la rouille brune. Dans cet essai, les rendements nets sont tous égaux (Figure 5.14), comme expliqué dans le paragraphe précédent (point 1.4.4). Les programmes ont donc été classés par ordre de gain de rendement brut pour souligner certaines observations.

Les 2 programmes en tête du classement comprenaient 3 ou 4 traitements à doses réduites (P14 et P16). Ils ont eu une très bonne efficacité sur la septoriose et ont aussi permis de contrôler l'épidémie modérée de rouille brune. Ces 2 programmes suivaient les principes de l'alternance



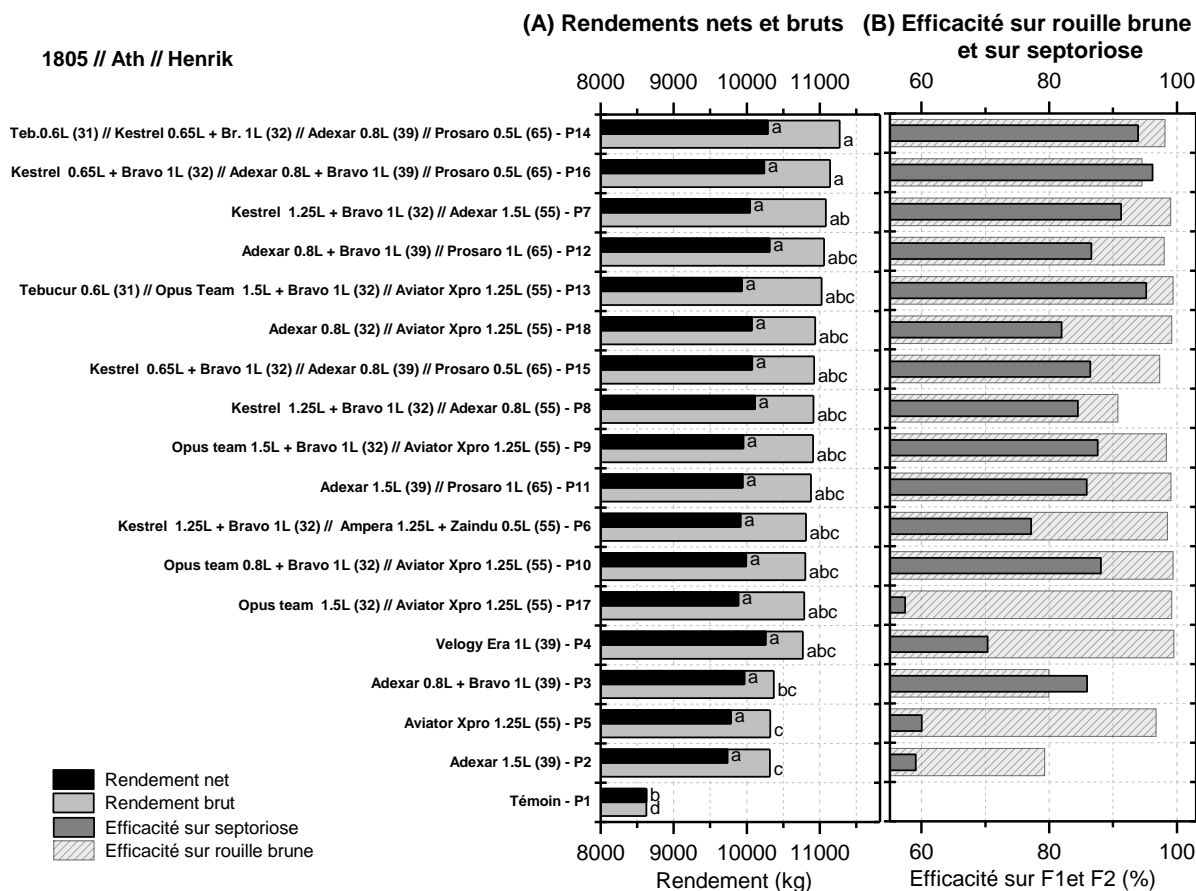
et du mélange des matières actives utilisées et incluaient tous deux un fongicide multi-sites ainsi qu'un fongicide SDHI. Les 2 autres programmes qui ont permis de contrôler efficacement la septoriose comprenait aussi 3 traitements (P13 et P15) ainsi que l'utilisation d'un multi-sites et d'un SDHI.

La plupart des programmes qui n'impliquaient pas l'utilisation de chlorothalonil ne contrôlaient pas suffisamment la septoriose (P2, P4, P5, P17 et P18). Ceci est particulièrement visible lorsque les résultats d'efficacité du programme P17 sont comparés au même programme comprenant un apport de Bravo au 2<sup>ème</sup> nœud (P7). Ainsi, le chlorothalonil au stade 2<sup>ème</sup> nœud a permis d'augmenter l'efficacité contre la septoriose de quasiment 30%.

Comme il est expliqué dans le point 1.3, le Bravo n'est désormais plus autorisé au stade 32. Son agréation a été reportée au stade 39. Bien que d'autres produits contenant du chlorothalonil soient toujours autorisés au stade précoce, il est intéressant de savoir si le produit est toujours pertinent au stade 39 (ex. P12). Dans l'essai d'Ath présenté ici, le chlorothalonil a aussi joué un rôle pour contrôler la septoriose lorsqu'il était appliqué au stade 39 (P3 vs P2) car la septoriose n'avait pas encore contaminé les deux dernières feuilles. Une section de ce chapitre est dédiée à cette problématique (point 1.3). Un programme avec deux traitements SDHI sans multi-sites n'est pas suffisant contre la septoriose (P18). D'autre part, un programme (P6) avec un multi-sites mais ne comprenant pas de SDHI offre aussi un résultat d'efficacité contre la septoriose insatisfaisant. Toutes ces constatations prises ensemble témoignent très clairement du fait que les résistances aux produits fongicides progressent. Il est donc primordial de respecter des règles simples pour freiner le développement des résistances aux fongicides de la septoriose. Un chapitre dans le Livre Blanc est pour la première fois entièrement dédié à cette problématique.

- La septoriose est de plus en plus difficile à contrôler dans les champs. C'est la conséquence de la progression de la résistance aux fongicides dans les populations de septoriose.
- Il est primordial de respecter certaines règles simples pour freiner la résistance :
  - Utiliser des variétés moins sensibles à la septoriose
  - Adapter l'utilisation des fongicides à la pression de la saison
  - Mélanger les matières actives
  - Alternner les matières actives
  - Intégrer un produit multi-sites dans son programme
  - N'utiliser qu'un produit SDHI par saison

## 5. Lutte intégrée contre les maladies



**Figure 5.14 – (A) Comparaison des moyennes des rendements brut et net obtenus dans l’essai de Ath sur Henrik. (B) Efficacité moyenne des programmes contre la septoriose et la rouille brune. 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. Les tests statistiques ont été effectués sur les rendements relatifs par rapport au témoin. (Anova,  $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$ ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).**

### 1.5 La résistance de *Zymoseptoria tritici*, agent de la septoriose, aux fongicides : Où en est-on ?

A. Clinckemaillie

#### 1.5.1 La résistance aux produits phytopharmaceutiques, une problématique sans fin

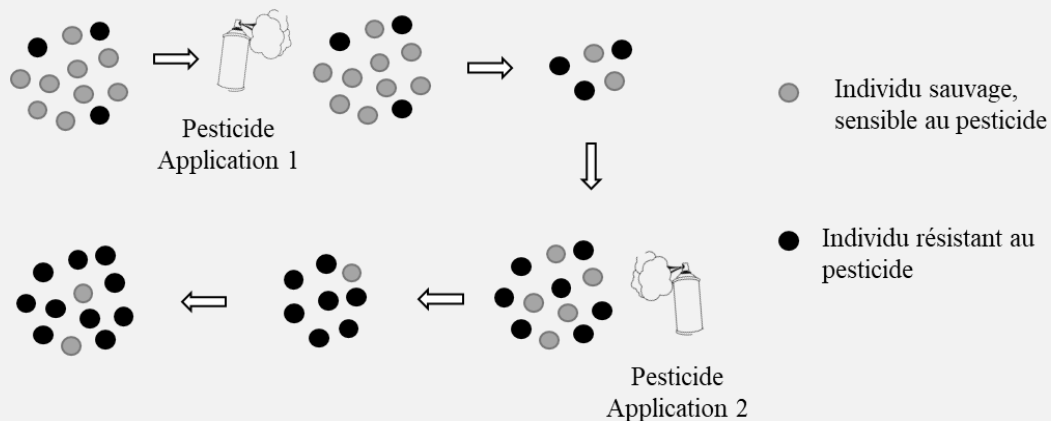
Dans notre agriculture moderne, les produits de protection des plantes (PPP) contribuent grandement à la productivité des cultures en réduisant l’impact des ravageurs sur la qualité et sur le rendement. Cependant, les PPP présentent également une série d’inconvénients, notamment leurs impacts sur l’environnement et les risques liés à la santé humaine. Un effet

supplémentaire à l'utilisation répétée de produits phytopharmaceutiques est l'apparition de résistance dans les populations de ravageurs ciblés.

### Mais qu'est-ce qu'une résistance et comment apparait-elle ?

La résistance aux produits phytopharmaceutiques (PPP) est une caractéristique naturelle et héritable qui confère à certains individus de survivre à des doses de produits phytopharmaceutiques qui tueraient ou inhiberaient des individus sensibles de la même espèce.

La capacité de résistance touche à la fois les molécules d'origine naturelle ou d'origine synthétique et est déterminée par la mise en place de mécanismes de résistance **naturellement** présents chez certains individus. **Lors de l'application d'un pesticide, une pression de sélection va être exercée sur la population.** Cette pression va sélectionner les individus les plus résistants qui continueront de se développer.



**LES PPP NE CRÉENT PAS LA RÉSISTANCE, ILS NE FONT QUE LA RÉVÉLER !**

Les PPP sont composés d'une ou de plusieurs substance(s) active(s), de solvants et d'adjuvants. Les substances actives utilisées ciblent et enrayent des processus biochimiques clés dans le développement et la survie du pathogène comme les processus de respiration cellulaire, la division cellulaire, le métabolisme des glucides, la biosynthèse de protéines ou d'acides aminés.

### Pourquoi certaines substances actives sont-elles plus facilement touchées par la résistance que d'autres ?

Les substances actives peuvent cibler un ou plusieurs modes d'action. Les substances dites **uni-site** 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 de PPP peuvent ne plus la reconnaître et deviennent inactives. Les substances uni-site sont dès lors plus vulnérables face à la résistance comparativement aux molécules dites **multi-sites** 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.

Un ravageur peut devenir résistant à un pesticide donné grâce à la mise en place de plusieurs mécanismes de résistance. Quatre mécanismes bien distincts ont été découverts chez les champignons et largement décrits dans la littérature scientifique (Figure 5.15).

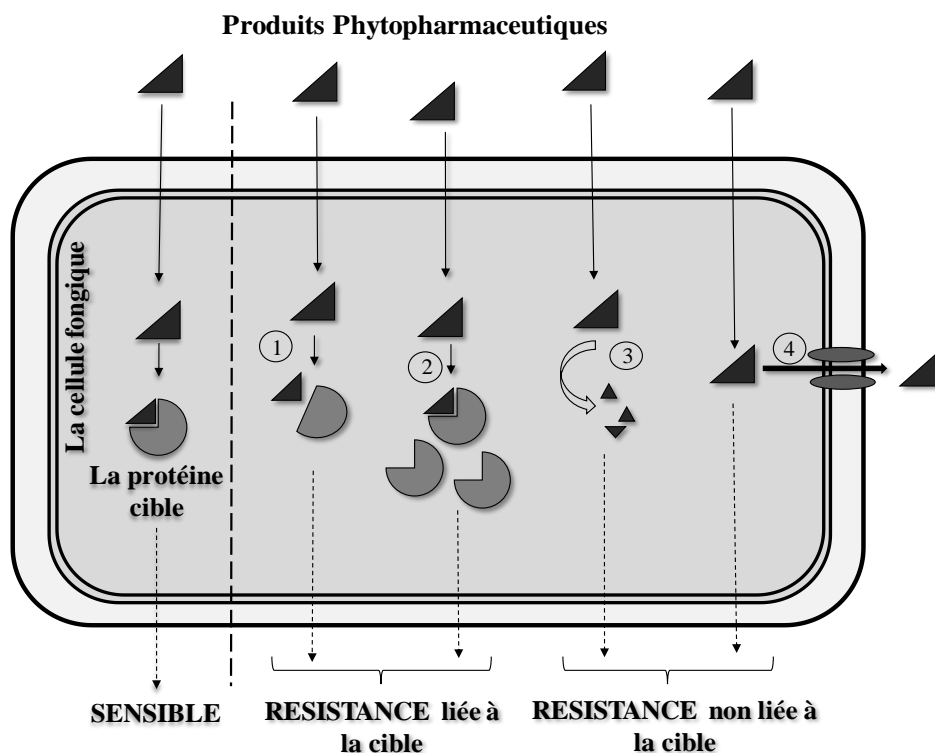


Figure 5.15 – Mécanismes de résistance pour les produits phytopharmaceutiques uni-sites (1) Résistance par modification de la cible, (2) Résistance par surexpression de la cible, (3) Résistance par détoxification, (4) Résistance par excrétion.

1. **Résistance par modification de cible.** Lors de la division cellulaire, des mutations (erreurs de recopiage) peuvent apparaître aléatoirement dans l'ADN du ravageur et aboutir à une modification de la protéine cible du PPP. A cause de cette modification, la protéine ne sera plus ou sera moins reconnue par la substance active entraînant l'apparition d'une résistance.
2. **Résistance par surexpression de la cible.** La protéine produite n'est ici plus modifiée mais sa production dans les cellules est démultipliée. Face à un tel phénomène, la quantité normale de matière active ne suffit pas à inhiber l'activité de la protéine.
3. **Résistance par détoxification.** Tous les organismes vivants sont dotés de fonctions épuratives (dégradation ou séquestration) qui leur permettent de se débarrasser de leurs propres déchets mais aussi de molécules étrangères, comme celles utilisées dans les PPP.
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. Ce mécanisme n'est pas spécifique à une seule famille chimique et est rencontré chez les souches de microorganismes pathogènes de type MDR (MultiDrug Resistant).

La diversité des mécanismes de résistance ainsi que la forte spécificité et la faible diversité des matières actives uni-site rendent généralement l'apparition de résistances chez les pathogènes inévitables. Certains pathogènes comme la septoriose sont mieux armés pour accélérer ce processus.

### **1.5.2 Pourquoi le pathogène *Zymoseptoria tritici*, responsable de la septoriose sur froment, développe-t-il si facilement des résistances aux fongicides ?**

#### **Un pathogène fait pour résister !**

Dans nos régions, la septoriose reste la maladie la plus importante en culture de froment bien que fort discrète ces 2 dernières saisons. Cette maladie causée par le champignon *Zymoseptoria tritici* peut engendrer des pertes de rendement allant jusqu'à 50%. Ce pathogène présente un potentiel évolutif important et tous les critères nécessaires à l'apparition rapide de résistances au sein de sa population :

- **Un cycle de vie complexe.** Ce pathogène peut coexister dans la nature sous deux formes qui diffèrent par leur mode de reproduction, respectivement asexuée et sexuée, ainsi que par leur mode de dispersion. La reproduction sexuée va amener à une recombinaison génétique qui augmente la diversité génétique dans les populations de *Z. tritici*. Quant au cycle de reproduction asexuée (multiplication clonale), il permet une multiplication rapide et « à l'identique » des individus les mieux adaptés de l'année. Cette coexistence de deux formes pendant la saison culturale et la très grande diversité des souches en champs (plusieurs souches génétiquement différentes sont retrouvées sur une même feuille) confèrent à cette espèce un potentiel évolutif important qui favorise l'apparition de résistance.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

- **Plusieurs mécanismes de résistance.** Le degré de résistance sera plus grand si plusieurs mécanismes de résistance sont impliqués. Des études ont montré que *Z. tritici* est capable de mettre en place plusieurs mécanismes, comme la modification et la surexpression de cible ainsi qu'un mécanisme d'excrétion, contre une ou plusieurs familles chimiques différentes.

### Une lutte basée sur l'application de fongicides !

Malheureusement, aucune variété de blé n'est complètement résistante à la septoriose. L'application de fongicides tant uni-site que multi-sites reste donc fortement utile pour contrôler efficacement cette maladie. Parmi les fongicides uni-site, deux grandes familles sont principalement utilisées dans la lutte contre la septoriose. Il s'agit des inhibiteurs de la déméthylation (IDM, famille des triazoles) et des inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHI, famille des carboxamides). Parmi les fongicides multi-sites, le chlorothalonil est souvent utilisé en combinaison avec un triazole et/ou une carboxamide pour renforcer l'efficacité du traitement et retarder l'apparition de résistance.

Durant ces quinze dernières années, l'utilisation de ces familles de fongicide a évolué en Région wallonne (Figure 5.16). De manière générale, les IDM et les multi-sites restent, au cours du temps, les familles les plus utilisées en froment d'hiver. Une augmentation de l'utilisation des SDHI est observée à partir de 2007, année correspondant à l'agrégation du boscalid en froment sur le marché belge. Concernant les inhibiteurs externes de la quinone (QoI, famille des strobilurines), une diminution de leur utilisation est observée à partir de 2008. Ceci est à mettre en parallèle avec l'apparition de résistance quasi-totale dans les populations de septoriose générant une perte d'efficacité importante.

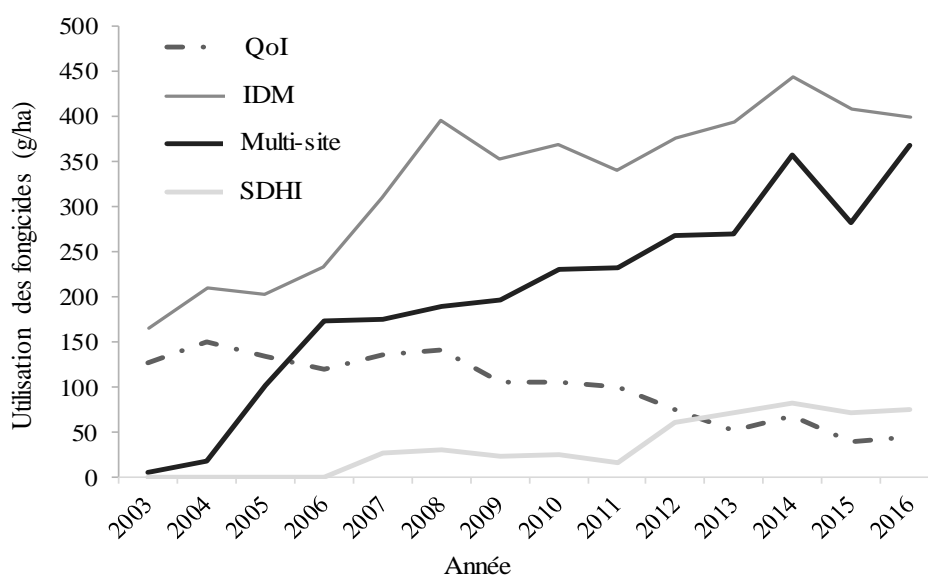


Figure 5.16 – Evolution entre 2003 et 2016 de l'utilisation des fongicides en culture de froment d'hiver en Région wallonne les données sont exprimées en g/ha (QoI = inhibiteur externe de la quinone ; IDM = inhibiteur de la déméthylation, SDHI= inhibiteur de la succinate déshydrogénase).

### 1.5.3 Quel avenir pour la lutte chimique en septoriose du point de vue des résistances ?

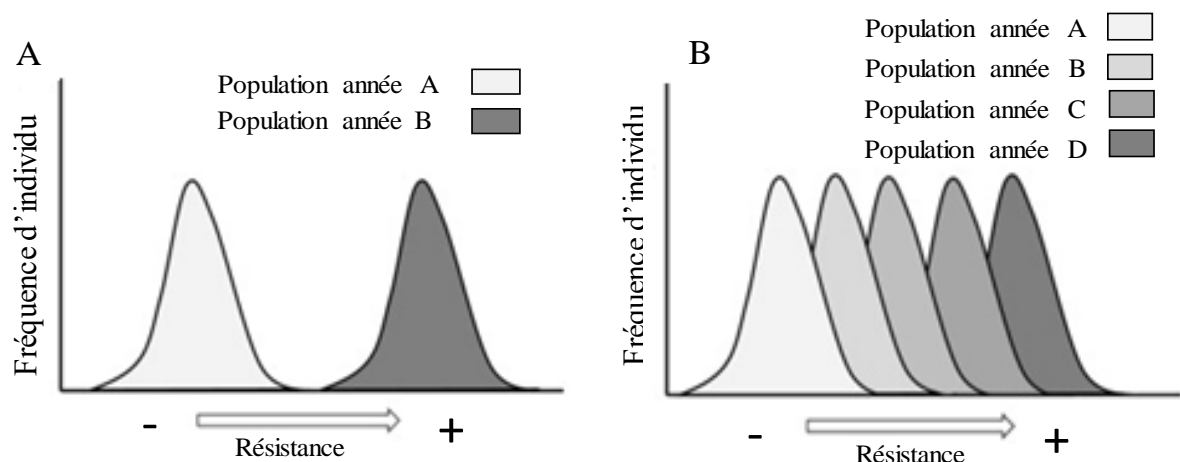
**Il faut bien garder en mémoire que :**

(1) les modes d'action des fongicides utilisés contre la septoriose diffèrent selon la famille de fongicides utilisés

(2) le pathogène peut mettre en place différents mécanismes de résistance.

Des différences au niveau de la résistance et de la façon dont elle s'exprime sur l'efficacité du produit au champ peuvent dès lors apparaître. Pour certaines familles (ex. strobilurines), l'efficacité s'est totalement effondrée sur quelques années, laissant peu d'avenir à cette substance active dans la lutte contre la septoriose. Pour d'autres (ex. triazoles), l'érosion de l'efficacité est plus lente permettant de garder, malgré la résistance, des performances importantes quand elles sont utilisées à dose pleine.

L'exemple le mieux connu d'une perte brutale d'efficacité est sûrement celui des strobilurines. C'est un exemple de **résistance dite totale** liée à une mutation ponctuelle dans un gène impliqué dans la respiration cellulaire (cytochrome b). Les individus possédant cette mutation deviennent totalement résistants aux strobilurines. Il n'a fallu que quelques années d'utilisation de produits de cette famille chimique pour apercevoir les premiers cas de résistance aux strobilurines au sein de plusieurs espèces de champignons. Cette résistance a été observée chez *Z. tritici* en Belgique pour la première fois en 2002 et le passage entre une population majoritairement sensible à une population comprenant une part significative d'individus résistants a été très rapide (Figure 5.17A).



**Figure 5.17 – La courbe en cloche (courbe de Gauss) représente la distribution des individus d'une population en fonction de leur résistance à une molécule donnée. Au cours du temps, la résistance moyenne de cette population peut changer et se déplacer vers la droite à mesure que cette population devient plus résistante. Cette évolution vers une population plus résistante peut se faire (A) en peu de temps comme dans le cas d'une résistance dite totale ou (B) plus lentement, année après année, comme dans le cas d'une résistance partielle.**

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

Contrairement aux QoI, le développement de résistances chez les IDM et SDHI est **une résistance dite partielle** qui apparaît par étape, année après année (Figure 5.17B). Néanmoins, les principaux triazoles (prothioconazole, tebuconazole et epoxiconazole) et SDHI (benzovindiflupyr, bixafen, boscalid, fluxapyroxad et isopyrazam) gardent de bonnes performances quand ils sont utilisés à dose pleine. Au niveau des mécanismes de résistance mis en place par la septoriose, trois mécanismes sont reportés :

1. des **mutations** ponctuelles dans les gènes CYP51 pour les IDM et au sein des sous-unités B, C ou D de la succinate déshydrogénase pour les SDHI. Ces mutations ont pour conséquence une modification de la cible visée par les fongicides,
2. une **surexpression** de ce gène augmentant le nombre de copies de l'enzyme devant être neutralisé par les fongicides,
3. un **efflux** des fongicides hors de la cellule grâce à une augmentation des transporteurs membranaires dans chaque cellule du champignon.

### **1.5.4 Etat des lieux de la situation wallonne !**

Depuis une dizaine d'années, peu de données en Région wallonne ont été obtenues concernant les niveaux de résistance au PPP des organismes nuisibles en froment. Le projet **RESIST** mis en place au CRA-W début 2018 vise à développer des méthodes de routine pour quantifier et caractériser la résistance aux PPP en froment, à cartographier les types et les niveaux de résistance en Wallonie et à concevoir et éprouver des stratégies assurant le contrôle des organismes nuisibles tout en minimisant le risque de résistance. Pour l'instant, les résistances pour les deux organismes les plus nuisibles en culture du froment à savoir le vulpin (voir partie « 2. Lutte contre les mauvaises herbes ») et *Z. tritici* sont étudiés.

Concernant la septoriose, des échantillons de plantes infectées ont été collectés en 2016, 2017 et 2018. Ces collectes ont été réalisés soit dans des champs d'agriculteurs soit dans le réseau d'essais fongicides wallon. Des souches de *Z. tritici* ont été prélevées à partir de ces échantillons de plantes.

L'analyse de ces différents échantillons a déjà permis de remettre à jour les niveaux de résistance pour différentes matières actives en Région wallonne.

#### **Résistance aux IDM : une forte progression des phénotypes résistants !**

Afin d'évaluer le niveau de résistance aux IDM de la septoriose en Région wallonne, les sensibilités de souches isolées en 2008 et 2009 issues de la collection du laboratoire de l'UCLouvain, ont été comparées à celles de souches prélevées dans des parcelles non traitées des essais en réseau en 2016 et 2017 (les résultats 2018 sont en cours d'analyse). Ces analyses ont été réalisées pour deux triazoles : le prothioconazole et le tebuconazole. Les résultats obtenus<sup>13</sup> montrent que les souches collectées en 2016 et 2017 sont plus résistantes au prothioconazole (déplacement de la courbe vers la droite) que les souches de 2008-2009. En

---

<sup>13</sup> Mémoires de fin d'études d'Alice Nysten et Lucas Yzerbyt - UCLouvain 2018.



revanche dans le cas du tebuconazole, les niveaux de résistance ne semblent pas avoir augmenté depuis 2008-2009 (Figure 5.18).

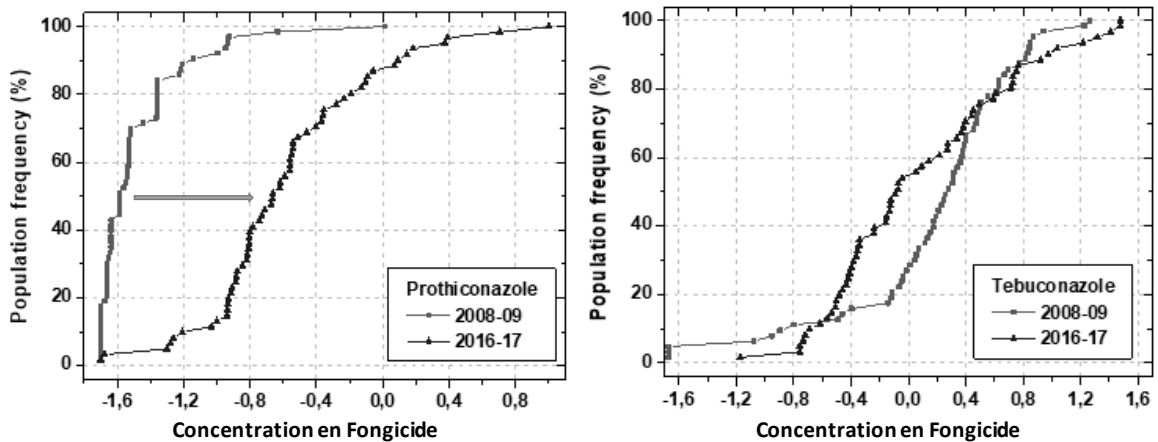
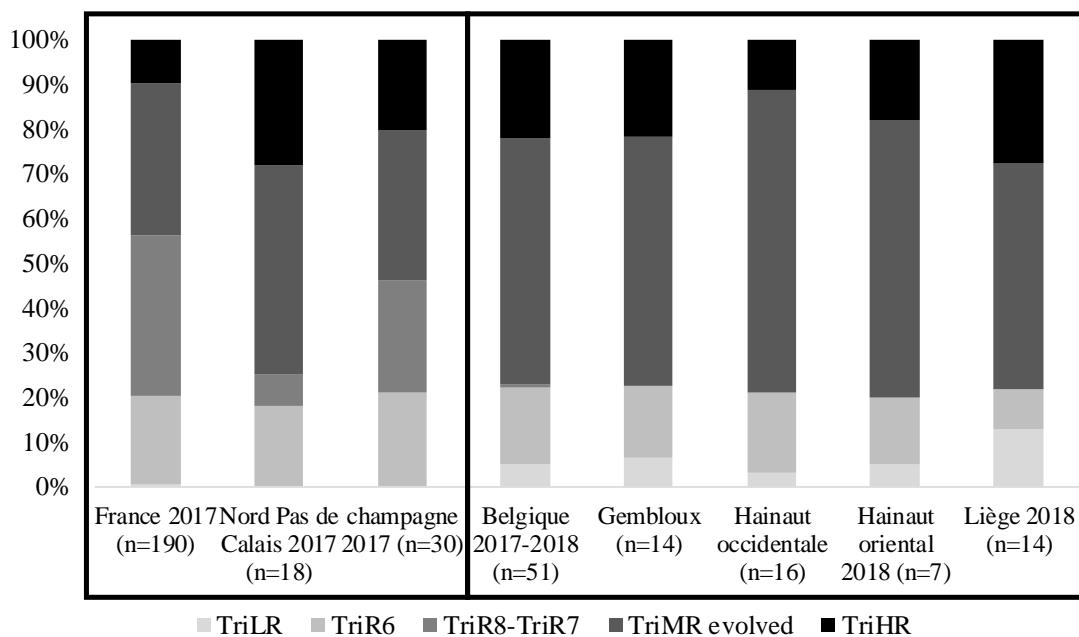


Figure 5.18 – Evolution de la résistance au tebuconazole et au prothioconazole de souches de *Z. tritici* isolées en 2008-2009 et en 2016-2017 dans des parcelles non traitées des essais en réseau (Partenariat UCLouvain-CRA-W) Les concentrations en fongicides sont exprimées en Log d'EC50 ( $\mu\text{g/ml}$ ).

Des populations collectées en 2017 et 2018 ont également été classées en phénotypes de résistance aux IDM grâce à l'utilisation de tests identiques à ceux utilisés à l'INRA BIOGER en France. Les phénotypes (TriR) génétiquement différents des individus sensibles/sauvages (TriS), sont répartis selon leur niveau de résistance en trois classes : les phénotypes résistants avec des niveaux de résistance faibles (TriLR), modérés (TriMR) et élevés (TriHR). Au sein des TriMR, une sous-division peut encore être réalisée en TriR6, TriR7+TriR8 et TriMR évolué. Les souches classées parmi les phénotypes TriR6 et TriR7+TriR8 sont des phénotypes connus avant 2008 avec des niveaux moyens de résistances. Le phénotype TriMR évolué possède de nouvelles combinaisons de mutation avec des facteurs de résistance plus élevés. La figure 5.19 reprend les différentes classes de chaque phénotype pour l'ensemble des échantillons collectés dans les champs des agriculteurs en 2017 et 2018. Une comparaison est réalisée avec des souches collectées et analysées par l'INRA dans le nord de la France.

En région wallonne, les populations de *Z. tritici* sont majoritairement moyennement résistantes (TriMR) aux triazoles. Cette classe représente 73% des échantillons testés (Figure 5.19). Il est à noter que la plupart des populations sont des « TriMR évoluées » (55% des populations analysées). Ces populations présentent des niveaux de résistance assez forts à un ou plusieurs triazoles. Ces niveaux de résistance sont liés à la sélection de nouvelles combinaisons de mutation dans le gène cible des IDM, à savoir le gène CYP51, en particulier des combinaisons intégrant la substitution S524T conférant des facteurs de résistances élevées face aux triazoles et particulièrement au prothioconazole. Il est à noter également que les phénotypes TriR7+TriR8, encore fort présents en France, sont quasiment inexistantes en Belgique.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies



**Figure 5.19 – Répartition des différents phénotypes de résistance aux IDM pour *Z. tritici*. Les phénotypes (TriR) génétiquement différents des individus sensibles/sauvages (TriS), sont répartis selon leur niveau de résistance en trois classes : les phénotypes résistants avec des niveaux de résistance faibles (TriLR), modérés (TriMR) et élevés (TriHR). Au sein des TriMR, une sous-division peut encore être réalisée en TriR6, Tri7 + TriR8 et les TriMR évoluées.**

Les populations hautement résistantes (**TriHR**) représentent environ 20% des échantillons analysés. Ces populations présentent des niveaux élevés de résistance à tous les triazoles et sont faiblement résistantes aux SDHI. Ce niveau de résistance s’explique par l’acquisition d’un nouveau mécanisme de résistance qui permet d’excréter le fongicide efficacement hors de la cellule fongique. Ces phénotypes sont appelés MDR pour MultiDrug Resistant.

La répartition des différents phénotypes est assez homogène au sein de la Région wallonne. La prévalence des différents phénotypes est par ailleurs fort semblable à celle rencontrée dans le nord de la France.

La figure 5.20 reprend l’emplacement des différents échantillonnages de population pour 2018 en Région wallonne. Pour chaque population, la proportion en souches les plus résistantes (TriMr évoluée et TriHR) a été calculée. Il en ressort que toutes les populations testées possèdent des souches TriMR évoluées et TriHR avec des pourcentages allant de minimum 50% jusqu’à 100% des souches de la population testée.

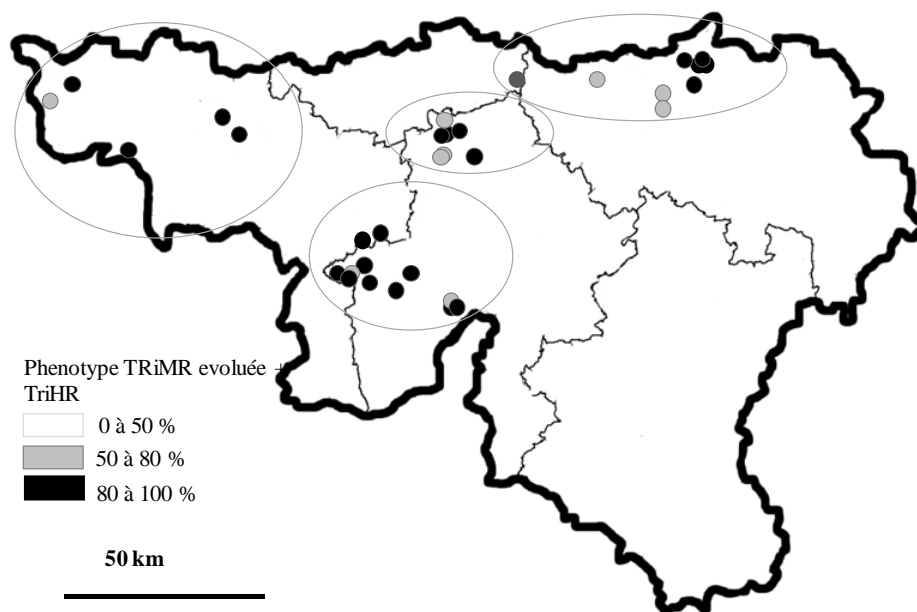


Figure 5.20 – Lieux de prélèvement des échantillons pour le projet RESIST en 2018. Pourcentage de phénotypes TriMR évolué et TriHR au sein des populations de septoriose échantillonnées.

### Résistance aux strobilurines

Des tests de croissance sur milieu contenant de l'azoxystrobine (QoI) montrent que la population de *Z. tritici* en Région wallonne est devenue majoritairement résistante avec 98% des souches résistantes à cette matière active en 2017 et 2018.

### Résistance aux SDHI

Comme pour les triazoles, une comparaison a été réalisée entre les niveaux de résistance de souches collectées en 2008-2009 et 2016-2017 pour deux SDHI : 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...). Les résultats montrent<sup>14</sup> que les souches collectées en 2008-2009 sont plus sensibles que les souches collectées en 2016 et 2017 pour les deux matières actives (Figure 5.21). 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'étant pas fortement utilisé en froment, l'augmentation avec le temps de la résistance des souches de septoriose à cette substance active pourrait quand même indiquer l'existence d'une certaine résistance croisée avec les autres SDHI.

<sup>14</sup> Mémoires de fin d'études d'Alice Nysten et Lucas Yzerbyt - UCLouvain 2018.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

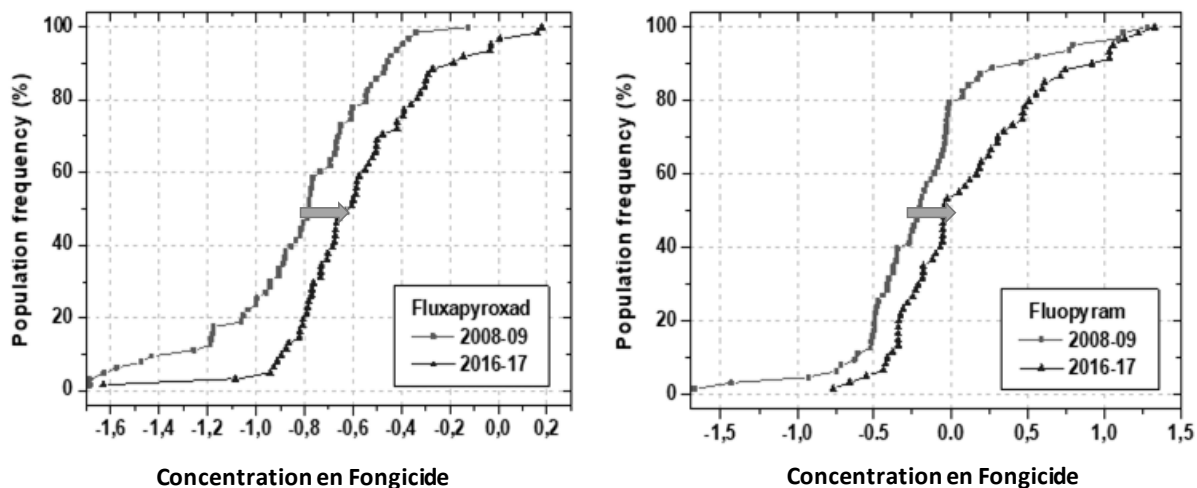


Figure 5.21 – Evolution de la résistance au fluxapyroxed et au fluopyram de souches de *Z. tritici* isolées en 2008-2009 et en 2016-2017 dans des parcelles non traitées des essais en réseau (Partenariat UCLouvain-CRA-w). Les concentrations en fongicides sont exprimées en Log d'EC50 (µg/ml).

La résistance aux SDHI peut être le fruit de mutations au sein des sous-unités B, C ou D de la succinate déshydrogénase. Plusieurs génotypes ont déjà été caractérisés dans les populations européennes et ont été associés à des niveaux de résistance faibles à forts.

En Belgique, certaines mutations ont été mises en évidence parmi les souches analysées. Ces mutations déjà rapportées dans d'autres pays sont reliées à des niveaux faibles de résistance. Cependant, la présence de niveau élevé de résistance au SDHI chez les souches de septoriose a également été détectée dans un échantillon sur les 11 (~10%) collectés en 2017 et 22 échantillons sur les 40 (~50%) collectés en 2018.

### 1.5.5 Conseils dans la lutte contre la résistance :

#### Stratégie d'utilisation de la lutte chimique

La gestion de la résistance en lutte chimique peut s'entreprendre de multiples manières. Il s'agit en pratique d'optimiser leur utilisation en respectant quelques règles de base telles que :

- **Adapter le nombre de traitement à la pression de maladies**
- **Alterner** les substances actives et/ou les modes d'action d'une application à l'autre
- **Mélanger** des substances actives possédant des modes d'action différents
- Associer un **fongicide multi-sites** avec un uni-site.
- Utiliser les **SDHI une fois par saison**

### Méthodes alternatives à la lutte chimique comme outils de gestion de la résistance

L'utilisation de méthodes alternatives à la lutte chimique permet de contrôler de manière équivalente les individus résistants et sensibles. Ces moyens entrent donc indirectement dans la gestion des résistances aux fongicides. Il peut s'agir de **méthodes prophylactiques** ou de techniques culturales visant essentiellement à réduire l'inoculum primaire (labour, rotation, gestion des réservoirs plantes hôtes, décalage de la date de semis, réflexion sur la densité de semis, ...). Le recours à des **variétés résistantes** reste également un moyen de lutte intéressant même s'il est aussi soumis à l'apparition de résistances (contournement progressif par la septoriose des résistances variétales). Dès lors, il est important d'intégrer les différentes méthodes de lutte, permettant ainsi de maximiser l'hétérogénéité de la sélection subie par les populations fongiques, et ce, afin d'accroître la durabilité des différentes méthodes de lutte.

### **1.6 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 céréales peut difficilement se baser sur les seuls conseils généraux tels que ceux diffusés hebdomadairement par le CADCO. **L'agriculteur devra toujours utiliser ceux-ci en fonction des conditions phytotechniques de sa parcelle ainsi que de ses propres évaluations sanitaires.**

#### **1.6.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants**

Beaucoup de pathogènes peuvent être détectés dans une culture de céréale, mais tous n'ont pas la même importance. Cela dépend du contexte. L'évaluation sanitaire d'un champ n'est donc 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 pour les 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.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

### 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 après le stade épi à 1 cm (31). Les traitements appliqués à ce moment-là ont une efficacité qui dépasse rarement les 50 %. Lorsqu' ils sont réalisés après le stade 2<sup>ème</sup> 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 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. La maladie se conserve 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) 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 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 conseillé de surveiller les cultures dès la sortie de l'hiver. Pour les variétés les plus sensibles, un traitement au stade 1<sup>er</sup> 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<sup>ème</sup> nœud (32). La plupart des triazoles (epoxiconazole, tebuconazole, prothioconazole, cyproconazole) utilisées à dose correcte sont efficaces contre la rouille jaune. L'association d'une strobilurine à une 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 culture 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. La plupart du temps de telles interventions se révèlent inutiles. Un traitement contre cette maladie ne doit être envisagé que lorsque les dernières feuilles complètement formées sont contaminées. Il faut suivre l'évolution de la maladie. L'oïdium qui reste dans les étages inférieurs ne doit pas être traité.

Le manque de maladie n'a pas permis d'acquérir beaucoup d'expérience propre concernant l'efficacité des produits. Des quelques essais ainsi que d'autres constatations faites par ailleurs, il ressort que les substances actives les plus efficaces sont le cyflufenamide  $\approx$  la metrafenone  $\geq$  le fenpropidine  $\approx$  fenpropimorphe<sup>15</sup>  $\approx$  la spiroxamine  $\approx$  le quinoxyfen<sup>14</sup>. La pyriofenone n'a pas encore pu être éprouvée contre l'oïdium. Leur utilisation, 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 infection plus efficace des 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 repiquage 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.

Les variétés présentent des sensibilités assez contrastées vis-à-vis de cette maladie, mais aucune

---

<sup>15</sup> Produits dont l'agrément n'est pas renouvelé

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

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<sup>ème</sup> 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 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<sup>ème</sup> nœud (32) est nécessaire, l'utilisation des SDHI sera préférentiellement réservée pour le second traitement. Au stade 2<sup>ème</sup> nœud et jusqu'à l'épiaison, l'adjonction de chlorothalonil aux triazoles permet des solutions techniquement et économiquement intéressantes.

### 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 très « 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 certaines triazoles (epoxiconazole, tebuconazole, cyproconazole et prothioconazole). Le mélange de ces deux familles permet des solutions très efficaces. Le benzovindiflupyr est le SDHI le plus efficace sur la rouille brune. En cas de traitement unique entre le stade dernière feuille complètement sortie et l'épiaison, le choix se portera idéalement sur un mélange de strobilurine, SDHI et triazole.

### 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 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 toxigène mais, tout comme *Fusarium spp.*, peut être responsable de perte de



rendement.

Le contrôle de la fusariose passe avant tout par des moyens prophylactiques qui sont principalement l'utilisation de variétés moins sensibles et le labour soigné avant l'implantation d'un froment 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.*

### **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, on peut donc s'attendre à un accroissement des situations concernées par cette maladie.

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.

### **1.6.2 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 en 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.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

La synthèse des essais variétaux (CPL VEGEMAR, CARAH, Gx-ABT, CRA-W) présentée dans l'édition Livre Blanc de septembre 2018<sup>16</sup> 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 5.8 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 CADCO 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 et surtout 1 an, la résistance à certaines maladies restent 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 CADCO). 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 redressement-1<sup>er</sup> 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.

---

<sup>16</sup> Disponible sur le site internet du Livre Blanc Céréales : [www.livre-blanc-cereales.be](http://www.livre-blanc-cereales.be)

**Tableau 5.8 – Sensibilité aux maladies et impact sur le rendement en absence de protection fongicide.**

Variété (*)	Septoriose	Rouille brune	Rouille jaune	Perte de rendement	
				en %	en quintaux/ha
Absalon (2)	++	+	++	8	9
Albert (4)	++	-	++	20	22
Alcides (3)	++	+	++	12	14
Amboise (2)	++	++	++	13	15
Anapolis (5)	-	--	++	20	23
Andromède CS (2)	=	-	++	17	20
Benchmark (4)	-	--	--	28	31
Bennington (2)	=	--	=	34	42
Bergamo (5)	-	=	+	21	24
Boregar (5)	=	--	=	21	22
Chevignon (2)	+	=	++	17	21
Complice (3)	--	--	=	20	19
Edgar (5)	+	=	++	17	19
Faustus (3)	+	--	+	18	19
Filon (2)	=	+	++	10	10
Gedser (4)	=	--	+	23	25
Gleam (2)	-	--	+	26	33
Graham (5)	=	-	++	21	24
Gustav (3)	=	+	-	21	24
Henrik (5)	-	=	++	22	26
Hyking (3)	-	=	+	21	23
Imperator (2)	+	++	++	10	11
Imposanto (2)	--	+	++	21	25
Johnson (2)	+	=	++	20	26
KWS Dorset (3)	=	+	-	21	24
KWS Salix (3)	++	--	+	24	26
KWS Smart (4)	=	++	+	17	19
KWS Talent (3)	+	+	++	21	24
LG Alpha (3)	+	+	=	17	21
LG Altamont (3)	=	+	++	21	21
LG Mocca (2)	-	=	--	52	66
Limabel (3)	+	++	++	11	10
Mentor (5)	=	=	++	18	20
Milor (2)	++	--	++	17	20
Mutic (3)	-	+	++	22	22
Nemo (2)	=	+	--	22	25
Olympus (3)	++	++	++	16	16
Porthus (3)	+	-	++	24	26
Ragnar (3)	--	-	=	28	31
Reflection (5)	=	++	--	29	32
RGT Mondio (4)	-	+	+	21	20
RGT Producto (2)	+	++	++	11	13
RGT Reform (5)	=	+	-	17	19
RGT Sacramento (4)	--	++	+	14	14
RGT Texaco (3)	--	--	-	25	26
Safari (3)	+	++	+	14	14
Sahara (5)	=	+	-	24	27
Sophie CS (3)	-	=	++	16	15
Sorbet CS (2)	+	+	++	12	13
SU Trasco (2)	+	+	++	13	16
Tobak (4)	=	--	++	21	23
Triumph (5)	=	++	++	13	14
WPB Calgary (2)	+	=	++	19	23
WPB Ebey (2)	+	++	++	17	18

\* nombre d'années d'essai

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

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

➤ ***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 maladie 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 ou d'oïdium. Lors d'un traitement réalisé à ce stade, le choix du produit tiendra compte des éventuels risques de piétin-verse.

Contre la rouille jaune et sur variétés très sensibles, un premier traitement peut être nécessaire dès le redressement (30).

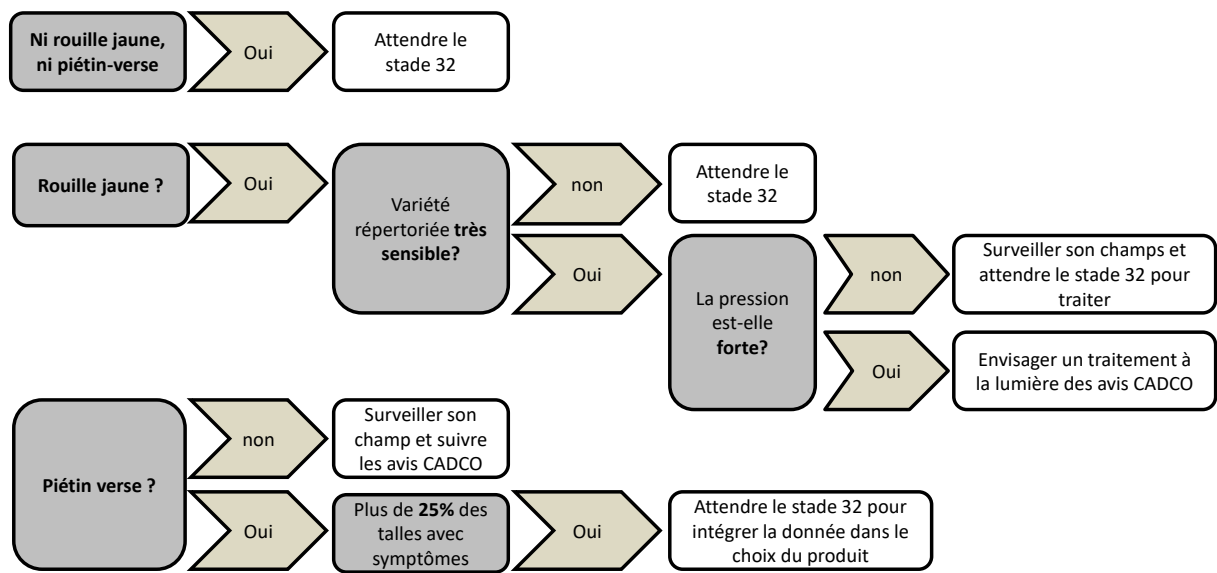
Pour la septoriose et l'oïdium, il est souvent préférable d'attendre le stade 2<sup>ème</sup> nœud avant d'intervenir, sauf en cas de pression particulièrement forte. La dose de fongicide pourra être modulée en fonction de la pression de ces maladies ainsi qu'en fonction de ce que l'on prévoit comme traitement relais par la suite.

Lorsqu'une application de fongicide est effectuée avant le stade dernière feuille, un second traitement devra être envisagé. 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. En effet, l'impact d'un traitement réalisé avant la dernière feuille est faible sur rouille brune.

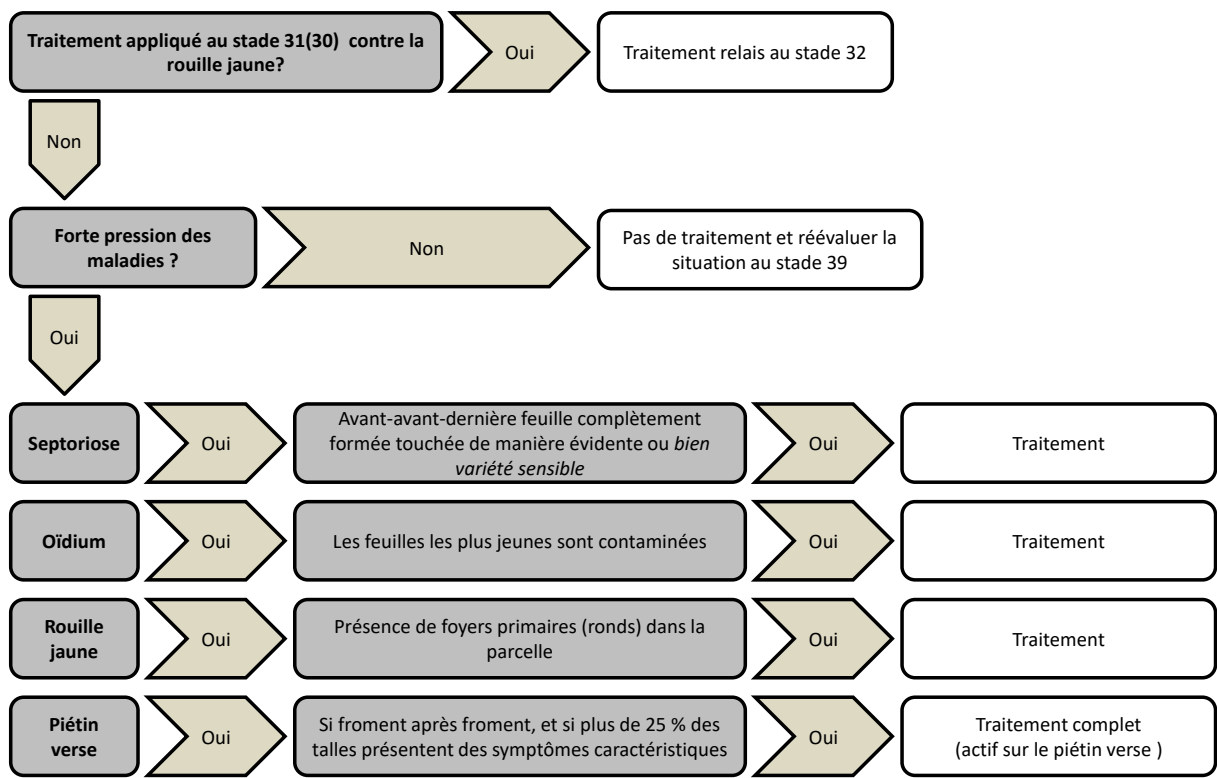
Les avis émis par le CADCO sont destinés à guider les observations. Les stades de développement des cultures et la pression de maladies observées dans le réseau d'observations sont destinés à attirer l'attention sur le moment où il convient de visiter les champs ainsi que sur les symptômes auxquels il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

Diagrammes décisionnels

Froment au stade 30-31

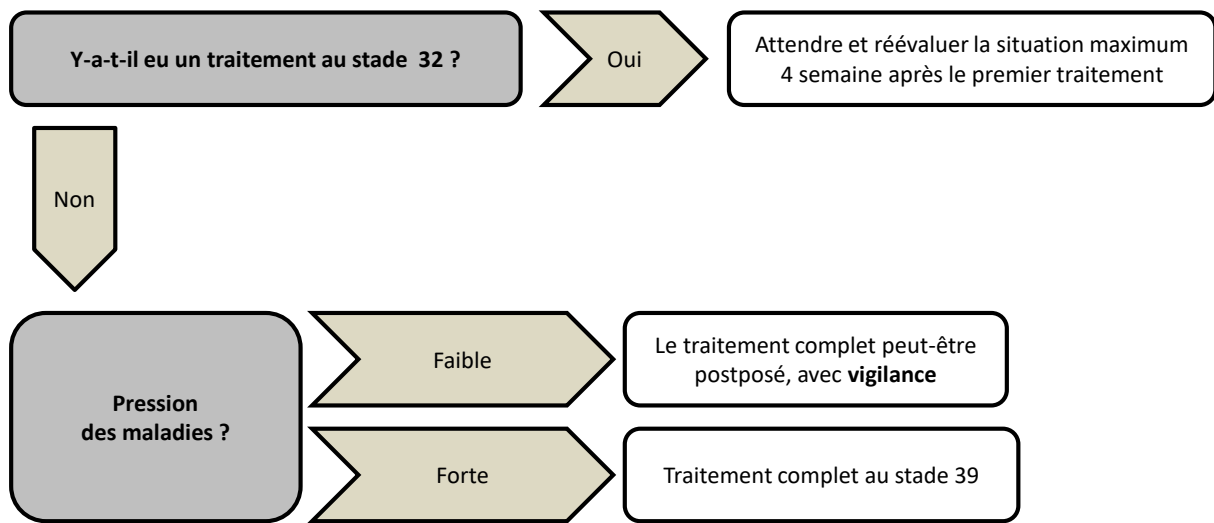


Froment au stade 32

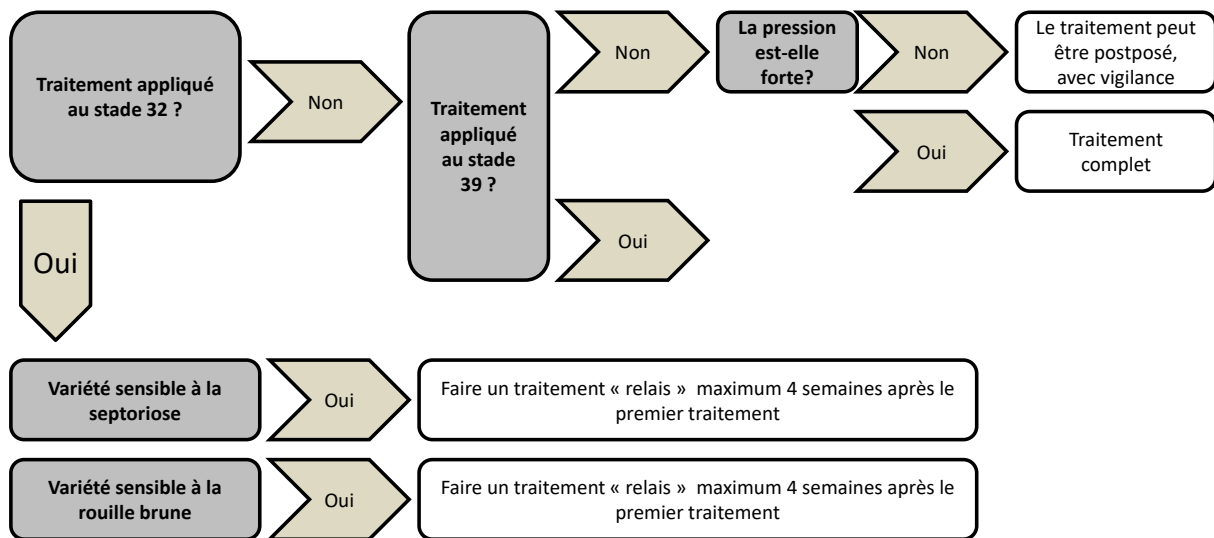


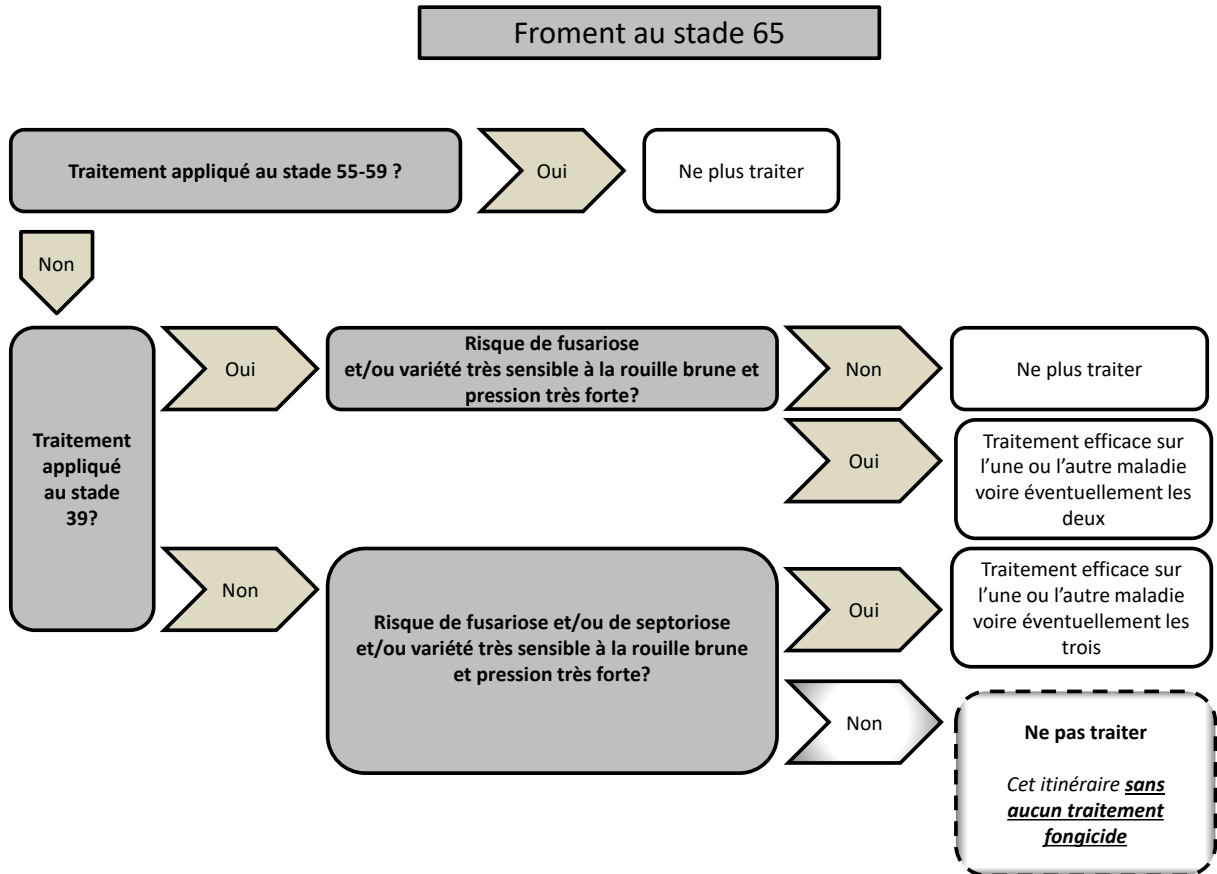
## 5. Lutte intégrée contre les maladies

### 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 5.8) ;
- 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 2017-2018

C. Bataille et O. Mahieu

Fin septembre, début octobre 2017, le temps a été très favorable à la réalisation des semis d'escourgeon dans d'excellentes conditions de structure du sol.

Les températures chaudes ont favorisé la levée de la culture mais aussi la présence de pucerons surtout dans le Hainaut occidental, faisant craindre la jaunisse nanisante. Malgré le nombre de pucerons finalement assez faible et une très faible proportion de pucerons virulifères, des symptômes de virose ont été identifiés au printemps.

Durant l'automne, les températures ont diminué de manière progressive permettant un bon durcissement des plantes. Le retour des pluies plus intenses a permis de remplir les stocks d'eau du sol, lesquels avaient été mis à rude épreuve depuis novembre 2016. Durant cette période, le développement des plantes a été rapide et accompagné de la prolifération des maladies cryptogamiques.

L'hiver a été pluvieux et caractérisé par une faible luminosité. Le froid a sévi tardivement atteignant un minimum de -9°C le 28 février à Gembloux. Cet épisode de froid s'est arrêté au début du mois de mars avec la remontée des températures à plus de 10°C. Cependant le 18 mars, les températures ont de nouveau chuté en dessous des 0°C. Ces « jours d'hiver<sup>17</sup> » ont été les plus tardifs jamais observés en Belgique. Sur des plantes développées, cette chute tardive de température a provoqué des dégâts qui ont pu avoir un impact négatif sur le rendement de certaines variétés.

A la sortie de l'hiver, des dégâts de typhula étaient parfois visibles sur les variétés les plus sensibles.

En avril, les températures sont reparties en hausses pour atteindre plusieurs fois les 30°C avec parfois des précipitations pouvant localement être importantes. Seulement 20 jours se sont écoulés entre les derniers « jours d'hiver » et le premier « jour d'été<sup>18</sup> ». C'est pourtant durant le printemps que le nombre de grains formés par l'escourgeon se détermine. Ce passage sans transition de l'hiver à l'été a donc induit des épis plus courts chez certaines variétés d'escourgeons, ce qui pouvait mener à une perte de rendement allant jusqu'à 1T/ha. Durant ces deux mois atypiques, le développement des maladies a également été perturbé. La rouille naine, la rhynchosporiose, l'oïdium mais surtout l'helminthosporiose n'ont eu de cesse de se développer, cette dernière s'avérant difficile à contrôler avec des produits fongicides réputés efficaces comme les SDHI et les triazoles. La ramulariose est par contre restée plus discrète

---

<sup>17</sup> Jour d'hiver : Jour durant lequel la température maximale est restée en dessous des 0°C.

<sup>18</sup> Jour d'été : jour durant lequel la température maximale a dépassé les 25°C.



que d'habitude.

Par la suite l'été s'est montré très chaud et très sec ce qui a conduit à une maturité rapide de la culture dès le mois de juin. Durant cette période, des orages très ponctuels ont pu favoriser la verse çà et là.

La maturité a coïncidé au temps très chaud de la fin juin, période durant laquelle la plupart des récoltes ont eu lieu.

Partout en Wallonie, les rendements obtenus furent inférieurs à ceux espérés. Le nombre d'épis par m<sup>2</sup>, le poids spécifique et la taille du grain s'avérant plus que corrects, c'est plutôt dans le nombre réduit d'épillets par épi qu'il fallait en rechercher la cause.

## **2.2 Quel schéma de traitement adopter en fonction de la pression en maladie et de la variété emblavée ?**

O. Mahieu

### **2.2.1 Objectifs**

Les essais variétaux implantés dans le réseau wallon d'essais et présentés lors du Livre Blanc de septembre 2018 avaient pour but d'évaluer 25 variétés. Dans ce réseau, trois essais comparant différents niveaux de protection ont été implantés à Ath (CARAH), Gembloux (CRA-W) et Lonzée (ULiège Gx-ABT).

Pour une analyse pluriannuelle, seules 12 variétés emblavées en commun pendant 3 ans au moins ont été retenues de façon à déterminer le niveau de protection le plus adapté à chaque variété testée (Tableau 5.9).

**Tableau 5.9 – Niveaux de protection testés dans les essais variétaux wallons d'escourgeon de 2016 à 2018.**  
h = variété hybride.

Niveau de protection	Stade 31	Stade 39	Liste des variétés
Non traité			Domino, Hedwig, KWS Keeper, KWS Meridian, KWS Tonic, Monique, Quadriga, Rafaela, Smooth (h), Verity, Veronika, 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 5.22 reprend les gains de rendement moyens exprimés kg/ha, générés par un traitement de montaison, pour les 12 variétés présentes dans le réseau d'essais wallons pendant 3 années, de 2016 à 2018. 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

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

a été fixé dans cette étude à 140 et 180 €/T.

Selon le Tableau 5.10, en considérant en 2018 un prix de vente 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. En retenant la valeur de 333 kg/ha qui correspond à un coût du traitement de montaison fixé à 60 €/ha, la plupart des variétés valorisaient le traitement de montaison excepté **Wootan (h)** (Figure 5.22).

**Tableau 5.10 – 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 plus modeste 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 (Figure 5.22).

En retenant la valeur de 429 kg/ha qui correspond à un coût du traitement de montaison fixé à 60 €/ha, à la variété **Wootan (h)** ne valorisant pas le premier traitement, viennent aussi s'ajouter les variétés les variétés **Domino, KWS Keeper** et **KWS Meridian**.

Dans les conditions de pression en maladies observées durant ces 3 dernières années dans le réseau d'essais variétaux wallon, entre 8 et 33% des variétés testées depuis 3 ans ont valorisé leur traitement de montaison, avec respectivement un prix de l'orge à 140 ou 180 €/T. En effet, à un prix de l'orge élevé, seule 1 variété sur les 12 comparées ne valorisait pas le traitement de montaison. Lorsque le prix à la tonne est revu à la baisse, d'autres variétés se joignent à cette dernière. Il s'agit de variétés moins sensibles aux maladies, surtout en début de culture.

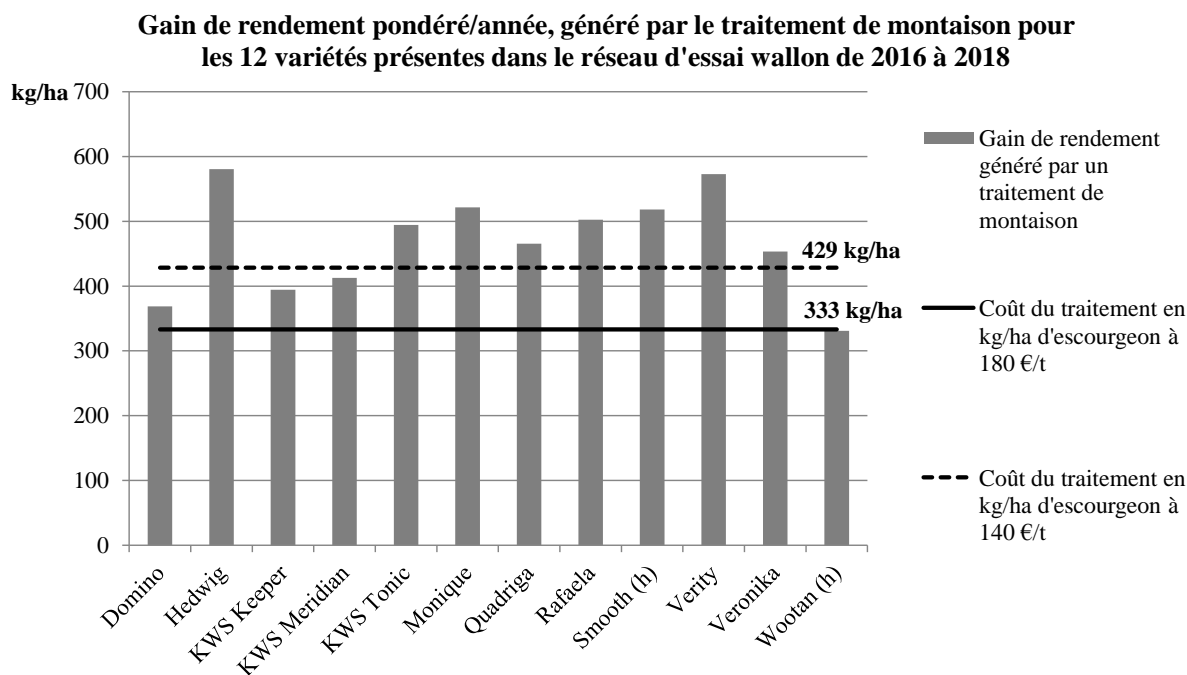


Figure 5.22 – Gain de rendement moyen pondéré par l’année, exprimé kg/ha, généré par un traitement de montaison, pour les 12 variétés présentes dans le réseau d’essais wallons pendant 3 ans, de 2016 à 2018. Les droites matérialisent le gain de rendement (429 et 333 kg/ha) en-dessous duquel un traitement 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 :

**Même si le traitement fongicide de dernière feuille est le plus souvent indispensable, il est possible de faire l’économie du traitement de montaison.**

**Ce choix peut se résonner sur base :**

- **De la résistance variétale aux maladies et aux accidents culturaux (Tableau 5.11).**
- **La pression en maladies observée au moment de la montaison.**
- **La date de semis et 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 5.11 – Comportements face aux maladies dans le réseau d’essais variétaux en Wallonie (moyennes pondérées des notations 2016-2017-2018). Tableau issu du livre blanc de septembre 2018 : caractéristiques culturales des variétés d’escourgeon testées.

	Helmintho- -sporiose		Rhyncho- -sporiose		Oïdium		Rouille naine		Ramulariose		Tolérance Virus JNO	Tolérance Virus MO
Variété	1= très sensible, 9= très résistant										S= sensible	
Bazooka (h)	7,7	**	8,6	**	5,5	**	6,4	***	6,4	!	S	S
Domino	7,0	**	7,9	***	6,4	**	7,8	***	6,1	!	Tolérant	S
Hedwig	7,7	**	7,7	**	7,5	**	6,8	***	8,3	!	S	Tolérant
Hirondella	7,9	!	6,7	!	5,3	!	4,5	!		!	Tolérant	S
Hook (h)	6,4	**	6,8	**	7,4	**	7,4	**	7,5	!	S	S
Jettoo (h)	7,3	**	8,3	**	7,4	**	7,9	**	8,4	!	S	S
KWS Keeper	8,3	**	7,1	***	7,3	**	7,4	***	7,8	!	S	Tolérant
KWS Meridian	6,4	**	7,9	**	6,7	**	6,2	***	8,1	!	S	S
KWS Orbit	7,8	**	7,1	*	7,1	!	5,0	**		!	S	S
KWS Tonic	7,2	**	6,9	***	6,8	**	4,1	***	5,9	!	S	S
LG Triumph	6,0	**	8,1	*	7,5	!	7,0	**		!	S	S
LG Zebra	4,4	!	6,0	!	8,3	!	7,3	!		!	Tolérant	S
Mercurioo (h)	7,1	**	8,3	**	7,9	**	7,2	***	6,0	!	S	S
Monique	7,6	**	7,1	***	7,8	**	7,8	***	6,4	!	S	S
Novira	4,3	**	7,5	*	8,0	!	6,0	**		!	Tolérant	S
Pixel	4,2	!	7,4	!	8,3	!	6,5	!		!	S	S
Quadriga	7,5	**	7,8	***	7,4	**	5,5	***	7,5	!	S	S
Rafaela	8,4	**	6,0	***	7,0	**	4,6	***	8,3	!	Tolérant	S
Smooth (h)	7,4	**	8,0	***	6,9	**	6,1	***	7,8	!	S	S
SU Jule	7,4	**	6,7	*	7,0	!	6,7	**		!	S	S
Tektoo (h)	6,9	**	8,2	**	8,3	**	6,5	***	7,6	!	S	S
Venise	7,6	**	8,5	*	7,5	!	7,8	**		!	S	S
Verity	7,1	**	6,5	***	6,5	**	6,0	***	8,1	!	S	S
Veronika	8,3	**	7,4	***	7,9	**	7,7	***	7,0	!	S	S
Wootan (h)	7,7	**	8,4	***	7,4	**	6,1	***	6,5	!	S	S

(h) = hybride

! = trois situations ou moins

\*\*= plus de 5 situations

\*= plus de 3 situations

\*\*\*= plus de 10 situations

## 2.3 Révision des triazoles : conséquences et perspectives

C. Bataille

### 2.3.1 Etat des lieux

Les autorisations de mise sur le marché des différents triazoles, utilisés comme fongicide en escourgeon, sont en cours de révision depuis 2014. De plus amples détails sur cette procédure, son déroulement et l’avancement des dossiers se trouvent au paragraphe 1.2.1 de la partie « protection du froment ».

Le dossier du **propiconazole** était le premier à être revu par les experts de la Commission Européenne. La décision est tombée à la fin du mois de novembre : **l’autorisation de la molécule n’est pas renouvelée**. Cette décision impacte directement tous les produits contenant

ce triazole. En effet, leur autorisation de mise sur le marché expirera le 19/09/2019 et leur utilisation sera possible jusqu'au 19/03/2020. Il s'agit des produits suivants : Alto Ultra, Apache, Barclay Bolt, Bravo Premium, Bumper 25 EC, Bumper P, Cherokee, Inovor, Propi 25 EC, Propiraz EC, Septonil et le Stereo. L'année 2019 sera donc leur dernière année possible d'utilisation.

Le propiconazole ne sera surement pas le seul triazole impacté par ces révisions d'agrément. C'est pourquoi, il faut s'attendre à un **bouleversement des habitudes de traitements fongicides** dans les prochaines années.

### 2.3.2 Résultats d'essai

Durant l'année 2018, le CRA-W a mis en place un essai dans le but de répondre à la question suivante : comment faire pour protéger les escourgeons si plus aucun triazole n'est disponible sur le marché ? Cette question se place dans une situation extrême où la totalité des produits relatifs à un mode d'action disparaît de l'assortiment fongicide. En réalité, il est fortement improbable que ce cas de figure se réalise. Cependant il était tout de même intéressant de trouver des réponses à cette question.

#### Contexte :

Cette année 2018 a été marquée par un épisode de sécheresse d'avril à juillet. Hormis quelques épisodes orageux localisés, le manque d'eau s'est marqué sur une grande partie de la Wallonie. Suite à ces conditions, l'helminthosporiose (*Pyrenophora teres*) a pu se développer dans l'essai (Tableau 5.12) avec une pression significative qui n'avait plus été rencontrée depuis plusieurs années. La rouille naine (*Puccinia hordei*) était également bien présente et ce depuis le mois d'avril.

Tableau 5.12 – Paramètres culturels de l'essai.

Carte d'identité des essais	
Localisation :	Arsimont
Variété :	KWS Tonic
Précédent :	Froment
Semis :	02/10/2017
Récolte :	03/07/2018
Rendement témoin :	6.58 T/ha
Pulv. stade 31-32 :	10/04/2018
Pulv. stade 39-49 :	18/04/2018
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %)	
<i>Date d'observation</i>	31/05/2018
Helminthosporiose	5.8 + 23.8
Rouille naine	38.8 + 40.4

Deux types de schéma de traitement ont été testés dans cet essai : (i) 1<sup>er</sup> nœud // dernière feuille étalée (31//39) ; (ii) uniquement dernière feuille étalée (39). Pour ces deux schémas différents, des combinaisons avec triazoles et sans aucun triazole ont été comparées. Les solutions sans triazole ne sont pas nombreuses en escourgeon. Des produits à base de SDHI, de strobilurine ou d'imidazole ont été testés en combinaison les uns avec les autres dans le but d'avoir toujours deux modes d'action différents associés au même moment. Pour être complet, un produit non agréé en Belgique et contenant uniquement du cyprodinil a également été testé afin de

vérifier son intérêt dans la lutte contre l'helminthosporiose en escourgeon.

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

### 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>
Bontima			isopyrazam	62.5			cyprodinil	187.5
Bravo							chlorothalonil	500
Aviator Xpro			bixafen	75.0	prothioconazole	150		
Stereo					propiconazole	62.5	cyprodinil	250
Comet New	pyraclostrobine	200						
Sportak EW							prochloraz	450
Cerix	pyraclostrobine	67	fluxapyroxad	42	epoxiconazole	42		
Priaxor EC	pyraclostrobine	150	fluxapyroxad	75				

### Protocole :

N°	stade de traitement (BBCH)			
	Stade 31	Dose	Stade 39	Dose
	10/04/2018	(L/ha)	18/04/2018	(L/ha)
1	Témoïn			
2			Aviator Xpro	1.0
3			Aviator Xpro	1.0
			Bravo	1.0
4	Stereo	2.0	Aviator Xpro	1.0
			Bravo	1.0
5			Cerix	1.75
			Bravo	1.0
6			Priaxor EC	1.5
			Bravo	1.0
7	Sportak EW	0.9	Priaxor EC	1.5
	cyprodinil	450 (g/L)	Bravo	1.0
8			Bontima	2.0
			Bravo	1.0
9	Comet New	1.12	Bontima	2.0
	Sportak EW	0.9	Bravo	1.0

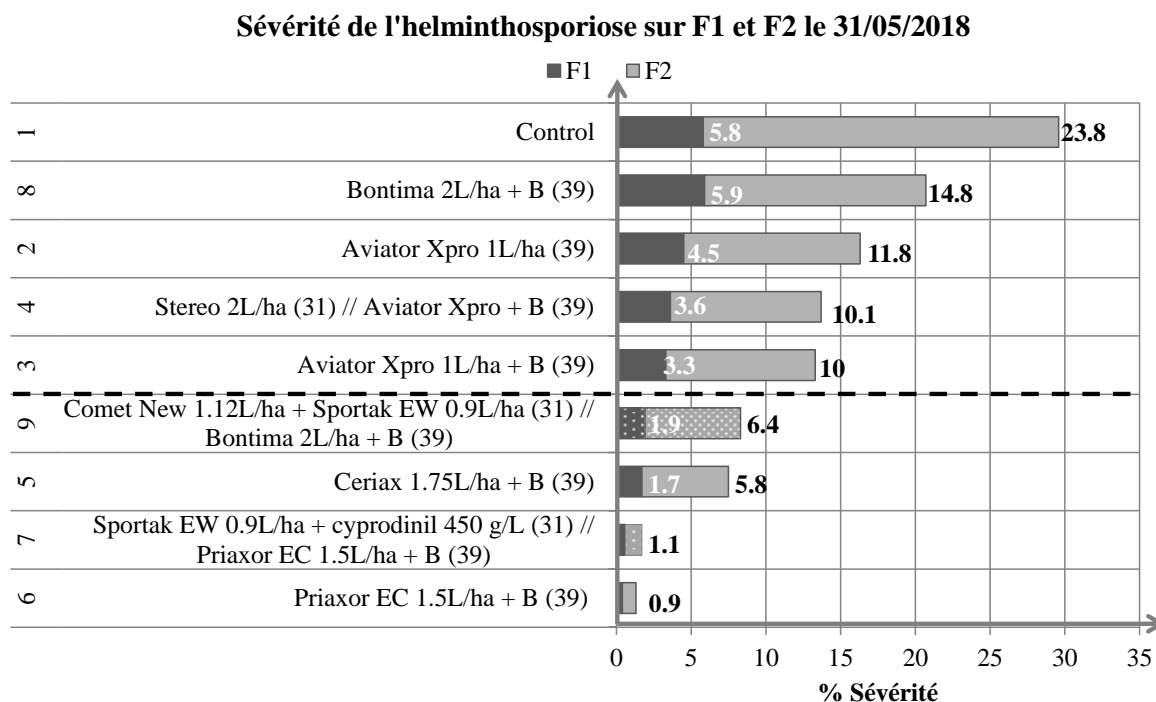
### Résultats :

Un graphique avec les résultats d'efficacité sur F1 et sur F2 des différents schémas de traitement testés contre l'helminthosporiose a été dressé en Figure 5.23. Tous les programmes fongicides se trouvant en dessous de la ligne en pointillés (objets 9, 5, 7 et 6) ont une efficacité statistiquement significative contre l'helminthosporiose. Trois des quatre programmes fongicides sans triazole s'y retrouvent. Cette année, la protection fongicide contre l'helminthosporiose devait passer par l'utilisation de strobilurine. Dans ce cas-ci, la pyraclostrobine, qu'elle soit placée en T1 (objet 9, Comet New) ou en T2 (objets 5, 7 et 6, Cerix et Priaxor EC) a permis de lutter efficacement contre l'helminthosporiose. Depuis plusieurs années, le Livre Blanc des Céréales déconseille d'utiliser ce mode d'action contre l'helminthosporiose car une proportion non négligeable des populations de ce pathogène est résistante à ce type de produit. Or nous sommes aujourd'hui face à une **diminution de l'efficacité des SDHI** face à l'helminthosporiose et donc à un **regain d'intérêt** par rapport aux

**strobilurines.** La dose utilisée est également très importante. La différence entre le Ceriax (objet 5) et le Priaxor EC (objet 6), hormis l'absence d'époxiconazole dans le Priaxor EC est la quantité de strobilurine qui est quasiment multipliée par 2 dans le Priaxor EC par rapport au Ceriax. La quantité de SDHI est également plus grande. Contre l'helminthosporiose, il est donc possible, pour l'instant, d'utiliser des schémas de traitement sans triazole. Cependant, l'utilisation accrue de strobilurines, qui plus est sans la protection de la molécule par un triazole, va engendrer une pression de sélection croissante sur les strobilurines. L'augmentation des traitements à base de strobilurines risque donc d'augmenter drastiquement la proportion de souches résistantes au sein des populations d'helminthosporiose. Ces solutions sont donc des solutions à court terme.

Un dernier paramètre à prendre en compte est le coût des traitements utilisés. C'est pourquoi la Figure 5.24 reprend les rendements bruts obtenus dans l'essai mais aussi les rendements nets une fois que le prix des produits et des passages tracteur ont été déduits. Les rendements bruts des objets 7, 6, 5 et 9 sont statistiquement supérieurs au témoin. Lorsque le rendement net est calculé, les trois premiers produits restent les mêmes cependant il n'y a plus de différence statistique avec le témoin. En d'autres termes, il était nécessaire de traiter mais le gain n'est pas très élevé par rapport au coût des produits.

Cet essai n'était qu'une première approche sur le sujet et il est donc nécessaire d'approfondir la thématique dans les prochaines années.



**Figure 5.23 – Sévérité de l'helminthosporiose de l'orge sur F1 et F2 en fonction des traitements lors de l'observation du 31/05/2018. Tous les traitements se trouvant en dessous de la ligne en pointillés sont statistiquement efficaces contre l'helminthosporiose. Les objets 8, 9, 7 et 6 ne contiennent aucun triazole.**

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

### Rendements brut et net du 04/07/2018

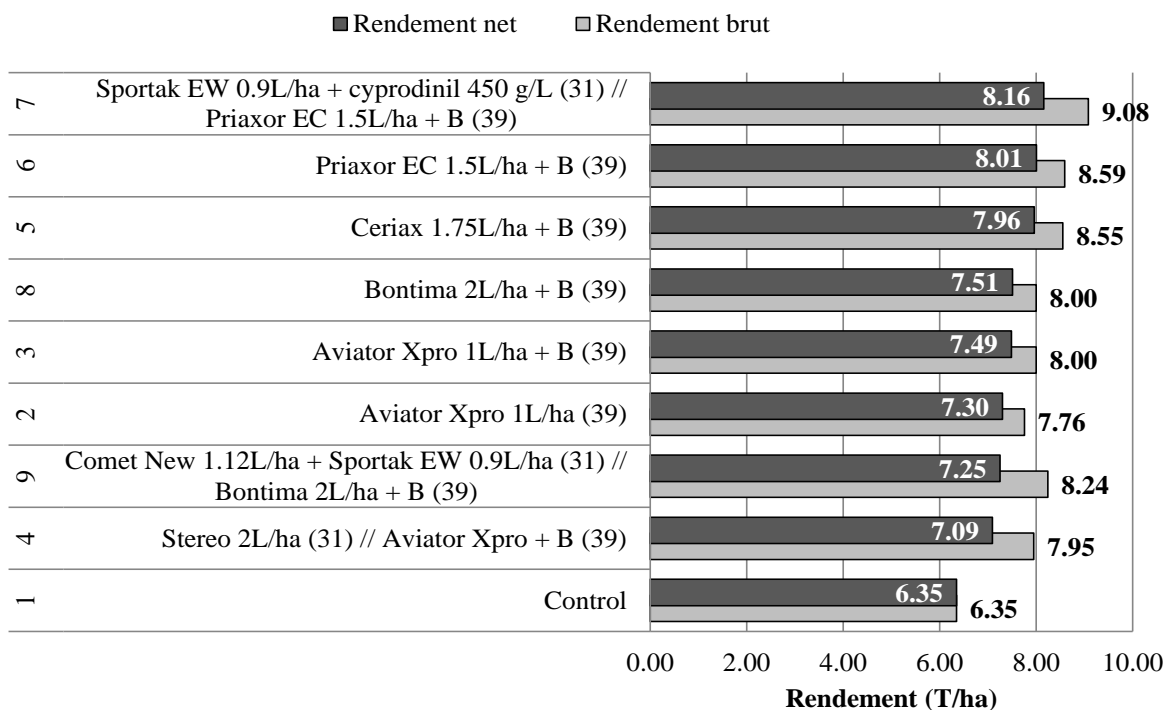


Figure 5.24 – Rendements brut et net obtenus lors de la récolte du 04 juillet 2018. Le calcul du rendement net se base sur un prix de l'orge à 170 €/T et sur le coût d'un passage tracteur à 10€/passage.

#### Conclusions :

Si tous les triazoles venaient à disparaître du marché, il est tout à fait possible de protéger les escourgeons contre l'helminthosporiose à l'aide de produits disponibles et ne contenant pas ces molécules. Ceci constituerait cependant une solution à court terme vu la pression de sélection qui serait appliquée sur les produits restant.

Fort heureusement, il est très improbable que tous les triazoles soient retirés du marché. Pour la protection des molécules toujours utilisables, il est fortement conseillé de mélanger au moins 2 modes d'action différents et d'ajouter un produit multi-sites.

## 2.4 Efficacité des fongicides

C. Bataille, R. Blanchard et O. Mahieu

Les résultats d'efficacité des fongicides présentés ci-dessous sont basés sur quatre essais mis en place par le CARAH, le CRA-W et ULiège Gx-ABT. Les cartes d'identité de ces essais se trouvent ci-dessous (Tableau 5.13).



**Tableau 5.13 – Paramètres cultureux 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 31/05/2018.**

<b>Carte d’identité des essais</b>				
	<b>ULg Gx ABT</b>	<b>CARAH</b>		<b>CRA-W</b>
Localisation :	Lonzée	Ath	Molembaix	Arsimont
Variété :	KWS Tonic (SRn SRL STL)	KWS Tonic (SRn SRL STL)	Rafaela (SRn, SR, SRL)	Tonic (SRn, SR, SRL)
Précédent :	Froment	Froment	Froment	Froment
Semis :	04/10/17	28/09/17	26/09/17	02/10/17
Récolte :	02/07/18	28/06/18	28/06/18	04/07/17
Rendement témoin :	8447 kg/ha	6619 kg/ha	7358 kg/ha	6 350 kg/ha
Pulv. stade 31-32 :	19/04/18	11/04/18	13/04/18	10/04/18
Pulv. stade 39-49:	03/05/18	27/04/18	27/04/18	27/04/18
Pulv. stade 55		08/05/18	08/05/18	09/05/18
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %) <i>Date d’observation</i>		27/05/18 06/06/18	29/05/18 07/06/18	31/05/18 08/06/18 <sup>(1)</sup>
Helminthosporiose		6	-	8.1 + 27.7
Ramulariose		-	5	-
Rhynchosporiose		-	-	-
Rouille naine		22	35	37.6 + 34.7
Grillures + Taches		15	5	-

### **2.4.1 Efficacité des traitements sur Tonic à Ath en 2018** **(rouille naine et helminthosporiose)**

Les essais du CARAH avaient pour objectif de comparer une série de programmes entre eux. Ils se situaient à Ath et à Molembaix, respectivement sur les variétés KWS Tonic et Rafaela. A Molembaix, la pression en helminthosporiose était plus faible. Cet essai est donc moins discriminant.

A Ath, la variété KWS Tonic a montré d’importants symptômes de rouille naine et d’helminthosporiose en montaison mais la ramulariose est restée discrète.

Les graphiques issus des essais du CARAH à Ath (Figure 5.25) illustrent d’une part les rendements obtenus et d’autre part les niveaux d’efficacité des différents traitements uniques effectués au stade 39 ou des programmes de traitements effectués avec des combinaisons aux stades 31 et 39 et aux stades 39 et 55 ainsi qu’un triple traitement aux stades 31, 39 et 55.

Les notations représentées dans ces graphiques sont issues de la moyenne des notations d’efficacité de la protection fongicide, effectuées les 07 et 15 juin 2018 sur les F1 et F2 (dernière feuille et avant-dernière feuille).

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

Dans cet essai, les traitements uniques permettent un gain de rendement moyen de l'ordre de 1 800 kg/ha par rapport au témoin non traité. Parmi ceux-ci, les traitements ayant montré le meilleur rendement et la meilleure efficacité sont les suivants :

- Ceriax 1,75 L/ha + Bravo 1 L/ha
- Ceriax 1,75 L/ha

Ces résultats montrent bien la supériorité de ce produit à base d'un mélange de strobilurine, SDHI et triazole dans la lutte contre l'helminthosporiose très présente en 2018 mais aussi contre la rouille naine.

Le Velogy Era 1 L/ha + Bravo 1 L/ha suit avec une bonne efficacité mais un rendement en retrait.

Les traitements doubles (stades 31//39) ont permis d'obtenir un gain supplémentaire moyen d'environ 660 kg/ha par rapport aux traitements uniques. Parmi eux, les traitements ayant montré les meilleurs rendements et la meilleure efficacité sont dans l'ordre :

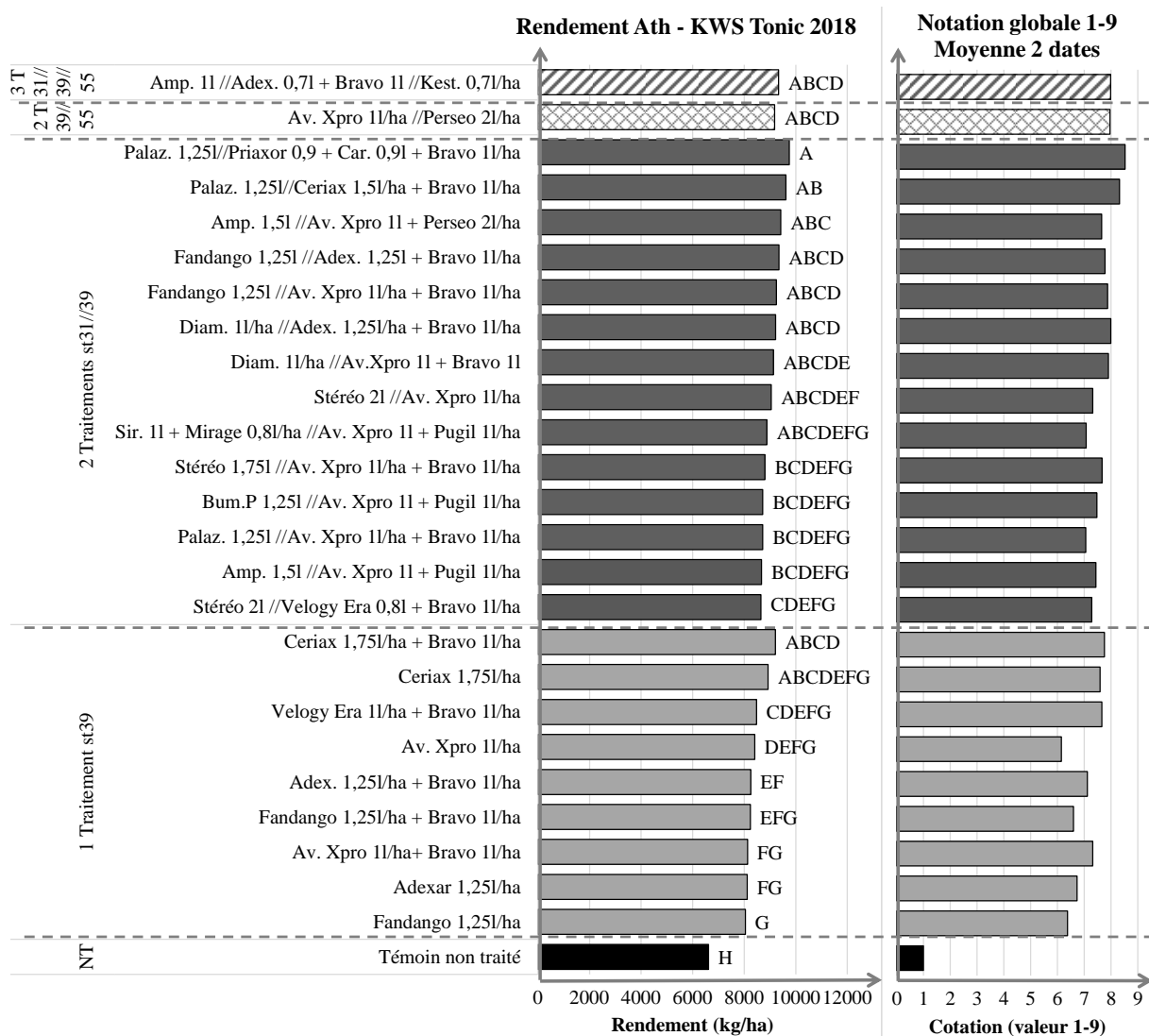
- Palazzo 1,25 L/ha // Priaxor 0,9 L/ha + Caramba 0,9 L/ha + Bravo 1 L/ha
- Palazzo 1,25 L/ha // Ceriax 1,5 L/ha + Bravo 1 L/ha
- Ampera 1,5 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + Perseo 2 L/ha
- Fandango 1,25 L/ha // Adexar 1,25 L/ha + Bravo 1 L/ha
- Fandango 1,25 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + Bravo 1 L/ha
- Diamant 1 L/ha // Adexar 1,25 L/ha + Bravo 1 L/ha
- Diamant 1 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + Bravo 1 L/ha

Il apparaît que tous ces programmes de traitements incluent du chlorothalonil en coformulation (Perseo) ou en mélange extemporané (avec Bravo, Pugil) ainsi qu'une strobilurine en T1 ou T2. Ces résultats confirment bien la supériorité des programmes incluant une strobilurine en mélange à un SDHI ou à un triazole pour lutter contre l'helminthosporiose. Ils sont également efficaces dans la lutte contre la rouille naine.

En 2018, un programme à 3 traitements à doses réduites respectant l'alternance des produits, a de nouveau été testé en réseau. Il s'agissait du programme suivant :

- Ampera 1 L/ha (31) // Adexar 0,7 L/ha + Bravo 1 L/ha (39) // Kestrel 0,7 L/ha (55)

Même si les résultats en rendement obtenus par ce programme triple sont bons, ils ne dépassent pas ceux des meilleurs traitements uniques ou doubles qui s'avèrent aussi efficaces sur helminthosporiose, son atout résidant surtout dans sa bonne rémanence sur la ramulariose (maladie absente cette année).



**Figure 5.25 – Rendement (gauche) et efficacité moyenne (droite) au 27/05/18 et 06/06/18 des traitements uniques au stade 39 et doubles aux stades 31 et 39 pour les essais à Ath sur la variété KWS Tonic (1 = attaque très sévère, 9 = pas de symptômes) ; CARAH 2018 - ANOVA et test N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Ac. = Acanto ; In. = Input ; Av. = Aviator Xpro ; BumP = Bumper P ; Amp. = Ampera ; Adex. = Adexar ; Diam. = Diamant ; Kest. = Kestrel ; Pers. = Perseo ; Palaz. = Palazzo ; Sir. = Sirena. Les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres en gris foncé représentent les doubles traitements ; la barre hachurée représente le triple traitement et la barre noire représente le témoin non traité.**

Cette année, la pression élevée en helminthosporiose a permis de mettre en évidence l'efficacité non négligeable des strobilurines sur cette maladie. En cas de forte pression en helminthosporiose il est donc conseillé de **favoriser les mélanges dit « trois voies »** : triazole + SDHI + strobilurine lors du traitement à la dernière feuille en plus du chlorothalonil (multi-sites). Ces traitements sont cependant coûteux. Il est donc important de bien connaître la sensibilité des variétés emblavées avant d'utiliser ce type de produits. **Ce traitement ne sera valorisé que sur une variété très sensible à l'helminthosporiose.**

Enfin, pour préserver le plus possible les produits de l'apparition de résistances chez les agents pathogènes, il est conseillé de n'utiliser une substance active qu'une seule fois par saison. Privilégier, l'alternance et le mélange avec les autres substances actives disponibles dans les différents produits mis sur le marché.

### **2.4.2 Efficacité des traitements dans le réseau d'essais 2018**

En 2018, le regroupement de 4 essais (1 du CRA-W, 2 du CARAH et 1 de ULiège Gx-ABT) (Figure 5.26) a permis d'analyser un nombre élevé d'objets et de dégager des différences significatives entre traitements.

Il est possible de dégager certaines tendances. Parmi les traitements uniques, le Ceriax 1.75 L/ha + Bravo 1 L/ha arrive en tête de classement suivi par une série de traitements qui se différencient peu entre eux. Les résultats du réseau confirment donc la bonne efficacité du Ceriax observée entre autres à Ath, dans la lutte contre l'helminthosporiose.

Parmi ceux-ci, les mélanges avec Bravo montre moins d'intérêt en 2018, année caractérisée par une faible pression de ramulariose dans les essais. Par contre, les essais montrent de bons résultats pour le Fandango qui, contrairement à 2018, s'avère décevant dans la lutte contre la ramulariose, lors d'années à forte pression.

Parmi les programmes, le double traitement ci-dessous occupe la tête de classement :

Diamant 1 L/ha (stade 31) suivi de Aviator Xpro 1 L/ha + Bravo 1 L/ha (stade 39)

Il est suivi par 2 autres programmes ne se différenciant pas statistiquement entre eux :

Fandango 1 L/ha (stade 31) suivi d'Adexar 1,25 L/ha + Bravo 1 L/ha (stade 39)

Stéréo 2 L/ha suivi d'Aviator Xpro 1 L/ha + Bravo 1 L/ha (stade 39)

Ces résultats confirment l'efficacité des programmes incluant une strobilurine en mélange à un SDHI ou un triazole pour lutter contre l'helminthosporiose et la rouille naine.

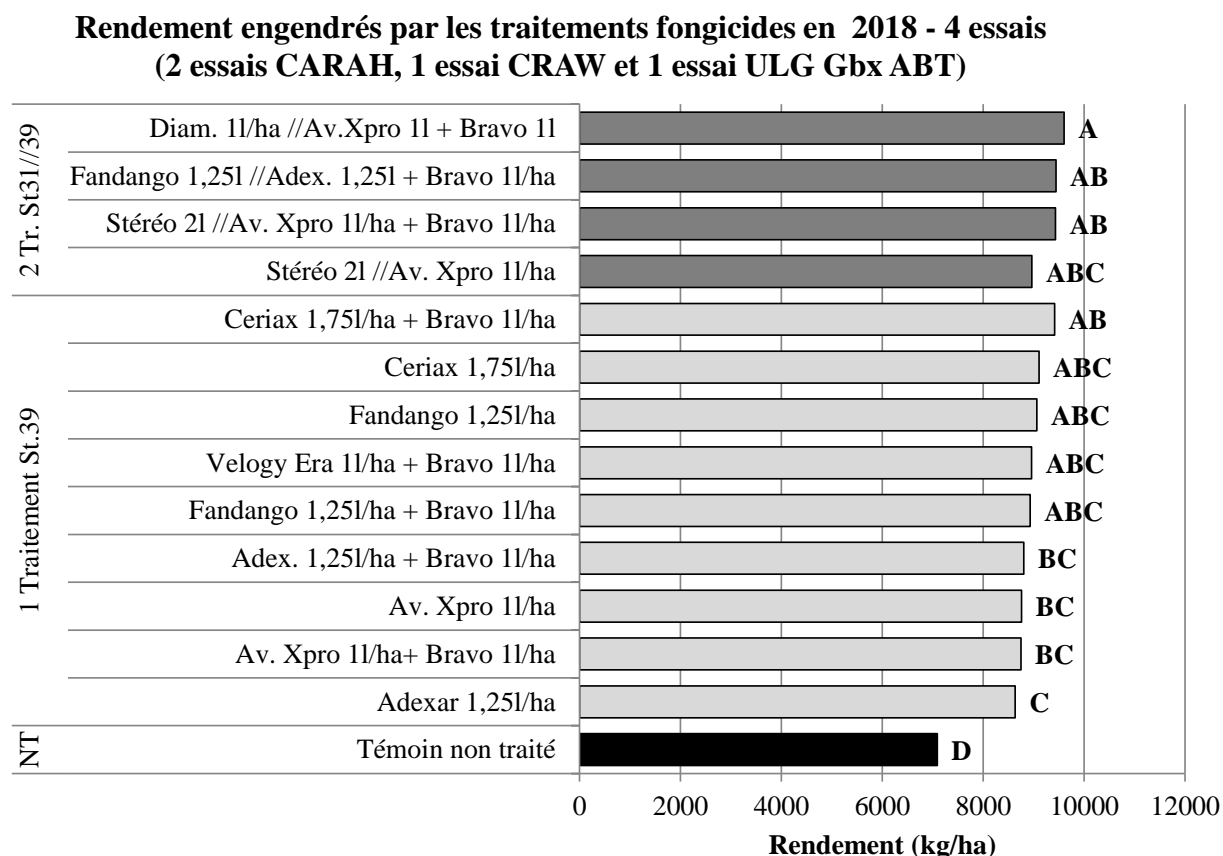


Figure 5.26 – Rendement (kg/ha) sur 4 essais (2 CARAH + 1 CRA-W + 1 Gx ABT) en 2018 - ANOVA, test de N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Av. = Aviator Xpro ; Adex. = Adexar ; Diam. = Diamant. Dans le graphique des rendements, les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres en gris foncé représentent les doubles traitements et la barre noire = témoin non traité.

### 2.4.3 Efficacité des traitements dans le réseau d'essais de 2016 à 2018

La moyenne de 10 essais sur trois années d'expérimentations (2016, 2017, 2018) menées par trois Centres (CRA-W, CARAH et ULiège Gx-ABT) (Figure 5.27), montre une tendance en faveur des produits à base de SDHI (Adexar 1.5 L/ha) en mélange au Bravo à 1 L/ha, qui a prouvé son efficacité dans la lutte contre la ramulariose, lors des années 2016 et 2017.

Ses performances sont supérieures au double traitement Stéréo 2 L/ha suivi d'Aviator Xpro 1 L/ha, sans ajout de Bravo.

Le Ceriax à 1.75 L/ha reste le produit le plus performant lorsqu'il est appliqué en solo.

En moyenne sur 3 ans, le Fandango donne des résultats équivalents à l'Aviator Xpro 1 L/ha grâce à ses bons rendements obtenus en 2018.

**Gains de rendement engendrés par les traitements fongicides en 2016-2017-2018 (10 essais)**

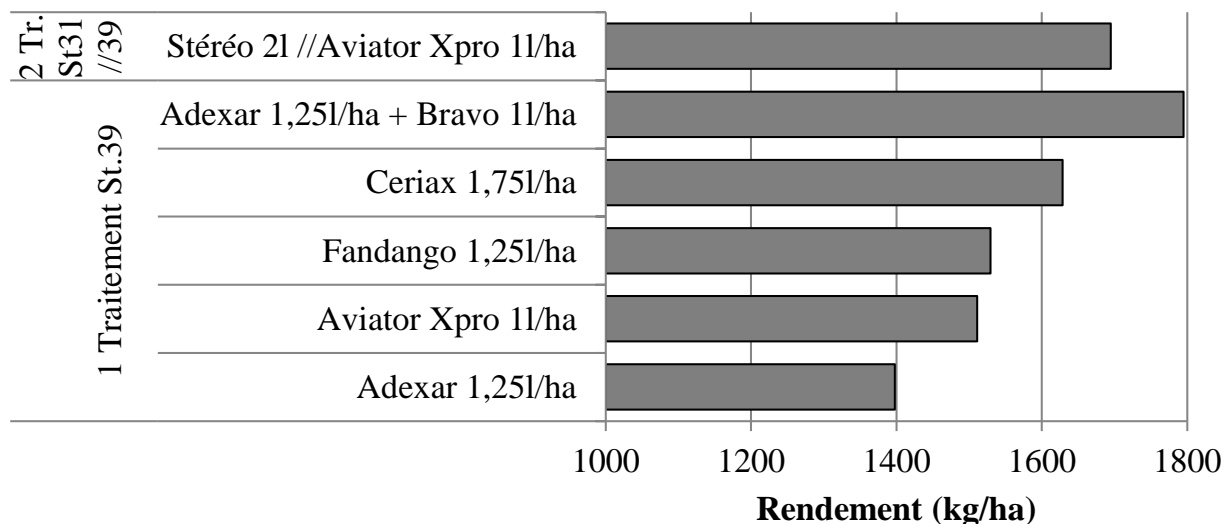


Figure 5.27 – Rendement moyen (kg/ha) des 3 années (2016 à 2018) sur 10 essais (CRA-W, CARAH et ULiège Gx-ABT).

Les essais multilocaux 2016, 2017 et 2018 montrent que l’efficacité des SDHI commence à s’effriter face aux populations d’helminthosporiose résistantes.

Parmi les produits à base de SDHI, le **Ceriax** qui contient entre autres de la pyraclostrobine, strobilurine montrant encore une efficacité résiduelle face à l’helminthosporiose, donne les meilleurs résultats.

Face à ce problème, le Fandango composé d’un triazole et d’une strobilurine semble retrouver une certaine jeunesse 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.

Utilisé comme partenaire, **le chlorothalonil est incontournable vis-à-vis de la ramulariose. Il est conseillé de l’associer à tout traitement de dernière feuille.**

### 2.5 Conclusions

**Les choix du schéma de traitement fongicide appliqué en escourgeon devront être réfléchis 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 donne 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 **chlorothalonil** est indispensable 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 à cette molécule.

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<sup>er</sup> nœud, une

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

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 >> epoxiconazole ≥ 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 efficacité semble même dépasser celle des SDHI à l'heure actuelle. Les produits à base de triazole + strobilurine doivent donc être favorisés pour lutter contre l'helminthosporiose sur les variétés uniquement sensibles envers 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 et l'oïdium en escourgeon

La rouille naine et l'oïdium sont très fréquemment observés en fin de saison dans l'escourgeon. Ces maladies peuvent y causer des pertes de rendement sensibles, c'est pourquoi elles justifient qu'un traitement fongicide soit effectué systématiquement au stade dernière feuille. Ce sont les mélanges triazole-strobilurine et triazole-SDHI qui donnent les meilleurs résultats.

### Grillures et ramulariose

Depuis le début des années 2000, des 'brunissements' se développent régulièrement et de manière très importante dans les escourgeons. Des 'grillures' polliniques, des 'taches physiologiques' aussi appelées 'taches léopard' et de la ramulariose. En 2006, cette dernière maladie a de fait été pour la première fois formellement identifiée 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, du prothioconazole et/ou de chlorothalonil en association à 500g/ha lors du traitement effectué à la dernière feuille permet de bien contrôler le développement de la ramulariose. Cette maladie est résistante aux strobilurines.

L'efficacité du prothioconazole dépendra de sa concentration dans la bouillie. Réduire la dose de SDHI limite sa rémanence.

Le chlorothalonil donne, quant à lui, les résultats d'efficacité les plus impressionnants sur ramulariose depuis ces dernières années.

Etant donné qu'on ne peut prédire le développement de cette maladie, l'utilisation systématique de chlorothalonil en mélange avec un autre produit (triazole, SDHI et/ou strobilurine) peut être envisagée au moment du traitement à la dernière feuille.

### **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<sup>er</sup> 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<sup>ème</sup> levier)***

En général 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/m<sup>2</sup> est largement suffisante, surtout avec les semoirs de précision.

#### ***Ne pas intensifier exagérément la fumure azotée (3<sup>ème</sup> 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

## 5. Lutte intégrée contre les maladies

---

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, superficiel, tallage réduit) où trois apports restent indispensables.

### *Le traitement de montaison*

**Il ne faut jamais 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 cas de présence significative de maladies sur les trois derniers étages foliaires sortis et suivant les avis CADCO. 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 ou de cyprodinil voire une strobilurine en mélange à une triazole. En présence faible de 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 + triazole + chlorothalonil ou de SDHI + triazole (et/ou strobilurine) + chlorothalonil reste donc systématiquement conseillé. L'expérimentation montre qu'il est possible de réduire les doses, notamment en traitement de montaison.**