

5. Lutte intégrée contre les maladies

C. Bataille¹, M. Duvivier¹, B. Heens², O. Mahieu³, R. Meza⁴, B. Monfort⁵

1	Protection du froment.....	3
1.1	Principales maladies en froment.....	3
1.1.1	Septoriose (<i>Zymoseptoria tritici</i>).....	3
1.1.2	Rouille jaune (<i>Puccinia striiformis</i>).....	4
1.1.3	Rouille brune (<i>Puccinia triticina</i>)	5
1.1.4	Fusarioses (<i>Microdochium</i> spp. et <i>Fusarium</i> spp.)	6
1.1.5	Autres maladies du blé	8
1.2	Stades clés pour la lutte contre les maladies	9
1.2.1	Stade 31	9
1.2.2	Stade 32	9
1.2.3	Stade 39	10
1.2.4	Stades 51-59	10
1.2.5	Stades 61-65	10
1.2.6	Apparition des stades au cours de l'année.....	10
1.2.7	En résumé	11
1.3	Les fongicides et leur mode d'action	12
1.3.1	Fongicides chimiques	12
1.3.2	Produits alternatifs.....	17
1.4	Efficacité des fongicides	18
1.4.1	Nouvelles agrégations.....	18
1.4.2	Efficacités de l'Elatus Plus et du Velogy Era suite à la modulation de dose	20
1.4.3	Efficacité des produits contre l'oïdium	25
1.4.4	Efficacité des produits contre la rouille brune.....	27
1.5	Le choix du schéma de traitement fongicide.....	29

¹ CRA-W – Dpt Sciences du Vivant – Unité Protection des Plantes et Écotoxicologie

² CPL Végémar – Centre Provincial Liégeois de Productions végétales et maraîchères – Province de Liège

³ CARAH asbl – Centre Agronomique de Recherches Appliquées de la Province de Hainaut

⁴ ULiège – Gx-ABT – AgroBioChem – Phytotechnie tempérée – Production Intégrée des Céréales en Région Wallonne – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

⁵ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

5. Lutte intégrée contre les maladies

1.5.1	Le réseau d'essais fongicides wallon, 5 ans déjà !.....	29
1.5.2	Le schéma de traitement fongicides doit contrôler l'ensemble des maladies	29
1.5.3	Le cas spécifique du traitement au redressement.....	31
1.5.4	Peut-on reporter son 1 ^{er} traitement fongicide au stade « dernière feuille » ?.....	33
1.5.5	Les résultats du réseau d'essais fongicides wallons en 2017.....	36
1.5.6	Quels facteurs déterminent la rentabilité de la protection fongicide?.....	42
1.5.7	Conclusion : comment adapter son programme fongicide ?.....	45
1.5.8	Arbre décisionnel.....	49
2	Protection de l'escourgeon.....	53
2.6	Principales maladies en escourgeon.....	53
2.6.1	Helminthosporiose (<i>Pyrenophora teres</i>).....	53
2.6.2	Rhynchosporiose (<i>Rhynchosporium secalis</i>).....	54
2.6.3	Rouille naine (<i>Puccinia hordei</i>).....	55
2.6.4	Ramulariose (<i>Ramularia collo-cygni</i>).....	56
2.6.5	Autres maladies.....	57
2.7	Stades clés pour la lutte contre les maladies.....	57
2.7.1	Stade 31.....	57
2.7.2	Stade 39-49.....	58
2.7.3	Apparition des stades au cours de l'année.....	58
2.7.4	En résumé.....	59
2.8	Schéma de traitement à adopter en fonction de la pression en maladie à la montaison et de la variété emblavée.....	60
2.8.1	Résumé de l'année 2016-2017.....	60
2.8.2	Quel schéma de traitement fallait-il appliquer en 2017 ?.....	61
2.8.3	Conclusions.....	69
2.9	Les fongicides et leur mode d'action.....	71
2.10	Efficacité des fongicides.....	72
2.10.1	Nouvelles agrégations.....	73
2.10.2	Efficacité des traitements sur Tonic à Ath en 2017 (rouille naine et ramulariose).....	74
2.10.3	Efficacité des traitements sur Rafaela à Anthée en 2017 (Rouille naine).....	76
2.10.4	Efficacité des traitements dans le réseau d'essais 2017.....	78
2.10.5	Efficacité des traitements dans le réseau d'essais de 2014 à 2017.....	79
2.10.6	Modulation de dose des fongicides en escourgeon à Lonzée.....	81
2.11	Conclusions.....	86

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 Principales maladies en froment

C. Bataille

Vous trouverez de plus amples informations sur chacune des maladies présentées ci-dessous sur le site internet <http://www.livre-blanc-cereales.be/thematiques/maladies/froment/>

1.1.1 Septoriose (*Zymoseptoria tritici*)

1.1.1.1 Généralités

La septoriose est une maladie causée par deux agents pathogènes : *Staganospora nodorum* et *Zymoseptoria tritici*, deux champignons ascomycètes nécrotrophes. Le premier n'est retrouvé que sporadiquement contrairement au second qui est dominant dans les champs wallons. Cette maladie est la plus problématique en Europe car aucune variété ne lui est totalement résistante. De plus, son épidémiologie lui permet de développer rapidement des résistances aux fongicides. Elle est capable de causer des pertes de rendement pouvant aller jusqu'à 50%. Son développement dépend de la température, des précipitations, du vent et de l'architecture de la plante hôte. Elle se disperse sous forme d'ascospores (spores issues du cycle sexué) transportées par le vent, ou bien de pycnidiospores (spores issues de la reproduction asexuée) transportées par les éclaboussures provoquées par les pluies. Cet « effet splash » permet à la septoriose de contaminer d'autres plantes mais aussi d'atteindre les étages foliaires supérieurs. La dispersion de la maladie peut aussi se réaliser par simple contact entre les feuilles.

1.1.1.2 Symptômes

Les premiers symptômes apparaissent sous forme de petites taches chlorotiques sur les feuilles. Elles évoluent ensuite très vite en lésions brunes, longues, étroites et parfois délimitées par les nervures de la feuille. Ces taches contiennent les structures de fructification du pathogène, appelées pycnides, qui ressemblent à de petits points noirs ou bruns typiques de cette maladie.

1.1.1.3 Période de développement

La septoriose est présente tout au long de la croissance des céréales et jusqu'à leur maturité. Des symptômes sont généralement observés sur les premières feuilles avant l'hiver. A la reprise de végétation (mars-avril) la maladie est visible sur les feuilles les plus âgées. Elle infecte ensuite la plante généralement du bas vers le haut jusqu'à atteindre les trois étages foliaires supérieurs.

5. Lutte intégrée contre les maladies

1.1.1.4 Situations à risque

Ce sont les cultures semées tôt qui sont souvent les plus affectées par la septoriose en sortie d'hiver. En effet, un semis précoce lors d'un automne chaud et humide convient à l'installation de la maladie. De plus, si l'hiver est peu rigoureux, la septoriose a le temps de multiplier ses cycles de développement. Ce sont toutefois les conditions climatiques du printemps qui seront déterminantes pour la virulence de la septoriose. Des précipitations intenses et répétées durant cette saison permettent la progression rapide de la maladie sur les étages foliaires successifs. Des températures moyennes comprises entre 14 et 20°C raccourcissent la durée des cycles de reproduction du pathogène et intensifient donc son attaque.

1.1.2 Rouille jaune (*Puccinia striiformis*)

1.1.2.1 Généralités

La rouille jaune est causée par un champignon basidiomycète biotrophe appelé *Puccinia striiformis*. Cette maladie courante en Belgique est également très répandue à travers le monde grâce à la grande capacité de dispersion des spores (urédospores). La rouille jaune possède un cycle de développement court (10-14 jours). Cette maladie peut donc s'avérer explosive et engendrer jusqu'à 70% de perte de rendement sur des variétés très sensibles. Les hôtes principaux de ce pathogène sont le blé, le triticale et l'épeautre. *Puccinia striiformis* comprend plusieurs races, chacune étant caractérisée par sa capacité de contourner des gènes de résistance présents dans la plante hôte. Actuellement, c'est la race Warrior (ou une de ses variantes) qui sévit en Belgique.

1.1.2.2 Symptômes

Au niveau de la parcelle, les premiers symptômes de rouille jaune apparaissent généralement comme des spots de moins d'un mètre de diamètre et visibles de loin. Si les conditions sont favorables, l'infection se généralise rapidement à l'entièreté de la parcelle.

Au niveau des feuilles, des pustules contenant une masse poudreuse jaune s'alignent le long des nervures pour former des stries parallèles. Ces pustules contiennent des spores facilement dispersées par le vent. A l'approche de la moisson, avec la montée des températures et la sénescence des feuilles, le pathogène produit de nouvelles pustules longues et noires au niveau des nécroses formées par les anciens symptômes. Les téléospores qui s'échappent de ces pustules sont incapables d'infecter les céréales et ne participent donc pas à l'épidémie. Ces spores sexuées contamineront l'épine-vinette, hôte secondaire du pathogène.

1.1.2.3 Période de développement

Dès leur émergence, les plantules de froment sont susceptibles d'être infectées par la rouille jaune, qui peut se développer jusqu'à la fin de la floraison.

1.1.2.4 Situations à risque

Le choix de la variété est déterminant dans l'apparition de cette maladie. Plus la variété implantée est sensible à la rouille jaune et plus les pertes de rendement peuvent être importantes en cas d'épidémie. Le contournement des gènes de résistance d'une variété n'est cependant pas prévisible lors des semis. Il est donc possible mais assez rare, en cours de saison qu'une nouvelle race soit capable d'infecter des variétés considérées au préalable comme résistantes. Il vous est conseillé de suivre les avis CADCO pour vous tenir au courant de l'évolution des races de rouille jaune.

Puccinia striiformis est un pathogène dont le cycle est favorisé par un taux d'humidité élevé. Une végétation dense engendrée par une forte densité de semis ou une exagération de la fumure azotée sera propice à son développement. Les épidémies de rouille jaune se déclenchent principalement lors d'un début de printemps frais et humide avec des températures moyennes comprises entre 9 et 15°C.

1.1.3 Rouille brune (*Puccinia triticina*)

1.1.3.1 Généralités

La rouille brune est causée par un champignon basidiomycète biotrophe appelé *Puccinia triticina*. Cette rouille est retrouvée dans toutes les régions du globe où est cultivé le blé. Elle se disperse principalement par le vent même sur de longues distances mais aussi parfois par la pluie (effet splash). Les précipitations peuvent aussi « lessiver » les spores présentes dans l'air et les amener sur les plantes dans des conditions idéales pour l'infection. La sévérité des épidémies de rouille brune peut parfois être explosive et dépend de la précocité de l'infection, de la résistance variétale et de la température (10-25°C). Les dégâts peuvent s'élever, en Europe, jusqu'à 30% du rendement. Ce pathogène est très diversifié et plusieurs dizaines de races⁶ sont identifiées chaque année.

1.1.3.2 Symptômes

Contrairement à la rouille jaune qui se développe en foyers, les symptômes de rouille brune se répartissent de façon plus homogène dans un champ. Elle n'est donc pas toujours visible de loin et une inspection de la parcelle est souvent nécessaire pour la repérer lors du début de l'infection. Sur les feuilles, la maladie produit des pustules brunes orangées distribuées aléatoirement sur le limbe foliaire. Ces dernières sont plus grandes et plus foncées que les pustules de rouille jaune. Lors de la sporulation, une poudre brune orangée formée par les urédospores s'échappent des pustules.

En fin de saison, avec la sénescence des feuilles, le pathogène produit de nouvelles pustules longues et noires au niveau des nécroses formées par les anciens symptômes. Les téléospores qui s'échappent de ces pustules sont incapables d'infecter les céréales et ne participent donc pas à l'épidémie. Elles vont en revanche contaminer les hôtes secondaires, le pigamon (*Thalictrum* spp.) et l'isopyre (*Isopyrum* spp.) pour y réaliser leur cycle sexué.

⁶ Une race est caractérisée par sa capacité à contourner des gènes de résistance présents dans la plante hôte.

1.1.3.3 Période de développement

Les premiers symptômes peuvent apparaître très tôt dans la saison, surtout si l'hiver est doux et le semis précoce. En 2016, des pustules étaient déjà observables en février. Les épidémies de rouille brune ne commencent cependant généralement pas avant le déploiement de la dernière feuille (stade 39) durant le mois de mai. En effet, le pathogène a besoin de températures plus élevées que celui responsable de la rouille jaune pour se développer. La rouille brune est capable de sévir jusqu'à la sénescence des plantes.

1.1.3.4 Situation à risque

Plus la variété emblavée est sensible à la rouille brune et plus les risques de perte de rendement, suite à une épidémie, sont conséquents. Le choix de la variété est donc un élément primordial lors de l'installation de la culture. Les contournements des gènes de résistance des variétés sont actuellement moins fréquents que dans le cas de la rouille jaune.

Cette maladie est également favorisée par une forte densité de semis et une fumure trop importante, engendrant ainsi une humidité élevée dans le couvert.

1.1.4 Fusarioses (*Microdochium* spp. et *Fusarium* spp.)

1.1.4.1 Généralités

La fusariose de l'épi est une maladie causée par un complexe d'agents pathogènes répartis en deux genres distincts : *Fusarium* spp. et *Microdochium* spp.

Le genre *Fusarium* contient une multitude d'espèces dont *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*,... dont la distribution varie d'une année à l'autre selon une combinaison de facteurs environnementaux. Le climat y joue un rôle majeur. Leur inoculum se maintient sur les semences de céréales, dans le sol et sur les résidus de culture (pailles de céréales et chaumes de maïs). Les spores de *Fusarium* spp. sont capables d'infecter les plantules, causant notamment la fonte des semis, la fusariose des tiges,... Les spores peuvent être transportées par le vent ou par la pluie (effet splash ou lessivage de l'air). Elles infectent les épis lors de la floraison par forte humidité, causant la fusariose des épis. Les *Fusarium* spp produisent des mycotoxines, dont le déoxynivalénol (DON), qui se retrouvent dans les grains contaminés. Ces mycotoxines sont dangereuses pour la santé humaine. Lorsqu'un lot de grains dépasse le seuil de 1 250 µg DON/kg, il est automatiquement déclassé en grains fourrager. Une diminution du rendement est aussi observée car le champignon coupe l'arrivée de sève vers les épillets.

Le genre *Microdochium* contient deux espèces : *M. nivale* et *M. majus*. L'inoculum de ces pathogènes se maintient sur les semences des céréales et sur les résidus de culture. Ils sont capables de contaminer les plantules de blé, causant notamment la fonte des semis. Leurs spores sont transportées par le vent et par la pluie (effet splash). Lorsque l'humidité relative est très élevée durant une longue période (cas de mai-juin 2016), *Microdochium* spp. infecte les tiges et les feuilles des céréales adultes, causant la fusariose sur feuille. Enfin, lors de la floraison des céréales (stade 61-69) durant une période très humide, *M. nivale* et *M. majus* peuvent contaminer les épis et ainsi causer la fusariose de l'épi. Ils ne produisent pas de mycotoxines et les dégâts engendrés sont uniquement dus à la perte de photosynthèse du fait

de la contamination des feuilles, à la stérilité des épillets infectés ainsi qu'à la limitation du développement des grains.

1.1.4.2 Symptômes

Fusariose sur feuille:

La nécrose formée par *Microdochium* spp. est de forme ovoïde irrégulière et de couleur vert bouteille. La tache s'étend le plus souvent avec une bordure jaune. Le centre de la nécrose vire au brun avec le temps et une déchirure apparaît très souvent au milieu de celle-ci. Mais la présence de symptômes sur les feuilles n'implique pas forcément l'infection de l'épi.

Fusariose sur épi :

Lorsque l'épi est infecté par le genre *Fusarium*, il présente des symptômes en « épillets groupés ». En effet, *Fusarium* spp. coupe la circulation de la sève dans le rachis de l'épi au niveau du point d'infection. Tous les épillets, ainsi que le rachis, se trouvant au-dessus de ce point vont blanchir.

Lorsque l'épi est infecté par le genre *Microdochium*, il présente des symptômes en « épillets séparés ». En effet, le pathogène infecte un épillet qui va blanchir mais ne coupe pas la circulation de la sève dans le rachis qui reste bien vert. Tant que les épillets adjacents ne sont pas contaminés, ils ne blanchiront pas. De plus, un liseré brun foncé est observable sur les glumes.

Remarque importante, *Microdochium* spp. et *Fusarium* spp. produisent tous deux un mycélium rose. Contrairement à une rumeur persistante, la couleur n'est donc pas un critère pertinent pour différencier les deux genres.

1.1.4.3 Période de développement

Les symptômes de *Microdochium* spp. peuvent apparaître partir du déploiement de la dernière feuille (stade 39) et jusqu'à la sénescence de la plante.

Les épis peuvent être contaminés par *Fusarium* spp et/ou *Microdochium* spp lors de leur floraison (stade 61-69). Des pluies, ou bien une humidité importante sont cependant nécessaires à la réussite de l'infection.

1.1.4.4 Situations à risque :

Les chaumes de blé ou de maïs et surtout les abondants résidus de maïs grain sont propices à la conservation du pathogène. Un labour soigné sera donc nécessaire afin de les enfouir avant l'implantation d'un froment.

Certaines variétés sont plus sensibles que d'autres à ces pathogènes. Il faut donc faire attention à ce point lors de l'implantation de sa culture. Certains fongicides peuvent avoir un effet sur la maladie mais la protection n'est jamais totale (efficacité <70-80%). De plus, la fenêtre de traitement pour atteindre une efficacité optimale est très étroite. Elle s'étend de la fin de l'épiaison à la fin de la floraison. Il est donc fortement conseillé d'actionner les leviers prophylactiques cités ci-dessus afin de réduire l'impact de l'infection par la fusariose.

1.1.5 Autres maladies du blé

1.1.5.1 Oïdium (*Blumeria graminis*)

L'oïdium est causé par le parasite obligatoire *Blumeria graminis*. Ce dernier passe l'hiver sur les résidus de culture, les jeunes plantules et les céréales sauvages. Ses spores sont dispersées par le vent. L'oïdium se développe dans des cultures denses lorsque la météo est douce (température de 15 à 22 °C) et en présence d'une humidité relative comprise entre 85 et 100%. Une fumure azotée trop importante favorisera également le développement de la maladie. Le pathogène est capable d'infecter toutes les parties aériennes des plantes de froment mais s'attaque particulièrement aux feuilles basses à médianes. Il forme des symptômes en patch blanc cotonneux. Lorsque le symptôme vieillit, il devient gris ou brun rougeâtre. La maladie devient sévère lorsqu'elle monte jusqu'à l'épi. Une diminution du nombre de grains par épi et du poids de mille grains est alors observée. L'oïdium peut sévir du stade plantule jusqu'à la sénescence de la plante.

1.1.5.2 Helminthosporiose du blé (*Pyrenophora tritici-repentis*)

L'helminthosporiose du blé est causée par un champignon ascomycète, *Pyrenophora tritici-repentis*. Ce pathogène se développe sur le blé durant le printemps et l'été, sur les deux faces de la feuille. Cette maladie est très présente en blé après blé lorsque les résidus de cultures sont laissés sur la surface du sol. En effet, ce pathogène saprophyte survit sur les tiges et les feuilles de blé durant l'hiver où il produit ses ascospores (spores issues du cycle sexué). Celles-ci sont ensuite relâchées au printemps, contaminant ainsi le bas de la canopée. Des températures supérieures à 10°C et une forte humidité suffisent à son développement qui progresse du bas vers le haut de la plante. Les symptômes sont elliptiques et brunâtres, entourés d'un halo jaune souvent conséquent. La lésion ne contient toujours qu'un seul point brun foncé à noir (point d'infection). C'est un des repères clés pour facilement différencier l'helminthosporiose de la septoriose. En effet, la septoriose produit des pycnides, ses lésions sont donc constellées d'une multitude de petits points noirs, contrairement à l'helminthosporiose qui ne comportera toujours qu'un seul point noir au centre de la lésion.

1.1.5.3 Piétin-verse (*Oculimacula yallundae* et *O. aciformis*)

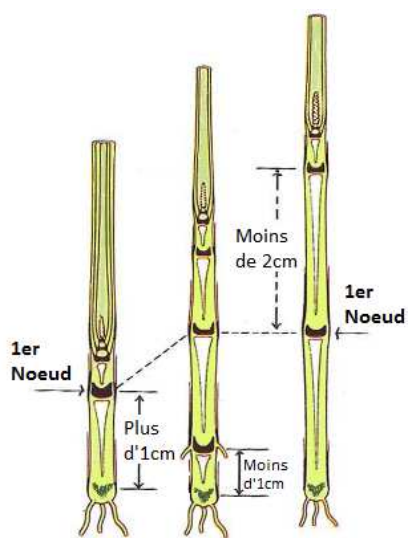
Le piétin-verse est causé par deux pathogènes du genre *Oculimacula* : *O. yallundae* et *O. aciformis*. Ceux-ci sont favorisés par des sols humides (l'eau libre étant essentielle à l'infection) et un haut niveau d'azote. *Oculimacula* spp. infecte le blé au début du printemps lorsque les températures varient entre 5 et 13°C, à l'aide de l'effet splash causé par les gouttes de pluies. Les symptômes ne sont visibles qu'à partir du stade 31. Ils se trouvent entre la base et le premier nœud de la plante. C'est une lésion brun clair bordée d'un liseré brun foncé. Le soulèvement des différents feuillets couvrant la lésion laisse apparaître de petites boules noires au centre de la tâche. Après la floraison (stade 70), les tiges touchées et leurs épis vont blanchir. En cas d'attaque sévère, une verse désordonnée pourra même être observée. Ces pathogènes survivent sur les pailles infectées, sur les repousses et autres graminées sauvages. Lorsqu'une parcelle est infectée, il vaut mieux privilégier les rotations longues.

1.2 Stades clés pour la lutte contre les maladies

C. Bataille

Savoir reconnaître les différents stades de croissance d'une plante de froment est crucial pour pouvoir positionner ses traitements fongicides.

1.2.1 Stade 31

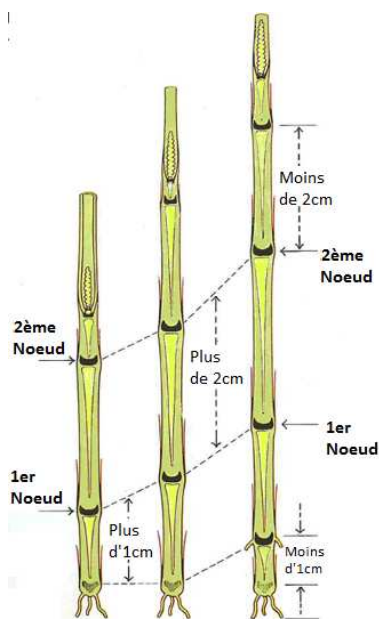


Source: <http://www.Teagasc.ie>

Le stade 31 est le stade où le premier nœud de la plante de froment est détectable. Celui-ci se situe alors à au moins 1cm du plateau de tallage mais à moins de 2 cm de la base du futur épi. De plus, le second nœud qui le suit doit se situer à moins d'1cm du plateau de tallage comme l'indique la figure ci-contre. Ce stade ne peut être déterminé précisément qu'en coupant la tige d'une talle principale de blé en deux longitudinalement.

A ce stade, les maladies observables sont la rouille jaune, le piétin-verse et la septoriose. Il est très rare que la présence de l'une de ces maladies mène à un traitement fongicide. Des règles de décision sont à disposition au point 1.5 pour identifier la nécessité d'une intervention à ce stade de la culture.

1.2.2 Stade 32



Source: <http://www.Teagasc.ie>

Le stade 32 est le stade où le second nœud est détectable. Le 1^{er} nœud doit se situer à plus d'1cm du plateau de tallage et à plus de 2 cm du 2^{ème} nœud qui se situe au-dessus. Ce stade ne peut être déterminé précisément qu'en coupant la tige d'une talle principale de blé en deux longitudinalement.

A ce stade, la rouille jaune, le piétin-verse et la septoriose peuvent être observés dans la culture. C'est un des stades clés pour le choix d'un traitement fongicide (voir point 1.5).

1.2.3 Stade 39

Le stade 39 se caractérise par la sortie complète de la dernière feuille. C'est le stade pivot des traitements fongicides. En effet, si aucun traitement n'a été réalisé jusqu'alors et que des symptômes de maladies sont observables, il est fortement conseillé d'appliquer un fongicide pour protéger le feuillage supérieur (point 1.5).

1.2.4 Stades 51-59

Les stades 51 à 59 indiquent la proportion de l'épi sorti des gaines foliaires. 51 = seulement 10% de l'épi est sorti ; 55 = 50% de l'épi et 59 = l'épi est sorti complètement mais la floraison n'a pas encore commencé.

A ce stade, les traitements réalisés au stade 32 n'ont presque plus aucun effet contrairement aux traitements réalisés au stade 39 et qui sont toujours actifs. La septoriose peut continuer à étendre son infection dans les parcelles suivant les conditions climatiques et la rouille brune peut démarrer une épidémie. La nécessité d'un traitement relais à ce stade est évaluée au point 1.5.

1.2.5 Stades 61-65

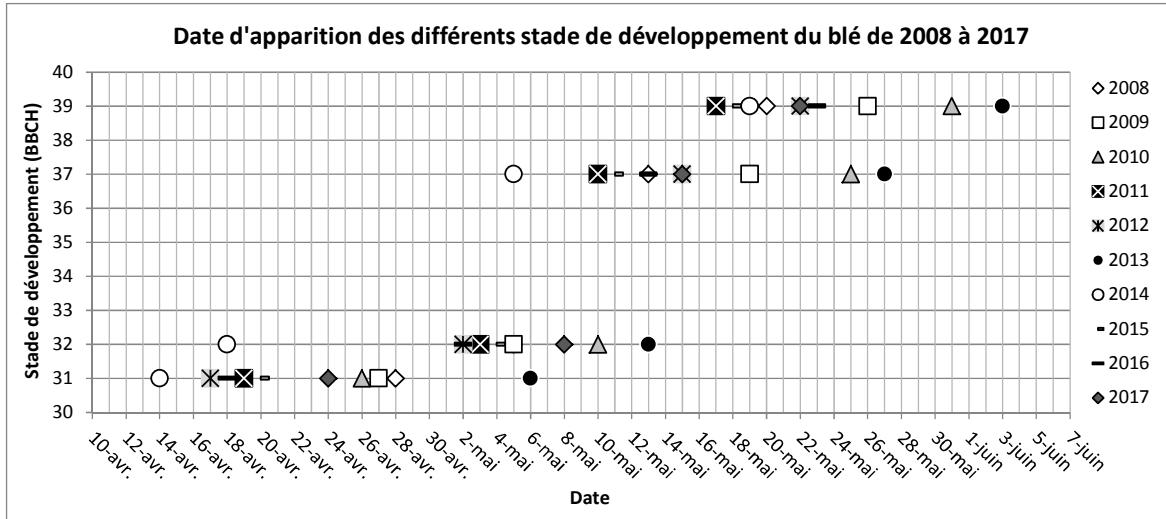
Tout comme les stades 51 à 59, les stades 61 à 69 indiquent la proportion de l'épi qui fleurit et où les anthères sont donc visibles. Le stade 61 indique donc le début de la floraison avec les premières anthères visibles. Le stade 65 signifie que l'épi est en pleine floraison et que la moitié des anthères sont sorties. Enfin, le stade 69 désigne la fin de la floraison.

A ce stade, l'effet des traitements réalisés au stade 39 s'est fortement dissipé. C'est à ce stade de croissance que la fusariose est capable d'infecter les épis en cas de forte humidité ou de temps pluvieux. L'évaluation de la nécessité d'un traitement est réalisée au point 1.5.

1.2.6 Apparition des stades au cours de l'année

Comme le montre la figure 5.1, les dates d'apparition des différents stades de croissance de froment varient d'une année à l'autre. La croissance des froments est majoritairement déterminée par la température et le rayonnement solaire. Un exemple frappant est la différence entre les dates de 2013 et de 2014 avec quasiment un mois de décalage pour un même stade. Au sein de la même année, les stades de croissance varient également d'un champ à l'autre en fonction de la date de semis mais aussi de la précocité de la variété implantée.

Il est donc important lors des observations des maladies au champ, de bien déterminer le stade avant de déclencher un traitement phytosanitaire éventuel plutôt que de se calquer sur une date calendrier identique chaque année.



1.2.7 En résumé

Il existe plusieurs stades clés pour appliquer les fongicides de façon optimale en froment. La figure 5.2 rappelle les périodes d'infection des principales maladies en blé ainsi que les stades clés de la protection. La détermination du schéma de traitement fongicide à appliquer en fonction de la situation est abordée au point 1.5.

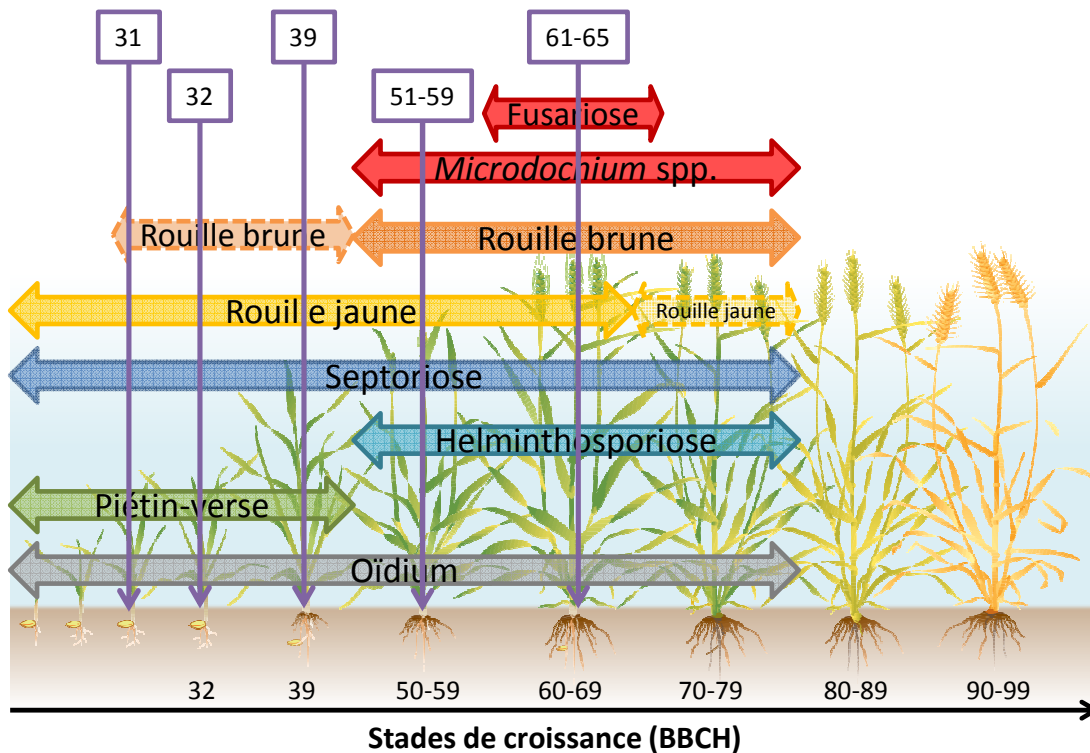


Figure 5.2 – Période d'infection des principales maladies en blé (flèches horizontales) et stades de croissance clé de la protection fongicide en blé (flèches verticales).

1.3 Les fongicides et leur mode d'action

C. Bataille

Les fongicides sont des composés biologiques ou chimiques utilisés pour contrôler les maladies sévissant dans les cultures. Ces produits inhibent ou tuent spécifiquement le champignon responsable de la maladie. Ils sont donc nécessaires pour :

- Juguler une maladie durant l'établissement et le développement d'une culture ;
- Accroître la productivité d'une culture en empêchant le développement de nécroses sur les feuilles et les épis par les pathogènes ;
- Améliorer la qualité des récoltes en contrôlant les pathogènes producteurs de mycotoxines.

LA LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES MALADIES NÉCESSITE L'APPLICATION DE **QUATRE LEVIERS AGRONOMIQUES** AVANT D'ENVISAGER L'UTILISATION DE FONGICIDES :

- ADAPTER LE TRAVAIL DU SOL EN FONCTION DU PRÉCÉDENT
- UTILISER DES VARIÉTÉS RÉSISTANTES
- ADAPTER LA DENSITÉ DE SEMIS EN FONCTION DES RECOMMANDATIONS
- RAISONNER LA FERTILISATION AZOTÉE

L'application de fongicides peut être envisagée si les mesures prophylactiques n'ont pas été suffisantes pour assurer une protection adéquate contre les maladies.

Les produits de lutte contre les maladies peuvent être répartis en deux catégories différentes : les fongicides chimiques, dont les composés sont synthétisés par l'industrie chimique, et les produits alternatifs, dont l'action repose sur l'utilisation de substances naturelles (cuivre, soufre,...), d'organismes biologiques ou de métabolites secondaires⁷ issus de ces organismes.

1.3.1 Fongicides chimiques

Les fongicides chimiques sont composés d'une ou de plusieurs substance(s) active(s), de solvants et d'adjuvants issus de la chimie de synthèse. Les substances actives utilisées sont hautement spécifiques. Elles ciblent et enrayent des processus clés dans le développement et la survie de l'organisme nuisible visé. Les substances actives de ces produits sont classées suivant leur mode d'action, c'est-à-dire leur cible au sein des pathogènes.

La plupart des fongicides n'ont qu'un seul site d'action (fongicide uni-site), c'est-à-dire qu'ils vont stopper ou altérer le bon fonctionnement d'une réaction nécessaire à la survie du

⁷ Les métabolites secondaires sont des molécules/substances produites par un organisme mais qui ne font pas parti de son métabolisme primaire. Ils ne participent donc pas à la nutrition, à la croissance ou au développement de l'organisme.

champignon (métabolisme primaire). Cette altération du métabolisme peut engendrer la mort de la cellule fongique. Si ces cellules mutent au niveau de l'unique site d'action du fongicide, le produit peut devenir inactif car celui-ci ne reconnaîtra pas sa cible. Il en résulte ce qu'on appelle une résistance du pathogène au fongicide. Cette mutation apparaît aléatoirement avec la multiplication et la reproduction du champignon. L'application d'un fongicide va tuer les organismes sensibles et révéler les organismes résistants qui vont alors continuer de se multiplier. Appliquer un produit c'est donc appliquer une pression de sélection sur la population fongique. Si on pulvérise toujours le même produit avec le même mode d'action, la pression de sélection sera d'autant plus importante et la résistance apparaîtra d'autant plus rapidement. Tous les produits possédant les mêmes caractéristiques deviendront également inefficaces. Vu la faible diversité des modes d'action présents sur le marché et le temps nécessaire pour le développement d'une nouvelle molécule, il est très important de limiter l'apparition de ces résistances.

Il existe quelques fongicides multi-sites avec lesquels l'acquisition d'une résistance par le pathogène doit passer par la mutation de plusieurs cibles, ce qui n'est encore jamais arrivé. Ce sont donc des alliés de choix pour les fongicides uni-sites.

L'APPARITION DE RÉSISTANCE À UN FONGICIDE NE PEUT PAS ÊTRE ÉVITÉE MAIS ELLE PEUT ÊTRE **RETARDÉE** ! POUR CELA IL EST TRÈS IMPORTANT D'APPLIQUER LES PRINCIPES SUIVANTS :

- **ALTERNER LES SUBSTANCES ACTIVES ET/OU LES MODES D'ACTION D'UNE APPLICATION À L'AUTRE**
- **ASSOCIER DES SUBSTANCES ACTIVES POSSÉDANT DES MODES D'ACTION DIFFÉRENTS**
- UTILISER LES SUBSTANCES ACTIVES EFFICACES PAR RAPPORT AUX MALADIES VISÉES
- ASSOCIER UN FONGICIDE MULTI-SITE AVEC UN UNI-SITE

1.3.1.1 Fongicides uni-sites agréés en blé

Les carboxamides (ou SDHI) :

Les substances actives appartenant à la famille des carboxamides empêchent la respiration mitochondriale du champignon en inhibant la succinate déshydrogénase présente dans le complexe II de la chaîne respiratoire. C'est pourquoi ces molécules sont également désignées par le terme « SDHI » (Succinate DeHydrogenase Inhibitors). Ce mode d'action est le plus récemment mis sur le marché. Il s'agit des substances actives suivantes : **benzovindiflupyr, bixafen, boscalid, fluxapyroxad et isopyrazam**. Elles sont souvent utilisées après le déploiement de la dernière feuille en combinaison avec une triazole (et/ou une strobilurine) afin de lutter contre la septoriose, la rouille jaune et/ou la rouille brune. Elles sont également agréées contre l'oïdium, l'helminthosporiose du blé et certaines contre la fusariose de l'épi et le piétin-verse.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Des souches de septoriose résistantes aux carboxamides ont déjà été détectées en Europe depuis 2012 et très récemment en Belgique (2016). Cette résistance ne semble cependant pas encore installée en Belgique mais la prudence reste de mise. Il est donc fortement conseillé de limiter l'application des carboxamides à une seule par saison quelle que soit la dose appliquée.

Les strobilurines (ou QoI):

Les substances actives appartenant aux strobilurines empêchent la respiration mitochondriale du champignon en inhibant le site d'oxydation du coenzyme Q situé sur la face externe du cytochrome b (complexe III de la chaîne respiratoire). Elles sont également désignées par le terme « QoI » pour « Quinone outside Inhibitors ». Il s'agit des substances actives suivantes : **azoxystrobine, fluoxastrobine, picoxystrobine, pyraclostrobine et trifloxystrobine**. Elles sont agréées contre la rouille jaune, la rouille brune et certaines contre la septoriose, l'oïdium et l'helminthosporiose du blé.

La septoriose, les fusarioses et l'oïdium sont actuellement résistants aux strobilurines qui n'ont donc quasiment plus aucun effet sur ces maladies. Cette situation illustre parfaitement la mauvaise gestion de l'utilisation d'un nouveau fongicide uni-site. En effet, lors de leur mise sur le marché, les strobilurines étaient si efficaces sur les rouilles et sur la septoriose qu'elles ont été utilisées plusieurs fois par saison et souvent sans être associées à des fongicides possédant des autres modes d'action. Il n'aura pas fallu plus de 5 ans pour qu'elles deviennent totalement inefficaces contre la septoriose. Les populations d'oïdium et des espèces causant la fusariose des épis sont également désormais largement résistantes aux strobilurines. Ces substances actives sont maintenant surtout utilisées en association avec un autre mode d'action (triazole, carboxamide) après le déploiement de la dernière feuille pour lutter contre la rouille brune.

Les triazoles (ou DMI) :

Les triazoles empêchent la biosynthèse des stérols dans la membrane de la cellule fongique. Elles sont aussi appelées DMI pour DeMethylation Inhibitor. Il s'agit des molécules suivantes : **cyproconazole, epoxiconazole, metconazole, propiconazole, prothioconazole, tebuconazole**,... pour ne citer que les plus courantes pour la protection des froments.

Les triazoles sont utilisées tout au long de la saison culturale. Au stade 32 elles sont appliquées en combinaison avec une autre triazole, avec une morpholine et/ou avec du chlorothalonil dans le but de freiner la progression de la septoriose. Elles sont également utilisées en début de saison pour lutter contre la rouille jaune ou le piétin-verse. Après le déploiement de la dernière feuille, elles sont généralement utilisées en combinaison avec une carboxamide pour lutter contre la septoriose. Elles peuvent être associées aussi avec une strobilurine pour lutter contre la rouille brune ou la rouille jaune. Enfin, certaines ont une bonne efficacité contre la fusariose de l'épi (prothioconazole, metconazole et tebuconazole). Les triazoles sont également agréées contre l'oïdium et l'helminthosporiose du blé.

Le prochloraz a le même mode d'action que les triazoles mais il n'appartient pas à la même famille : c'est une imidazole. Cette substance active est agréée contre la septoriose et le piétin-verse.

Depuis plusieurs années, une érosion de l'efficacité des triazoles face à la septoriose est observée. Ces substances actives restent cependant encore suffisamment efficaces et utiles contre ce pathogène. Mais il demeure essentiel de ne pas les appliquer seules. Certaines populations de septoriose sont également résistantes au prochloraz mais ce n'est pas le cas dans toute l'Europe et il n'existe pas encore d'informations solides sur les populations présentes en Belgique.

Le piétin-verse est résistant à toutes les triazoles sauf une : le prothioconazole.

Les morpholines :

Les morpholines inhibent également la biosynthèse des stérols dans la membrane du pathogène fongique mais en agissant cette fois sur des enzymes bien particulières (Δ^{14} reductase et la $\Delta^8 \rightarrow \Delta^7$ isomerase). Il s'agit des substances actives suivantes : **fenpropimorphe, fenpropidine et spiroxamine**. Elles sont principalement utilisées en combinaison avec une triazole pour ajouter une action anti-oïdium au traitement.

Le quinoxifen :

Cette substance active constitue un mode d'action à elle seule. Elle agit sur la transmission des signaux au sein de la cellule du pathogène mais son site d'action précis n'est pas connu. Elle est agréée contre l'oïdium et doit être appliquée préventivement. Cependant cette maladie semble désormais résistante à la molécule.

Le thiophanate-méthyl

Le thiophanate-méthyl est également le seul représentant de la famille des Methyl Benzimidazole Carbamates (MBC) agréé en froment. Cette substance active se lie à la β -tubuline et empêche la production des microtubules nécessaires notamment durant la division cellulaire. Cette action va engendrer une altération morphologique de l'hyphe du champignon. Elle est agréée contre le piétin-verse et la fusariose de l'épi. *Microdochium* spp. est cependant résistant à cette molécule.

1.3.1.2 Fongicides multi-sites agréés en blé

Les substances actives à action multi-sites sont **le mancozèbe, le manèbe, le folpet et le chlorothalonil**. Elles ont un effet sur le cycle de Krebs, la chaîne respiratoire, la β -oxydation des acides gras et la glycolyse : des processus essentiels à la survie et la multiplication des cellules. A l'instar des fongicides uni-sites qui sont capables de pénétrer la feuille sur laquelle ils sont pulvérisés, les fongicides multi-sites sont tous des fongicides de contact. Leur rémanence est donc très courte et certains sont facilement lessivables par les pluies. Le mancozèbe et le manèbe sont très peu utilisés en froment à cause de leur faible efficacité. Le chlorothalonil est très efficace lorsqu'il est appliqué préventivement. Il est conseillé de le pulvériser en combinaison avec une triazole et/ou une carboxamide pour renforcer l'efficacité du traitement et retarder l'apparition de résistance à la septoriose.

5. Lutte intégrée contre les maladies

1.3.1.3 Fongicides aux modes d'action inconnus agréés en blé

Le **cyflufenamid**, la **metrafenone** et la **pyriofenone** sont des fongicides dont le mode d'action est actuellement inconnu.

Le cyflufenamid est agréé contre l'oïdium cependant cette maladie semble de plus en plus résistante à la matière active qui est donc maintenant peu utilisée en froment.

La metrafenone est efficace contre le piétin-verse et contre l'oïdium.

Enfin, la pyriofenone est une substance active récemment agréée en Belgique et efficace contre l'oïdium.

1.3.1.4 En résumé

Les carboxamides, les triazoles et les strobilurines sont largement utilisées en froment pour lutter contre les maladies. Ces substances actives sont parfois associées à du chlorothalonil afin de consolider la durabilité des fongicides uni-sites.

Ci-dessous le tableau 5.1 résume quels fongicides ou quelles familles de fongicides peuvent être utilisés pour lutter contre quelles maladies.

Tableau 5.1 – Fongicides ou famille de fongicides pouvant être utilisés pour lutter contre les maladies reprises dans ce tableau. X : agréé pour l'utilisation contre la maladie désignée. X ! : agréé contre la maladie mais des souches résistantes de cette dernière existent. ✕ : agréé pour lutter contre la maladie désignée mais des problèmes de résistance existent. (X) : agréé pour lutter contre la maladie mais ce n'est pas le cas de toutes les matières actives présentes dans la famille de fongicides désignée.

Famille de fongicide	Maladies						
	Septoriose	Rouille Jaune	Rouille brune	Fusariose de l'épi	Oïdium	Helminthosporiose du blé	Piétin-verse
carboxamides	X !	X	X	(X)	X	X	(X)
strobilurines	✕	X	X		(✕)	(X)	
triazoles	X !	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)
imidazole	X !						X
quinoxifen					✕		
thiophanate-méthyle				X !			X
chlorothalonil, folpet	X	X	X				
cyflufenamid					X !		
metrafenone					X		X
pyriofenone					X		

1.3.2 Produits alternatifs

Les produits alternatifs sont des produits composés de substances naturelles non synthétisées ou d'organismes biologiques. Jusqu'à présent, il n'existe que trois produits naturels homologués en blé en tant que fongicide. Il s'agit du soufre, du Cerall et du vinaigre.

Le soufre est une substance minérale naturelle pouvant être utilisée en agriculture biologique. Il est autorisé en froment pour lutter contre l'oïdium (5 kg/ha).

Le Cerall est une suspension de bactéries (*Pseudomonas chlororaphis*) autorisée comme traitement de semences des froments pour lutter contre la septoriose, la fusariose et la carie du blé. Le vinaigre est aussi autorisé comme traitement de semences en froment pour lutter contre la carie.

D'autres produits répertoriés comme engrais foliaires peuvent aussi avoir un effet fongistatique. Par exemple, les décoctions de prêles sont réputées comme luttant contre les maladies. Les principes actifs de cette mixture reposent sur la forte teneur en silice des plantes de prêles. Malheureusement, la composition de ces préparations est souvent très peu détaillée et non régulière. Une autre piste actuellement étudiée par les universités et les centres de recherche sont les huiles essentielles qui pourraient aussi avoir des capacités de protection des plantes. Aucun produit spécifique à la protection des froments n'a cependant abouti jusqu'à ce jour

D'autres produits ont la capacité de déclencher les défenses naturelles des plantes. Ce sont des éliciteurs de défense naturelle. Une fois ces substances appliquées, la plante va enclencher la production de métabolites secondaires qui vont limiter le développement des spores de champignon et limiter les infections. Les purins d'ortie sont réputés pour avoir cet effet sur les plantes. D'autres traitements sont en cours de développement au sein d'universités et de centres de recherche mais aucun produit spécifique à la protection des froments n'a cependant été homologué jusqu'à ce jour.

Enfin une autre piste en cours de recherche est l'utilisation de métabolites secondaires produits par des bactéries. Il s'agit par exemple de la surfactine, de la mycosubtiline et de la fengycine produites par *Bacillus subtilis*. La mycosubtiline a montré en laboratoire des effets contre la septoriose. Bien d'autres métabolites ou organismes biologiques sont aujourd'hui en cours d'étude.

Aucune solution alternative prouvée comme efficace contre les maladies n'a encore vu le jour en froment. Les chercheurs continuent cependant à travailler dans cette voie afin de dénicher rapidement la perle rare.

1.4 Efficacité des fongicides

C. Bataille, B. Heens, R. Meza

1.4.1 Nouvelles agrégations

Dans ce bref paragraphe, les nouvelles agrégations (hors produits génériques) octroyées entre le 1^{er} janvier 2016 et le 1^{er} janvier 2018 sont décrites.

1.4.1.1 La gamme Syngenta

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)	
				<i>benzovindiflupyr</i>	<i>prothioconazole</i>
Ceratavo Plus = Elatus Plus	F, O, S, A, T, E	31-59	0.75	100.0	
Velogy Era	F, O, S, A, T, E	31-59	1.00	75.0	150.0

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

Elatus Plus (aussi appelé Ceratavo Plus) et le Velogy Era sont des produits agréés depuis respectivement le 31 mars 2017 et le 12 juin 2017. Ils requièrent tous deux une zone tampon de 10m avec buses classiques. Ce produits contiennent une nouvelle substance active appelée **benzovindiflupyr** (nom commercial : Solatenol). Nouvelle molécule ne signifie cependant pas nouveau mode d'action. En effet, elle fait partie de la famille des carboxamides (SDHI) tout comme les molécules telles que le fluxapyroxad (Xemium), contenu dans l'Adexar, ou le bixafen (Xpro), contenu dans l'Aviator Xpro.

L'Elatus Plus ne contient qu'une seule substance active. Il devra toujours être associé à un autre produit possédant un mode d'action différent (principe de **diversité des modes d'action**). Ainsi, il sera vendu en pack avec du metconazole ou de l'epoxyconazole pour une application contre la septoriose, la rouille jaune et/ou la rouille brune. Le Velogy Era contient deux molécules avec des modes d'action différents. Il n'est pas nécessaire de l'associer avec un autre produit.

Il est conseillé d'appliquer les produits contenant une carboxamide après le déploiement de la dernière feuille (stade 39) pour profiter de la longue rémanence de ce type de molécule.

1.4.1.2 La gamme BASF

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)	
				<i>pyraclostrobine</i>	<i>fluxapyroxad</i>
Comet New	F, O, A, T, E	31-59	1.25	200.0	
Imtrex EC	F, O, S, A, T, E	25-69	2.00		62.5
Priaxor	F, O, S, A, T, E	25-69	1.50	150.0	75.0

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

Le Comet New est un produit composé uniquement d'une strobilurine : la pyraclostrobine. Il a été agréé pour remplacer le Comet. Ce produit est un peu plus concentré que son prédécesseur. Il requiert une zone tampon de 10 m avec buses classiques et est homologué contre la rouille brune et la rouille jaune. Il est surtout utilisé après le déploiement de la dernière feuille, en renfort de la carboxamide, pour lutter contre la rouille brune.

L'Imtrex EC est un produit ne contenant qu'une carboxamide. Il ne sera pas distribué dans le commerce. Ce produit requiert une zone tampon de minimum 1m avec buses classiques. Il est agréé contre la septoriose, la rouille jaune, la rouille brune et le piétin-verse.

Le Priaxor est un produit de composition originale. En effet, même si les substances actives sont déjà connues et distribuées, c'est le premier produit associant une carboxamide et une strobilurine, mais sans triazole. Il est agréé contre la septoriose, la rouille brune, la rouille jaune, l'oïdium et le piétin-verse. Il requiert une zone tampon de 20 m avec buses anti-dérives à 75 %. Par souci de protection de la carboxamide contre l'apparition de résistance chez la septoriose, il sera commercialisé en pack avec du metconazole (Caramba). Ceci permet également d'étendre son spectre d'action à la fusariose de l'épi. Ce mélange trois voies est fort similaire au Ceriax, déjà présent sur le marché et dont seule la triazole diffère. Une bonne efficacité du Priaxor contre les principales maladies du froment est donc attendue au vu de sa composition. Cependant, les conditions climatiques sèches de l'année 2017 n'ont pas permis d'obtenir des résultats exploitables sur ce produit dans les essais du CRA-W.

5. Lutte intégrée contre les maladies

1.4.1.3 Autres

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)		
				<i>epoxyconazole</i>	<i>folpet</i>	<i>azoxystrobine</i>
Epoxy Extra	F, T	30-65	2.00	50.0	375.0	
Zaindu	F, O, S, T, E	31/59	1.00	100.0		200.0

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

L'Epoxy Extra fait entrer sur le marché un nouveau produit de contact multi-sites : le folpet. Il est associé à de l'époxyconazole et pourrait plutôt être utilisé en premier traitement au stade 32. Il est homologué contre la septoriose, la rouille jaune, la rouille brune et l'oïdium et requiert une zone tampon de 20 m avec buses classiques.

Le Zaindu est composé d'une triazole et d'une strobilurine. Il a été utilisé dans les essais du réseau fongicide wallon comme spécialité ne contenant aucune carboxamide. Il est agréé contre la septoriose, la rouille jaune, la rouille brune, l'oïdium et l'helminthosporiose du blé. Une zone tampon de 10 m avec buses classiques est nécessaire pour pouvoir l'utiliser.

1.4.2 Efficacités de l'Elatus Plus et du Velogy Era suite à la modulation de dose

La réduction de la dose d'application d'un produit est devenue courante dans les exploitations agricoles depuis son autorisation par le comité d'agrément en 2002. Cependant, **réduire la dose d'un produit est souvent synonyme de réduction d'efficacité**. C'est dans le but de surveiller la capacité d'un produit à délivrer une efficacité suffisante contre les maladies à doses réduites qu'un essai de modulation de dose est mis en place, chaque année depuis 2010, par le CRA-W.

L'Elatus Plus et le Velogy Era ont été intégrés dans cet essai en 2015. Le manque de maladie durant cette première année n'a pas permis d'obtenir des résultats exploitables à partir de l'essai mis en place. L'année 2016, fort humide, a généré de très bons résultats d'efficacité des produits contre la septoriose. Enfin, l'année très sèche de 2017 était également pauvre en maladies. L'apparition de la rouille brune à la fin de la saison a tout de même engendré de bonnes observations d'efficacité.

1.4.2.1 Produits testés

Tableau 5.2 – Composition des nouveaux produits fongicides (en grisé) ainsi que des spécialités de référence. Plus de détails sont présentés dans les pages jaunes de ce Livre Blanc.

Nom	Form.	Composition				Dose agréée (L/ha)
		<i>Carboxamide</i>	<i>g/L</i>	<i>triazole</i>	<i>g/L</i>	
Elatus Plus + Caramba	EC	<i>benzovindiflupyr</i>	100.0	<i>metconazole</i>	60.0	0.75
	EC					1.12 ⁸
Velogy Era	EC	<i>benzovindiflupyr</i>	75.0	<i>prothioconazole</i>	150.0	1.00
Librax	EC	<i>fluxapyroxad</i>	62.5	<i>metconazole</i>	62.5	2.00
Aviator Xpro	EC	<i>bixafen</i>	75.0	<i>prothioconazole</i>	150.0	1.25
Caramba	EC	<i>metconazole</i>	60.0			1.50
Opus Plus	EC	<i>epoxyconazole</i>	83.0			1.50
Input	EC	<i>prothioconazole</i>	160.0	<i>spiroxamine</i>	300.0	1.25

1.4.2.2 Carte d'identité des essais

	2016	2017
Localisation :	Mettet	Wasmes-Audemez-Briffoeil
Variété :	Istabraq	KWS Ozon
Précédent :	Betterave	Pomme de terre
Semis :	Froment	Froment
Récolte :	17/08/2016	18/07/2017
Rendement parcelle témoin :	5.45 T/ha	9.28 T/ha
Pulvérisation stade 39 :	26/05/2016	22/05/2017
<u>Septoriose sur témoin (sévérité)</u>		
<i>Date d'observation</i>	13/07/2016	27/06/2017
F1	97.5% (+ <i>Microdochium</i>)	20.1%
F2	-	20.1%
<u>Rouille brune sur témoin (sévérité)</u>		
<i>Date d'observation</i>	-	27/06/2017
F1	-	37.4
F2	-	34.0

⁸ La dose de Caramba utilisée en association avec l'Elatus Era n'était pas sa dose agréée mais une dose légèrement réduite.

1.4.2.3 Résultats de l'essai de modulation de dose de 2016 (Septoriose)

L'essai de réduction de dose de 2016 s'est déroulé dans de bonnes conditions. En effet, la pression en septoriose était assez faible jusqu'à la fin du mois de mai. L'essai a été traité le 26/05/2016 et, dès le lendemain, 26 jours de pluie consécutifs se sont abattus sur la Belgique. Le 21/06/2016, la pression en septoriose n'était encore que de 20 % (sévérité) dans les parcelles témoin. Le 13 juillet, jour de la seconde observation de l'essai, la grande majorité des surfaces foliaires infectées étaient occupées par la septoriose. La fusariose sur feuille (*Microdochium* spp.), bien que présente dans chaque parcelle, n'occupait jamais plus de 5% de la surface foliaire. Il était cependant difficile de faire une distinction claire entre *Microdochium* spp. et la septoriose. Ces deux maladies ont donc été observées ensemble et les résultats sont présentés dans la figure 5.3.

Le Velogy Era, l'Elatus Plus + Caramba, le Librax, l'Aviator Xpro, l'Adexar, le Caramba et l'Opus Plus ont été testés dans cet essai à 25, 50 et 100 % de leur dose agréée.

Le graphique de gauche de la figure 5.3 montre le pourcentage de surface infectée (sévérité) par la septoriose (+ la fusariose sur feuille) sur la F1 le 13 juillet 2016. A 100 % de leur dose agréée, l'Adexar, le Librax, le Velogy Era et l'Elatus Plus + Caramba ont montré de très bons résultats contre la septoriose même 7 semaines après le traitement. L'Aviator Xpro a délivré une efficacité significativement moins bonne que les produits cités précédemment. Les triazoles (Opus Plus et Caramba) présentent une faible efficacité, faute de rémanence suffisante pour protéger les feuilles aussi longtemps. Les produits les plus flexibles à la réduction de dose sont l'Adexar et le Librax. Les deux nouveaux produits, l'Elatus Plus + Caramba et le Velogy Era, sont plus flexibles que l'Aviator Xpro à la modulation de dose mais moins que les deux produits de tête. Les triazoles à dose réduite ont perdu en rémanence et leur efficacité n'a pas tenu plus de 2 à 3 semaines.

La forte pression en maladies de l'année 2016 se traduit par un rendement d'à peine 5.45T/ha dans le témoin (graphique de droite de la figure 5.3). Les rendements des objets traités sont également moins bons que ce qui aurait pu être déduit des observations d'efficacité. Ceci est dû à une forte infection en fusariose de l'épi dans l'ensemble des parcelles, l'épi n'ayant pas été protégé durant la floraison, ainsi qu'au manque d'ensoleillement qui a limité le remplissage des grains. Les rendements ont donc été fortement impactés par ces deux phénomènes mais les tendances observées lors de l'évaluation des efficacités foliaires restent les mêmes.

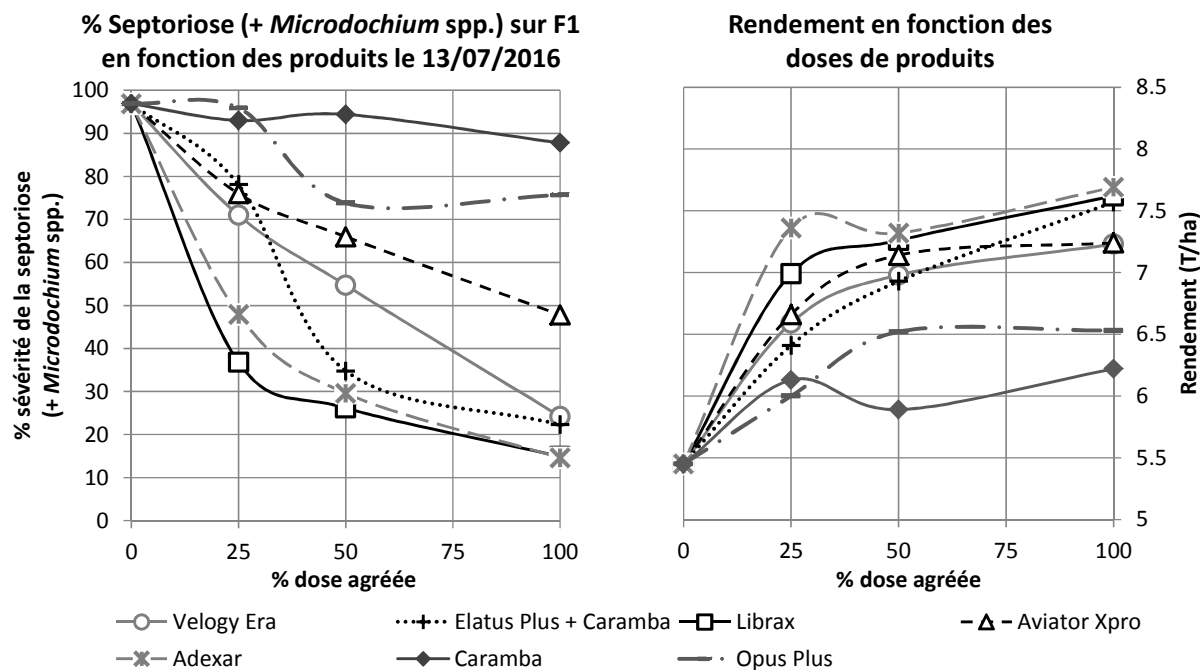


Figure 5.3 – A gauche : sévérité (%) de la septoriose (+*Microdochium* spp.) sur F1 en fonction du pourcentage de dose agréée de produit appliqué en traitement unique au stade 39. A droite : rendement (T/ha) en fonction du pourcentage de dose agréée de produit appliqué en traitement unique au stade 39.

1.4.2.4 Résultats de l'essai de modulation de dose de 2017 (Rouille brune)

L'essai de réduction de dose de 2017 s'est déroulé dans des conditions très sèches. Le déficit hydrique sévissant depuis le mois de janvier n'a pas permis aux maladies de se développer dans l'essai. Celui-ci a été pulvérisé le 22 mai 2017. Cependant, la rouille brune est apparue en fin de saison avec une pression assez moyenne. L'efficacité du Velogy Era, de l'Elatus Plus + Caramba, du Librax, de l'Aviator Xpro, de l'Adexar, de l'Input et de l'Opus Plus utilisés à 25, 50 et 100 % de leur dose agréée contre cette maladie a tout de même pu être évaluée.

Le pourcentage de la surface foliaire infectée par la rouille brune (sévérité) en moyenne sur F1 et F2 a été observé le 27/06/2017 et retranscrit en graphique sur la figure 5.4 (graphique de gauche). A 100 % de leur dose agréée, il n'y a pas de différence statistique entre les produits sauf dans le cas de l'Input qui montre des résultats inférieurs à ceux des SDHI. A 50 % de leur dose agréée, une différence est observée entre les deux nouveaux produits, Velogy Era et Elatus + Caramba, et les autres produits contenant une carboxamide, sans que celle-ci soit significative. A cette dose, les deux nouveaux produits ont montré une efficacité quasi totale et une longue rémanence face à la pression de rouille brune en 2017. Les triazoles n'ont quant à elles plus de rémanence à cette dose et surtout 5 semaines après traitement. A 25 % de leur dose, le Velogy Era, l'Elatus Plus + Caramba et l'Adexar ont toujours une efficacité proche des 100 %. Les autres produits sont plus en retrait.

Les parcelles d'essais, emblavées sur un sol léger, ont séché très rapidement et à un point tel qu'elles ont été récoltées 2 semaines plus tôt que d'habitude (18/07/2017). Cette maturité rapide a conduit à des résultats de rendement hétérogènes : l'effet dose est significatif mais la

5. Lutte intégrée contre les maladies

comparaison entre produits, dose par dose, ne montre pas de différence significative probablement à cause du blocage du remplissage qui n'a pas permis au produit de s'exprimer pleinement.

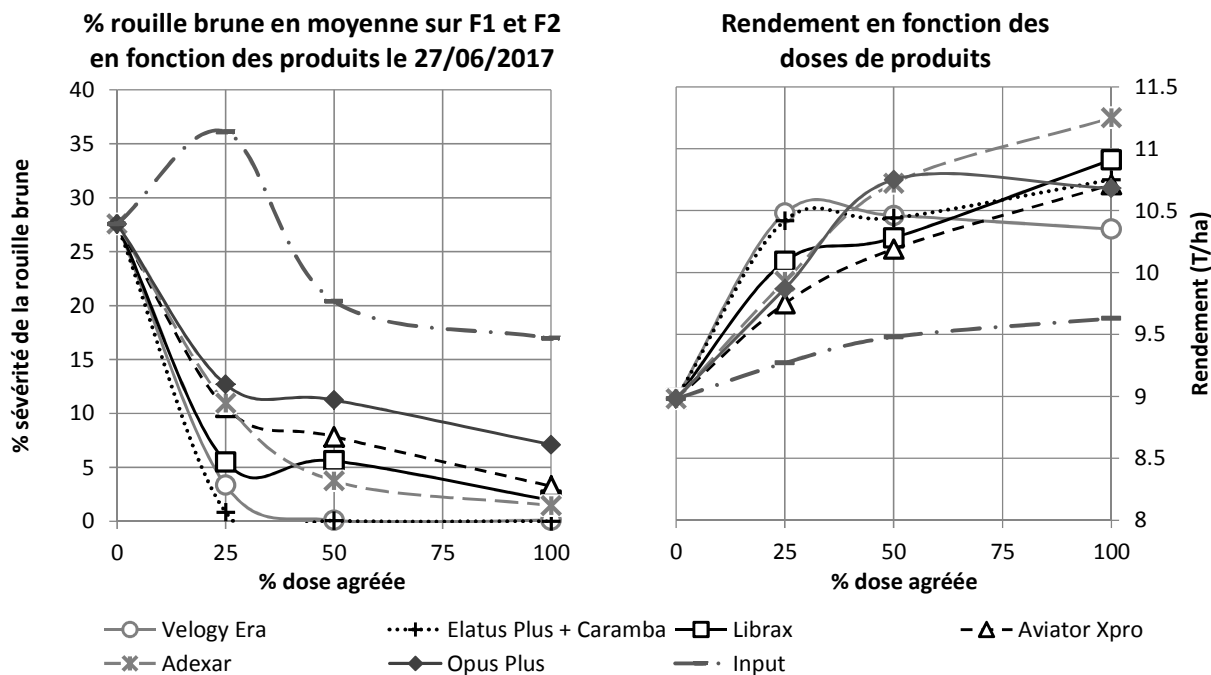


Figure 5.4 – A gauche : sévérité (%) de la rouille brune en moyenne sur F1 et F2 en fonction du pourcentage de dose agréée de produit appliqué en traitement unique au stade 39. A droite : rendement (T/ha) en fonction du pourcentage de dose agréée de produit appliqué en traitement unique au stade 39.

1.4.2.5 Conclusions

Face à la septoriose, le Velogy Era et l'Elatus Plus + Caramba délivre une efficacité similaire aux produits de référence tels que l'Adexar, le Librax et l'Aviator Xpro, même à forte pression. Ces deux nouveaux produits sont cependant moins flexibles à la réduction de dose que l'Adexar et le Librax.

Face à la rouille brune, le Velogy Era et l'Elatus Plus + Caramba ont montré une excellente efficacité, comparable voire meilleure que celle des produits de référence (Adexar, Librax et Aviator Xpro).

Ces deux nouveaux produits auraient donc une efficacité similaire aux produits de référence actuels et semblent très efficaces contre la rouille brune. Il est conseillé de les appliquer après le déploiement de la dernière feuille afin de profiter de leur longue rémanence.

1.4.3 Efficacité des produits contre l'oïdium

Les essais réseau mis en place par le CARAH, le CPL-VEGEMAR, GxABT et le CRA-W dans toute la Wallonie permettent, avec un même protocole, de rencontrer une multitude de situations différentes. Plus de détails sur ces essais se trouvent au point 1.5. Cette année, les deux essais réseau du CPL-VEGEMAR emblavés avec les variétés Reflection et Tobak à Roloux, ont permis de dégager des résultats sur l'oïdium. Cette maladie était peu rencontrée dans les essais depuis plusieurs années. Bien que les résultats obtenus ne soient pas significatifs statistiquement, des pistes de réflexion peuvent s'en dégager.

Dans ces deux essais, l'oïdium était présent à faible pression. Ce sont donc les résultats d'incidence (nombre de plantes présentant des symptômes) qui ont été utilisés et qui se trouvent dans la figure 5.5. L'incidence moyenne sur F1 et F2 a été calculée pour chacun des essais (points dans le graphique) puis moyennée de nouveau pour avoir un résultat global (barres dans le graphique). Les essais ont été traités le 21/04/2017 (stade 31), le 09/05/2017 (stade 32), le 22/05/2017 (stade 39), le 31/05/2017 (stade 55) et le 08/06/2017 (stade 65). Ils ont ensuite été observés le 27/06/2017.

Le graphique montre que les traitements au stade 32 ont été utiles pour lutter contre l'oïdium. Un traitement très précoce (stade 31) ne semble pas avoir influencé les résultats. Enfin, un effet dose est également observable. Les deux modalités possédant du Kestrel à demi-dose + Bravo (numéro 13 et 15) ont montré une moins bonne protection que la même modalité mais avec une dose pleine de Kestrel + Bravo au stade 32 (numéro 17).

Pour étayer ces observations, les résultats d'un essai du CRA-W ont également été utilisés pour dégager une comparaison de l'efficacité des produits à dose pleine sur l'oïdium. Cet essai était emblavé avec la variété Mosaïc à Flémalle. Le premier traitement de l'essai a été réalisé le 15/05/2017 au stade 32 ou même légèrement au-delà de ce stade. Il était suivi par un traitement généralisé à l'Aviator Xpro au stade 59 le 31/05/2017. Les incidences ont été utilisées pour l'interprétation des données (observation du 28/06/2017). Ces résultats se trouvent dans la figure 5.6.

Dans cet essai, le Tebucur et le Kestrel ont donné de meilleurs résultats que les autres produits (Ampera, Caramba, Cherokee, Opus Team et Opus Team + Bravo). Ceci reste une tendance et les différences ne sont pas validées statistiquement.

5. Lutte intégrée contre les maladies

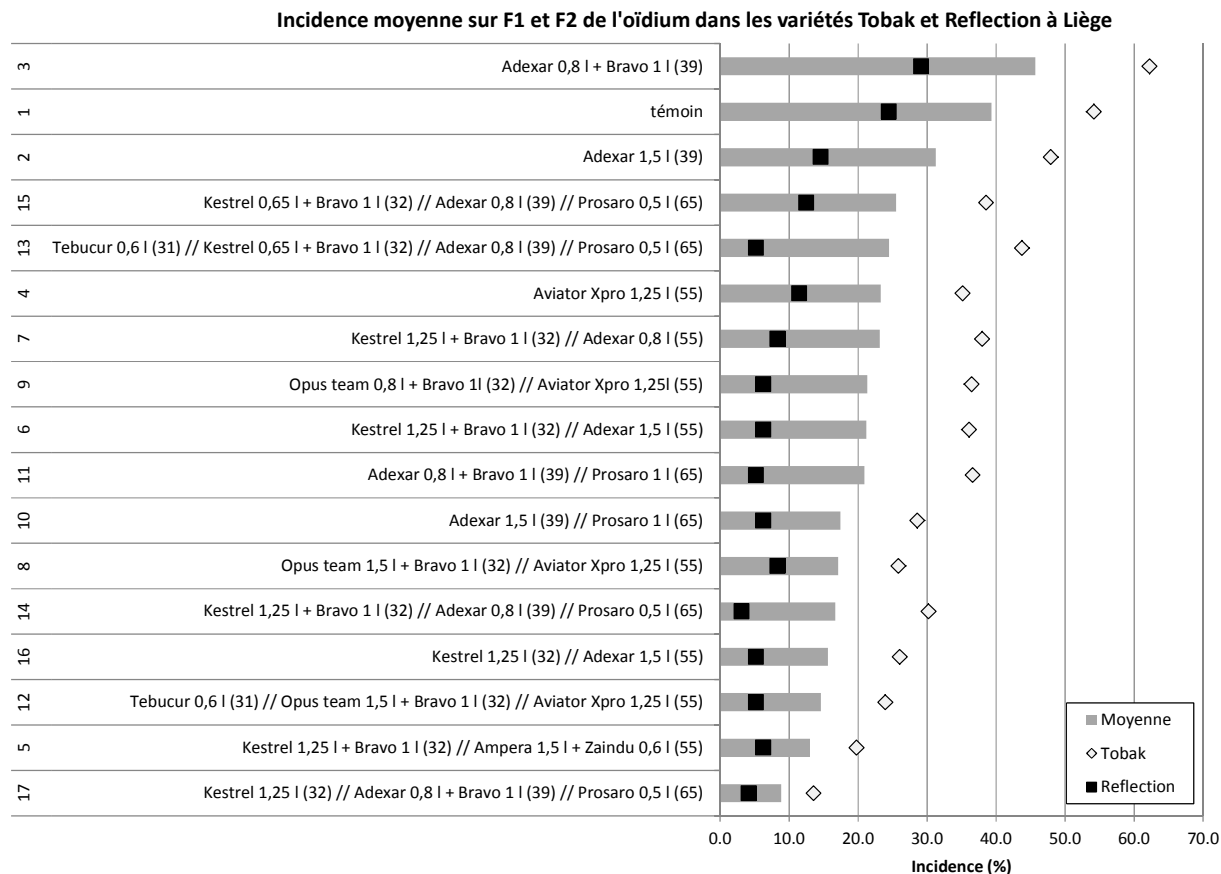


Figure 5.5 – Incidence (nombre de plantes infectées) moyenne (%) sur F1 et F2 de l'oïdium sur les variétés Tobak et Reflection à Roloux (Liège) le 27/06/2017 (points dans le graphique) et incidence moyenne (%) de l'oïdium dans les deux variétés emblavées (barres dans le graphique). A gauche se retrouvent les numéros des modalités suivant le protocole des essais réseau.

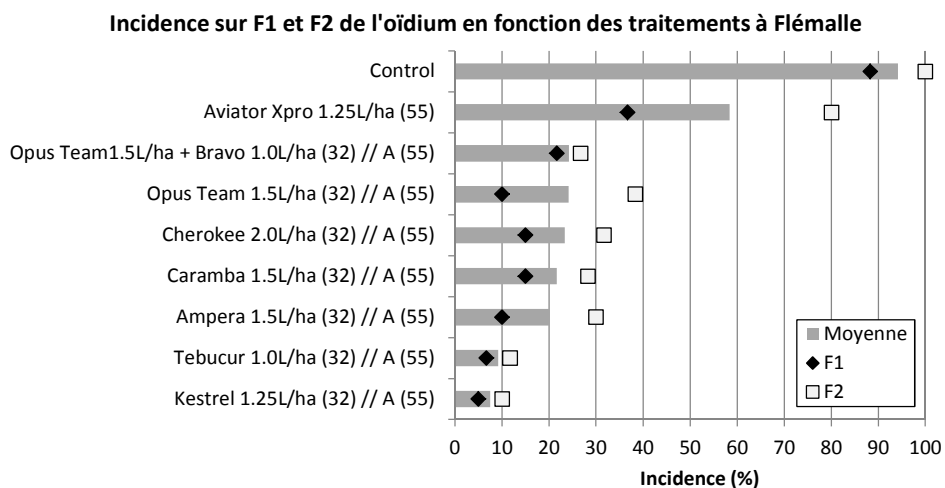


Figure 5.6 – Incidence (nombre de plantes infectées) (%) sur F1 et F2 de l'oïdium sur la variété Mosaïc à Flémalle le 28/06/2017 (points dans le graphique) et incidence moyenne (%) de l'oïdium dans ce même essai sur F1 et F2 (barres dans le graphique).

Conclusions :

Le traitement au stade 32 avec une triazole semble très efficace pour freiner la progression de l'oïdium. Les triazoles ne semblent toutefois pas bien résister à une réduction de dose dans la lutte contre cette maladie.

Le Kestrel et le Tebucur présentent tous deux une bonne efficacité contre cette maladie. Il est probable que le tebuconazole contenu dans ces 2 produits soit responsable de cette bonne action sur l'oïdium. Ceci reste à confirmer dans de futurs essais.

1.4.4 Efficacité des produits contre la rouille brune

A partir des observations du réseau des essais fongicides wallon, il a été possible de mettre en évidence des résultats sur rouille brune. Le protocole commun de ces essais est détaillé au point 1.5. Ce sont les essais, l'un du CPL-VEGEMAR situés à Roloux (variété Tobak) et les autres de GxABT situés à Lonzée (variétés Avatar et Edgar) qui ont été utilisés.

L'essai de Roloux a été traité le 21/04/2017 (stade 31), le 09/05/2017 (stade 32), le 22/05/2017 (stade 39), le 31/05/2017 (stade 55) et le 08/06/2017 (stade 65). Il a été observé le 27/06/2017. Les essais de Lonzée ont été traités le 02/05/2017 (stade 31), 09/05/2017 (stade 32), 22/05/2017 (stade 39), 31/05/2017 (stade 55) et le 13/06/2017 (stade 65). Les observations ont été faites le 04/07/2017.

Les résultats d'efficacité⁹ moyenne sur F1 et F2 dans ces trois essais sont représentés dans la figure 5.7. Ils montrent clairement un effet positif des traitements réalisés à l'épiaison et à la floraison.

Les traitements réalisés au stade 55 semblent être ceux qui étaient les mieux placés pour juguler le début de l'épidémie de rouille brune. Ils semblent l'avoir arrêtée directement.

Les objets traités uniquement au stade 39 présentent une infection en rouille plus élevée. Ces traitements uniques ont cependant réduit l'infection. Il semblerait donc que la rouille soit apparue tôt dans les essais sans rencontrer les conditions optimales nécessaires à son développement. Un traitement sur la dernière feuille étalée a donc réduit l'inoculum présent et retardé l'infection sans pour autant l'éviter. C'est pourquoi les objets traités aux stades 39 puis 65 présentent une très bonne efficacité. En effet, le premier traitement a empêché la rouille brune de s'installer de façon précoce dans les essais et le second a pris le relais en stoppant la maladie avant qu'elle ne puisse de nouveau infecter les feuilles.

Un effet dose se marque également entre l'objet 2 et l'objet 3. La dose réduite d'Adexar (numéro 3) n'a pas suffi pour juguler la maladie. Cet effet dose ne semble cependant pas se marquer avec le Prosaro (numéro 10, 15, 11, 13). L'Aviator Xpro (numéros 8, 9) semble avoir une meilleure efficacité que l'Adexar (numéros 6 et 7) contre la rouille brune. L'objet 5, ne contenant pas de SDHI s'en sort très bien. En effet, le mélange triazole + strobilurine est très efficace contre cette maladie.

⁹ L'efficacité est une mesure, calculée par rapport au témoin, du contrôle d'une maladie suite à l'application d'un traitement (0% pas de différence par rapport au témoin – 100% aucun symptôme visible).

5. Lutte intégrée contre les maladies

Enfin, il est nécessaire de préciser que l'épidémie de rouille brune fut très tardive dans ces essais. Son impact a donc été minime sur les rendements, même dans les cas où elle n'a pas pu être contrôlée.

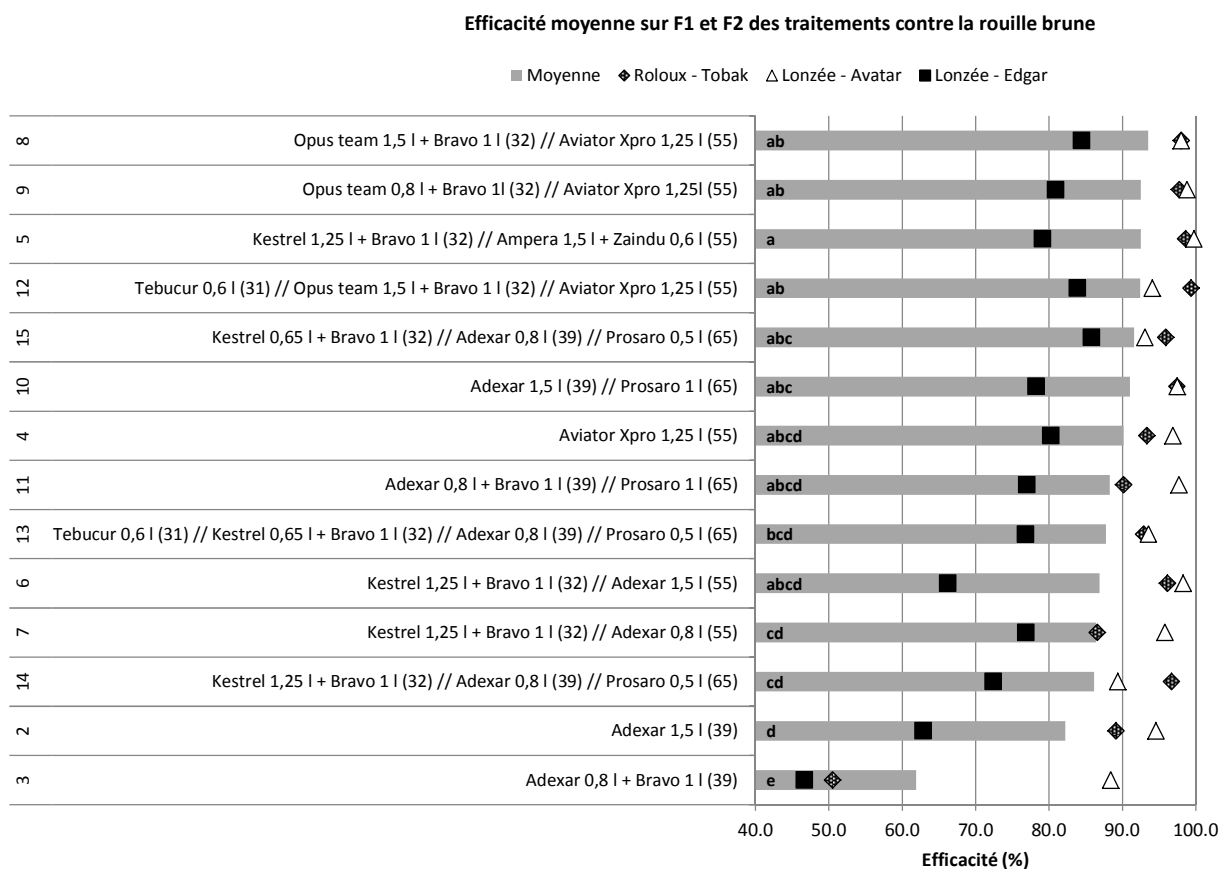


Figure 5.7 – Efficacité moyenne sur F1 et F2 des programmes contre la rouille brune en fonction des variétés/localités (points dans le graphique) et efficacité moyenne des programmes contre la rouille brune dans les 3 essais (barres dans le graphique). Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative. Les tests statistiques ont été effectués sur des données transformées (arcsin \sqrt{y}). (Modèle linéaire, $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

Conclusions :

La rouille brune reste une maladie facile à contrôler.

Dans un programme en plusieurs traitements, l'utilisation d'un produit adéquat (triazole et/ou strobilurine et/ou carboxamide) appliqué à l'épiaison ou à la floraison permet généralement un contrôle total de la maladie. Des réductions de dose semblent même pouvoir être envisagées.

Un traitement unique à la dernière feuille ne permet pas un contrôle total de la maladie en cas d'épidémie tardive. La réduction de la dose à ce stade semble de plus fortement impacter l'efficacité du traitement sur la rouille brune.

1.5 Le choix du schéma de traitement fongicide

M. Duvivier, B. Heens, C. Bataille, G. Jacquemin, R. Meza et O. Mahieu

1.5.1 Le réseau d'essais fongicides wallon, 5 ans déjà !

Depuis 5 années déjà, le CRA-W, Gembloux Agro-Bio Tech, le CPL-VEGEMAR et le CARAH mènent des essais « programmes fongicides » en partenariat. Les objectifs de cette expérimentation en réseau sont multiples. Premièrement, le réseau évalue chaque année la performance des programmes. L'utilisation du même protocole dans un nombre conséquent d'essais permet aussi de répondre à des questions techniques sur la construction du programme. Quelle est la place du chlorothalonil dans le programme ? Que faire dans la suite du programme en cas de traitement au premier nœud pour contrôler la rouille jaune ? Ce type de question a déjà pu trouver des éléments de réponse solides grâce à ce partenariat (voir Livre Blanc 2013 à 2016).

D'autre part, le réseau d'essais fongicides wallon a permis d'évaluer la pertinence des avis émis par le CADCO. Après 4 années, il est ressorti que la lecture hebdomadaire des avis du CADCO ainsi qu'une observation régulière de la situation au champ pouvait mener au choix d'un programme fongicide maximisant le profit dans la plupart des cas.

Le dernier objectif de notre partenariat, et non le moindre, est d'élaborer une base de données solide pour permettre le développement d'un outil d'aide à la décision adapté à la parcelle.

1.5.2 Le schéma de traitement fongicide doit contrôler l'ensemble des maladies

Comme expliqué aux points précédents (1.1 et 1.2), le blé en Wallonie est sujet à diverses maladies qui interviennent généralement à différents stades de la culture. Les maladies les plus fréquemment rencontrées sont la septoriose, la rouille jaune, la rouille brune et la fusariose des épis. Plus rarement, l'oïdium, l'helminthosporiose et la fusariose des feuilles peuvent aussi avoir un impact significatif sur le rendement.

D'année en année, les pathogènes apparaissent à différents stades et avec des intensités différentes. La figure 5.2 résume bien à quels moments les maladies peuvent généralement être rencontrées dans les champs. Bien sûr, cela ne signifie pas qu'elles seront systématiquement présentes à ce stade de la culture. Le développement d'une maladie ne s'opérera que si de l'inoculum (spores) entre en contact avec une variété qui n'est pas totalement résistante. Il faudra de plus que les conditions climatiques soient favorables à l'infection et à la propagation de la maladie. A ces conditions, un développement significatif de la maladie pourra être observé au champ.

Les programmes de protection fongicide visent à contrôler le développement de l'ensemble des maladies durant la saison culturale. On considère en effet que les 3 dernières feuilles sont responsables du remplissage des grains à concurrence de 70 à 80 %, l'épi jouant lui aussi un rôle important (20-25 %) (figure 5.8).

5. Lutte intégrée contre les maladies

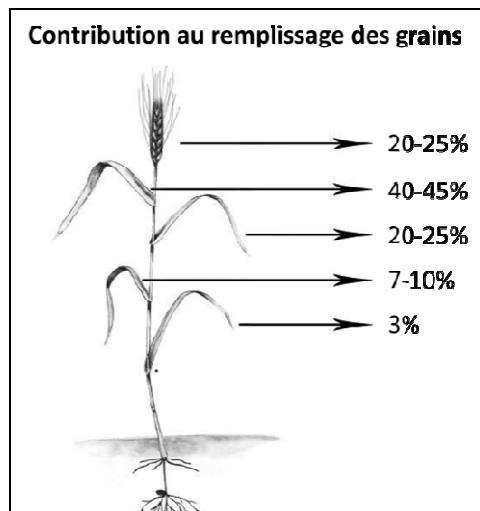


Figure 5.8 – Contribution des feuilles et de l'épi du blé au remplissage des grains.

L'objectif final est donc de s'assurer que les maladies ne se développent pas sur trois dernières feuilles ainsi que sur l'épi afin d'obtenir un remplissage optimal des grains.

Pour ce faire, des applications fongicides pourront être réalisées autour de 5 différents stades clés (point 1.2). Les applications réalisées plus tôt dans la saison (avant le stade 39) ont généralement un effet sur un nombre plus restreint de maladies (voir tableau 5.3). Toutefois, ces traitements sont parfois essentiels pour retarder la progression des maladies, notamment la septoriose et la rouille jaune.

Tableau 5.3 – Stades clés de la protection fongicide en Wallonie. Pour chaque stade, les maladies pour lesquelles un traitement pourrait avoir un impact sur l'épidémiologie sont listées. Un nom de maladie entre parenthèses signifie que le traitement peut avoir un effet sur son développement mais probablement pas sur le rendement final.

1 ^{er} nœud Stade 31	2 ^{ème} nœud Stade 32	Dernière feuille Stade 39	Epiaison Stade 55	Floraison Stade 65
Septoriose Rouille jaune (Rouille brune) Oïdium	Septoriose Rouille jaune (Rouille brune) Oïdium	Septoriose Rouille jaune Rouille brune Oïdium Helminthosporiose Fusariose des feuilles	Septoriose Rouille jaune Rouille brune Oïdium Helminthosporiose Fusariose des feuilles Fusariose des épis	Septoriose Rouille jaune Rouille brune Oïdium Helminthosporiose Fusariose des feuilles Fusariose des épis

Le tableau suivant (tableau 5.4) expose les différents schémas de traitement qu'un agriculteur pourrait être amené à réaliser dans son champ. Chaque année la plupart de ces itinéraires sont d'ailleurs testés au sein du réseau d'essais fongicides wallon.

Tableau 5.4 – Liste des différents types de schéma de protection fongicide. Les schémas de protection grisés ont été testés dans le réseau d’essais fongicides wallons en 2017 (voir point 1.5.5.1).

1 ^{er} traitement	Schéma de traitement (abréviation)	1 ^{er} nœud Stade 31	2 ^{ème} nœud Stade 32	Dernière feuille Stade 39	Epiaison Stade 55	Floraison Stade 65
Avant ou au 2 ^{ème} nœud	st31//st32//st55	x	x		x	
	st31//st32//st39//st65	x	x	x		x
	st32//st55		x		x	
	st32//st39		x	x		
	st32//st39//st65		x	x		x
Après le 2 ^{ème} nœud	st39			x		
	st55				x	
	st65					x
	st39//st65			x		x
0 traitement						

Ces programmes fongicides peuvent être groupés en deux grandes sous-catégories : ceux comprenant un premier traitement avant la sortie de la dernière feuille (stade 39) et ceux démarrant après la sortie de la dernière feuille.

C’est effectivement le premier traitement qui va déterminer le reste du programme fongicide à appliquer dans le champ. Il est donc crucial de bien choisir quand réaliser ce premier traitement dans la parcelle.

1.5.3 Le cas spécifique du traitement au redressement

C’est à la sortie de l’hiver, au stade 1^{er} nœud que la question d’un premier traitement fongicide doit se poser (jamais avant). Nos expérimentations passées ont démontré que pour valoriser un traitement au redressement, il est nécessaire de poursuivre le programme fongicide au stade 2^{ème} nœud. Le choix d’un traitement au redressement obligera donc à réaliser un programme fongicide de type « 1^{er} nœud - 2^{ème} nœud - épiaison ».

Le graphique suivant (figure 5.9) montre la différence de rendement observé entre un programme « 2^{ème} nœud - épiaison » (st32//st55) et le même programme incluant un traitement au redressement (st31//st32//st55).

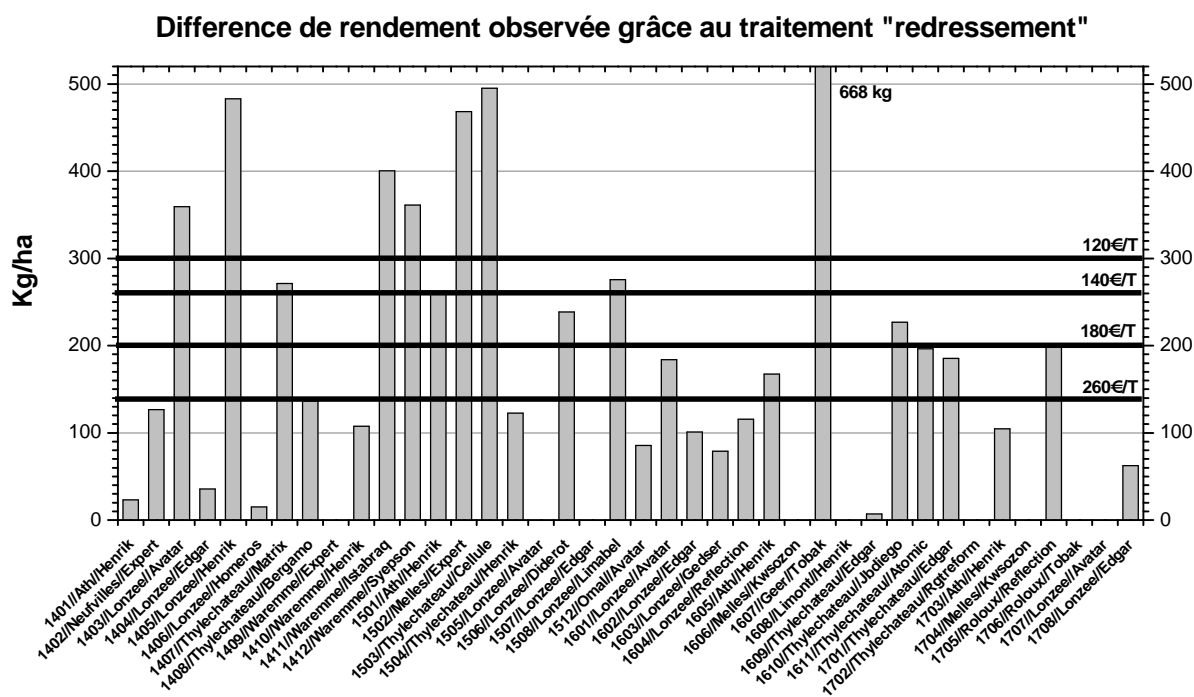


Figure 5.9 – Différence de rendement observée en ajoutant un traitement au redressement (stade 31) par rapport à un programme « 2^{ème} nœud – épiaison ». Les barres noires symbolisent le coût du traitement supplémentaire exprimé en kg/ha pour différents prix du blé. Le traitement a été comptabilisé à 36 €/ha (produit + passage pulvérisateur). Le tébuconazole (150 - 250gr/ha) a été utilisé pour ce traitement.

Sur 40 essais, une augmentation moyenne de rendement de seulement 164 kg/ha a été observée. A un prix du blé de 140 €/t, seuls 10 essais montrent un gain de rendement net compris entre 4 kg/ha et 400 kg/ha. Ces 10 essais ont tous été menés avec des variétés très sensibles à au moins une des principales maladies du feuillage rencontrées en Wallonie (Tobak, Matrix, Expert, Cellule, Henrik, Istabraç,...). **Dans 75 % des essais restant, le traitement aboutit à une perte nette.** Il faut atteindre des prix du blé de 260 €/T pour que le traitement soit rentable dans la moitié des essais...

Les premières analyses statistiques au moyen d'outil puissant (arbres de régression) indiquent que 2 facteurs principaux expliqueraient la variation du rendement obtenu à l'aide d'un traitement au redressement :

1) La présence de rouille jaune dans le champ

La rouille jaune est particulièrement adaptée aux conditions climatiques plus fraîches rencontrées en début de saison. A la sortie de l'hiver, la présence de nombreux foyers de rouille jaune dans les champs conduira souvent à un traitement au redressement car il est imprudent de laisser cette maladie s'installer dans le champ.

2) La pression de septoriose en début de saison

Concernant la septoriose, il n'est pas rare d'observer les symptômes dès la sortie de l'hiver. Cette maladie endémique est souvent difficile à contrôler car aucune variété ne lui est

totallement résistante. De plus, la septoriose développe des résistances à la plupart des produits phytosanitaires. Il est assez logique qu'en cas de conditions favorables à son développement, un traitement supplémentaire influence positivement le rendement.

Conclusions :

Pour la grande majorité de variétés emblavées présentant une bonne tolérance aux rouilles et à la septoriose, la question d'un traitement au redressement ne doit pas se poser.

Aux prix actuels du blé (<150€/t), un traitement au redressement ne sera que rarement valorisé et cela uniquement sur les variétés très sensibles à l'une ou plusieurs des principales maladies foliaires (rouille jaune et septoriose). Il faudra de plus que les conditions climatiques leurs soient favorables juste après le redressement pour observer un quelconque effet du traitement.

Finalement, des foyers de rouille jaune actifs sur une variété considérée comme fortement sensible est la seule situation où le traitement au redressement est une nécessité au prix actuel du blé (<150 €/t).

Un dernier conseil : Dans le livre de blanc de septembre deux types de variétés intéressantes sont recommandées : les variétés à surveillance renforcée et les variétés en accord avec les principes de la production intégrée. Les variétés appartenant au deuxième groupe « production intégrée » valoriseront rarement le traitement au redressement et vous épargne donc la question !

1.5.4 Peut-on reporter son 1^{er} traitement fongicide au stade « dernière feuille » ?

Le point précédent souligne que dans la grande majorité des cas, la première décision de sortir le pulvérisateur devrait donc se poser au stade 2^{ème} nœud (stade 32). Un traitement à ce stade amènera souvent à adopter un programme fongicide en deux passages de type « st32//st55 ». Il est vrai que ce programme fongicide fait ses preuves dans la majorité des cas. Il permet en 2 passages de protéger les froments contre l'ensemble des maladies foliaires (tableau 5.3 et figure 5.2).

Mais un programme fongicide « 2^{ème} nœud – épiaison » donne-t-il systématiquement les meilleurs rendements ?

Pour répondre à cette question, la base de données du réseau d'essais fongicides wallons a été analysée. Elle comprend à ce jour exactement 50 essais fongicides menés sur les 5 dernières saisons culturales. Tous ces essais comportent au moins une modalité sans traitement fongicides (0 traitement), un double traitement « 2^{ème} nœud - épiaison » (st32//st55) et un programme « dernière feuille - floraison » (st39//st65).

Le meilleur itinéraire de type st32//st55 de chaque essai a été comparé au meilleur itinéraire de type st39//st65. Les deux itinéraires sélectionnés dans chaque essai utilisaient toujours au moins un produit SDHI. En termes de coût, les programmes « 2^{ème} nœud - épiaison » et « dernière feuille - floraison » sont très similaires (voir tableau 5.6) et sont donc facilement

5. Lutte intégrée contre les maladies

comparables sans calcul de rendement net. L'itinéraire permettant de maximiser le gain rendement brut dans chaque essai a donc été identifié (figure 5.10).

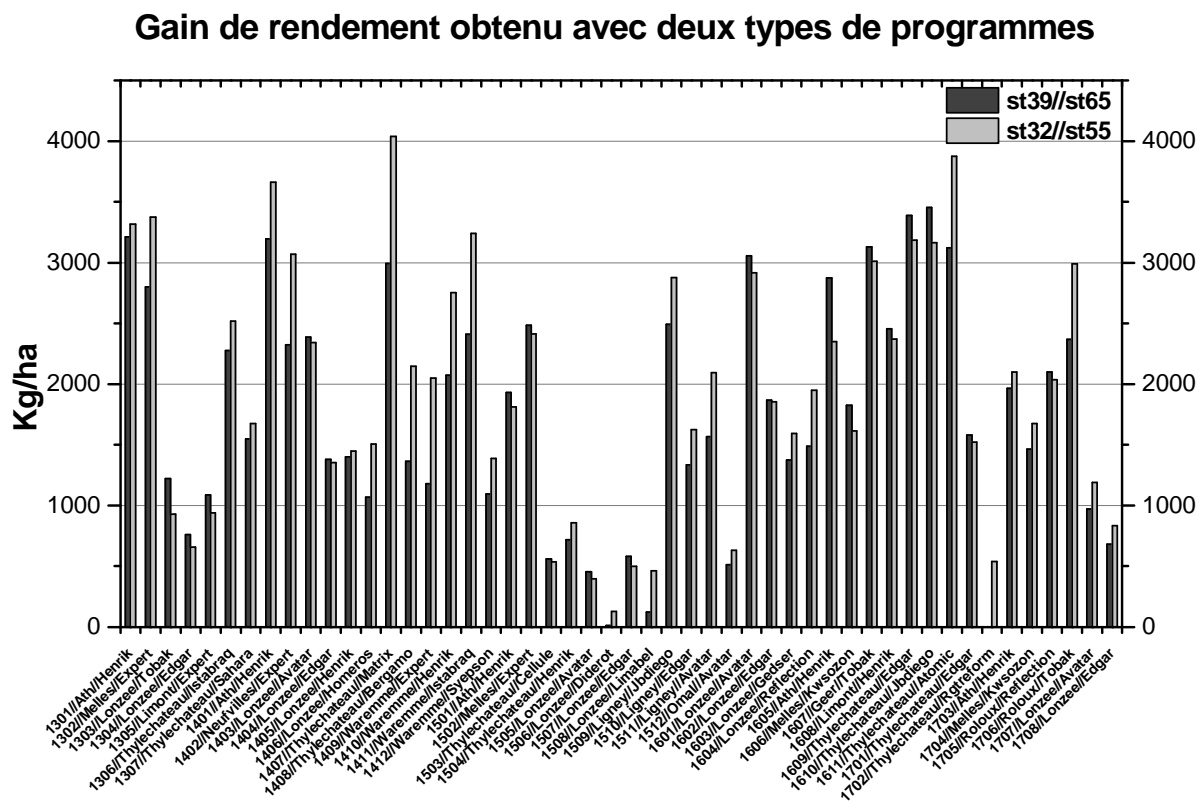


Figure 5.10 – Comparaison du gain de rendement brut obtenu avec le meilleur traitement de type « 2^{ème} nœud – épiaison » (st32//st55) et le meilleur programme fongicide « dernière feuille – floraison » (st39//st65) dans les essais du réseau depuis sa création. Pour information, les deux premiers chiffres du code de l'essai indiquent l'année de l'essai.

Il apparaît que le programme de type « st39//st65 » maximise le rendement dans 40 % des essais. Dans les 60 % restant (30 essais), c'est le programme « st32//st55 » qui conduit au meilleur rendement. Sur ces 30 essais, 8 essais montraient une différence inférieure à 200 kg/ha entre les 2 programmes.

Commencer tôt son itinéraire technique n'est donc pas synonyme d'une maximisation du rendement.

Démarrer son programme fongicide au stade 2^{ème} nœud occasionne de plus certains désavantages :

- Cela oblige à effectuer un deuxième traitement maximum 3-4 semaines après le premier traitement. Il est en effet très fortement déconseillé en culture conventionnelle de ne pas protéger au moins une fois la dernière feuille.
- En général, le blé est à l'épiaison après le délai de 3-4 semaines de rémanence des produits appliqués au stade 2^{ème} nœud. La dernière feuille n'est donc pas protégée directement dès sa sortie. L'inoculum aérien des maladies (rouilles ou même

septoriose) peut alors l'infecter.

Au début d'épiaison les conditions climatiques peuvent retarder la sortie des pulvérisateurs comme en 2012 ou en 2016. Les dernières feuilles se retrouvent alors sans protection un laps de temps beaucoup plus long. Ce problème peut être solutionné par un programme en 3 traitements (st32//st39//st65) mais qui engendre souvent des coûts supplémentaires.

Faire l'impasse sur un traitement au 2^{ème} nœud et ainsi retarder son premier traitement au stade 39 confère à l'inverse certains avantages :

- Cela donne la possibilité de ne traiter qu'une seule fois son champ sur la saison si les conditions le permettent
- La dernière feuille est protégée dès sa sortie contre l'ensemble des maladies foliaires. Un traitement relais au stade floraison permet au besoin de contrôler les maladies plus tardives telles que la rouille brune et la fusariose de l'épi.

Les premières analyses statistiques réalisées (arbres de régression) montre qu'un programme de type « dernière feuille - floraison » donnera **un meilleur résultat** qu'un programme de type « 2^{ème} nœud - épiaison » **ou au moins équivalent** seulement à 2 conditions :

- Au stade 39, la septoriose ne doit pas couvrir plus de 1% de la surface des F3
- Si la variété est sensible, la rouille jaune ne doit pas être présente dans le champ au stade 32

Ces facteurs ne sont malheureusement pas « prédictifs » mais soulignent quelles maladies sont particulièrement impliquées.

Le cas de la saison 2017 présenté au point suivant illustre particulièrement bien les avantages de démarrer son programme fongicide plus tardivement.

5. Lutte intégrée contre les maladies

1.5.5 Les résultats du réseau d'essais fongicides wallons en 2017

1.5.5.1 Essais et protocole 2017

Cette année, le réseau comprenait 6 sites pour 8 essais avec 7 variétés différentes en termes de résistance aux maladies (tableau 5.5).

Tableau 5.5 – Liste des essais constituant le réseau d'essais fongicides 2017.

Partenaire	N°	Localité	Variété	Résistance aux maladies						
				Septoriose	Rouille brune	Rouille jaune	Fusariose feuilles	Fusariose épis		
CRA-W	1701	Thy-le-Château	Edgar	+	=	++	--	+	--	Très sensible
	1702	Château	RGT Reform	=	+	-	+	+	-	Assez sensible
CARAH	1703	Ath	Henrik	-	=	++	+	=	=	Moyennement sensible
	1704	Melles	KWS Ozon	=	-	+	+	-	+	Peu sensible
CPL-Vegemar	1705	Roloux	Reflection	=	++	--	=	-	++	Résistante
	1706		Tobak	=	--	++	-	-	ND	Non disponible
Gbx ABT	1707	Lonzée	Avatar	--	+	+	ND	=		
	1708		Edgar	+	=	++	--	+		

Le protocole comparait 15 modalités établies selon 7 schémas de protection distincts (tableau 5.6). Cela fait maintenant 3 années que des modalités comprenant des doses réduites ont été intégrées dans le protocole. Dans un schéma de protection classique « 2^{ème} 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 à ce moment (ex : programmes P7 et P9 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 et P15) de façon à obtenir une protection tout au long du développement des plantes à un prix similaire à un schéma de traitement en deux passages à dose pleine.

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. Le projet RESIST visant entre autres à étudier la sélection des programmes fongicides sur les populations de septoriose vient juste de démarrer au CRA-W. Il devrait permettre de lever le doute sur ces interrogations. Il a déjà été montré au cours des saisons précédentes que les réductions de dose permettent parfois d'obtenir des résultats de rendement net très intéressants. Il a aussi été décidé d'expérimenter des schémas de protection comprenant 3, voire 4 traitements car les recensements nous indiquent que les agriculteurs effectuent en moyenne plus de deux traitements fongicides par saison.

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 €), 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 140 €/T). Le prix des fongicides a été estimé sur base d'une moyenne des prix d'au moins 3 fournisseurs. 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			768
	P3			Adexar 0,8L A+B			545
				Bravo 1L C ₃			
st55	P4				Aviator Xpro 1,25L A+B		752
st32//st55	P5		Kestrel 1,25L A+C ₂		Ampera 1,5L A+C ₄		1212
			Bravo 1L C ₃		Zaindu 0,6L A+C ₅		
	P6		Kestrel 1,25L A+C ₂		Adexar 1,5L A+B		1364
			Bravo 1L C ₃				
	P7		Kestrel 1,25L A+C ₂		Adexar 0,8L A+B		1072
			Bravo 1L C ₃				
P8		Opus Team 1,5L A+C ₁		Aviator Xpro 1,25L A+B		1295	
		Bravo 1,0L C ₃					
P9		Opus Team 0,8L A+C ₁		Aviator Xpro 1,25L A+B		1107	
		Bravo 1,0L C ₃					
st39//st65	P10			Adexar 1,5L A+B		Prosaro 1,0L A	1193
	P11			Adexar 0,8L A+B		Prosaro 1,0L A	1041
				Bravo 1L C ₃			
st31//st32//st55	P12	Tebucur 0,6L A	Opus Team 1,5L A+C ₁		Aviator Xpro 1,25L A+B		1478
st31//st32//st39//st65	P13	Tebucur 0,6L A	Kestrel 0,65L A+C ₂	Adexar 0,8L A+B		Prosaro 0,5L A	1522
			Bravo 1L C ₃				
st32//st39//st65	P14		Kestrel 1,25L A+C ₂	Adexar 0,8L A+B		Prosaro 0,5L A	1391
			Bravo 1L C ₃				
	P15		Kestrel 0,65L A+C ₂	Adexar 0,8L A+B		Prosaro 0,5L A	1173
			Bravo 1L C ₃				

1.5.5.2 Le développement des maladies dans le réseau

Les températures enregistrées durant l'hiver 2016-2017 furent globalement normales, toutefois le mois de mars 2017 fut chaud (source : IRM). En conséquence, à la sortie de l'hiver, des symptômes de rouille jaune ont rapidement été visibles dans certains champs sans que le développement de la maladie ne soit alarmant. Un mois d'avril, particulièrement froid et sec, a permis de retarder le développement des maladies. Lors du redressement, quelques rares pustules de rouille jaune étaient visibles à Roloux sur Reflection ainsi qu'à Loncée sur Avatar (tableau 5.7). Fin avril, des gelées ont été enregistrées dans toute la Wallonie.

Au stade 32 (début mai), la rouille jaune était visible sur moins de 20 % des plantes à Loncée sur Avatar, à Melles sur KWS Ozon ainsi qu'à Roloux sur Reflection. Les variétés Avatar et KWS Ozon ne sont toutefois pas considérées comme sensibles à la race Warrior. Des symptômes observés tôt dans la saison sur des plantes dites « tolérantes » témoignent généralement que tous les mécanismes de défense de la plante ne sont pas encore mis en place

5. Lutte intégrée contre les maladies

à ce stade. Dans de rares cas, cela peut aussi annoncer un changement de la race dominante de rouille, ce qui constitue un risque d'erreur non prévisible dans le raisonnement de la protection fongicide.

La pression de septoriose au stade 2^{ème} nœud était aussi relativement faible : moins de 20 % des F4 étaient touchées dans presque toutes les parcelles du réseau. Seul l'essai mené sur RGT Reform à Thy-le-Chateau fit exception, avec 50 % des F4 touchées. Néanmoins, la surface couverte par les symptômes restait très faible (<2.5 %).

En résumé, la pression de maladie au stade 2^{ème} nœud était très modérée dans la majorité des essais du réseau : seuls deux essais montraient une pression de maladies pouvant nécessiter une intervention à ce stade.

Tableau 5.7 – Pression de rouille jaune, rouille brune et de septoriose observée dans le réseau d'essais au redressement (stade 31) et au stade 2^{ème} nœud (stade 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	
1701	Thy-le-Château	Edgar	0	0	0	0	17.5	100.0
1702	Thy-le-Château	RGT Reform	0	0	0	0	50.0	92.5
1703	Ath	Henrik	0	0	0	0	5	35
1704	Melles	KWS Ozon	0	0	2	0	10	37.5
1705	Roloux	Reflection	1	0	2	0	2.1	41.7
1706	Roloux	Tobak	0	0	0	0	0.0	17.2
1707	Lonzee	Avatar	1	0	2	0	12.5	62.5
1708	Lonzee	Edgar	0	0	0	0	0.0	25.0

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

Par la suite, le caractère plutôt sec des mois de mai et juin n'a pas permis à la septoriose de se développer. Rappelons ici que la septoriose est une maladie qui se propage majoritairement à l'aide des éclaboussures de pluie, du bas des plantes vers le haut. Les températures élevées du mois de mai ont favorisé un développement rapide des plantes. Ceci a permis de créer une distance suffisante entre la source d'inoculum et les étages foliaires supérieurs pour que les rares éclaboussures de pluie chargées de spores ne puissent les contaminer. De plus, la progression de la septoriose a littéralement été stoppée par la sécheresse record enregistrée lors de la deuxième décennie de juin. Dans quelques parcelles du réseau, quelques rares symptômes firent toutefois leur apparition sur les feuilles supérieures à la fin du mois de juin et au début du mois de juillet.

Des symptômes de rouille brune étaient visibles à partir du stade dernière feuille. Dans certains champs les symptômes étaient même visibles à la sortie de l'hiver, ce qui témoignait d'une bonne survie de l'inoculum. La pression de rouille brune n'a toutefois commencé à s'intensifier qu'à partir de la deuxième décennie du mois de juin, période correspondant à la floraison des blés. Elle fut visible dans tous les essais du réseau à des degrés divers. Dans les essais emblavés avec une variété sensible (KWS Ozon à Ath ou Tobak à Roloux) la pression fut intense.

Les conditions très sèches pendant la floraison n'ont pas permis le développement de la fusariose des épis. Dans certaines parcelles, une pression élevée d'oïdium a été observée.

La rouille brune fut donc la seule maladie vraiment marquante cette 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 1.4.4. L'impact¹⁰ des maladies dans le réseau est toutefois resté modéré : 18 % de perte de rendement par rapport aux témoins à été mesurés en moyenne (figure 5.11 (B)). Pour rappel, une pression intense de septoriose en 2016 avait causé des pertes moyennes de plus de 46 % dans le réseau.

Le faible impact mesuré est lié à la faible pression en maladie mais aussi, selon toute vraisemblance à la sécheresse. En effet, les précipitations enregistrées en automne et en hiver étaient déjà sous la normale. Le printemps 2017 fut quant à lui tout à fait anormal (source : IRM, 108 mm mesurée à Uccle, normale = 189 mm). Ce déficit hydrique qui s'est creusé tout au long de la saison culturale s'est particulièrement fait ressentir à la fin du mois de juin lorsque des températures record ont été observées. L'effet de ce déficit hydrique était surtout marqué sur les terres peu profondes n'ayant reçu aucune précipitation ponctuelle fin juin. Dans cette situation, les fongicides n'ont malheureusement pas toujours pu 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.

En 2017, l'impact des maladies a été le plus important à Roloux, Ath et Melles. La pression de rouille brune sur Tobak à Roloux dans les parcelles non-traitées fut telle qu'à la fin du mois de juin, plus aucune autre maladie ne pouvait être observée dans les parcelles non-traitées de l'essai. Dans les 3 autres essais, la rouille brune était aussi fortement présente dans les témoins non-traités mais associée à d'autres maladies du feuillage (septoriose et/ou rouille jaune). Les 4 essais présentant un impact des maladies supérieures à 20 % étaient menés sur des terres où l'effet de la sécheresse s'est un peu moins fait ressentir.

Dans les 4 autres essais, le feuillage a séché plus rapidement, début du mois de juillet, empêchant la plante de valoriser pleinement le traitement fongicide.

¹⁰ 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

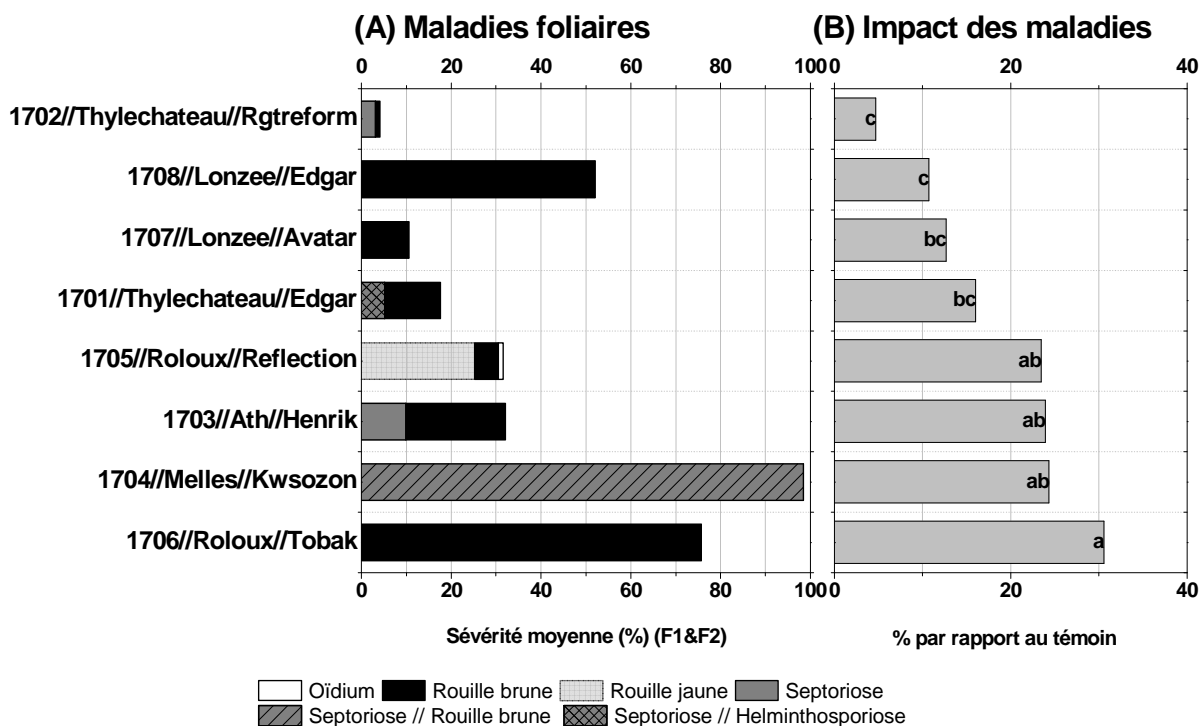


Figure 5.11 – (A) Sévérité moyenne des maladies sur F1 et F2 (surface moyenne couverte par les symptômes) lors du développement des grains (entre le 20/6 et 01/7) (B). Impact des maladies exprimé par rapport aux parcelles témoins. Dans chaque essai, l'impact des maladies a été mesuré en considérant le 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. (Modèle linéaire, impact des maladies ~ essai ; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

1.5.5.3 Les rendements brut et net moyens dans le réseau

Une analyse globale a été conduite sur la totalité des essais du réseau. Les résultats en rendement brut et net moyens dans le réseau sont présentés dans la figure 5.12 ci-dessous. Les programmes fongicides ont apporté un gain de rendement moyen compris entre 933 kg/ha pour le moins bon (P3) et 1295 kg/ha pour le meilleur (P12). Une différence de moins de 400 kg/ha a donc été observée entre les différents programmes. Peu importe le nombre de traitement ou la précocité des premiers traitements, les rendements tiennent tous dans un mouchoir de poche. L'ensemble des résultats semble vraiment lissé : la majorité des programmes partageant le même groupe statistique (lettre ab). Cette observation confirme bien que les programmes fongicides, quels qu'ils soient, n'ont pas pu exprimer leur plein potentiel. Comme expliqué au point précédent la surface verte disponible pour le remplissage des grains s'est atténuée rapidement du fait de la sécheresse plutôt que du fait de la pression en maladies.

Dans ces conditions, les programmes à passages multiples sans réduction de dose ont donné des gains de rendement net très faibles (P11, P5, P8, P10 et P15). Les rendements nets ne se distinguaient pas statistiquement du rendement du témoin non traité.

Les programmes les plus onéreux (P13, P14, P12, P6) ont même occasionné des pertes de rendement net.

Les 3 programmes en tête du classement sont ceux incluant un traitement unique et qui sont logiquement moins coûteux (P3, P2 et P4). Le classement se poursuit avec les programmes en 2 passages comprenant des doses réduites (P7, P9).

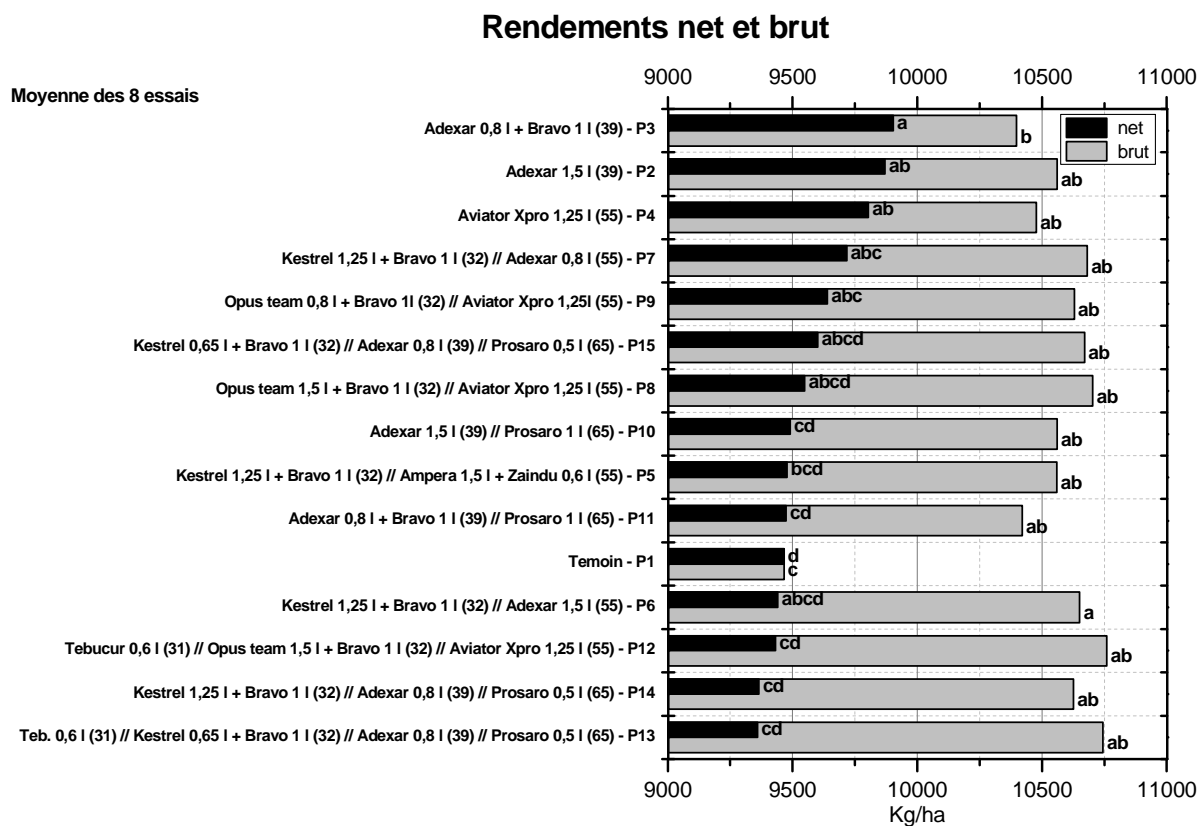


Figure 5.12 - Comparaison des moyennes des rendements brut et net obtenus dans les 8 essais. Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative. Les tests statistiques ont été effectués sur les rendements relatifs par rapport au témoin. (Modèle linéaire, $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

Cette analyse illustre parfaitement pourquoi le report du premier traitement fongicide au stade 39 devrait toujours être considéré comme une possibilité.

En effet, cette saison 2017 était marquée par une faible pression de maladies au stade 2^{ème} nœud. Un report du traitement au stade dernière feuille permettait d'établir un programme fongicide en un traitement maximisant le rendement net dans la plupart des parcelles. En effet dans la plupart des champs, les conditions sèches du printemps permettaient l'économie d'un deuxième traitement, les maladies y étant tout bonnement absentes. Si toutefois la pression de rouille brune était inquiétante dans le champ, un traitement relais à faible dose était toujours possible lors de la floraison.

Conclusions :

La saison 2017 illustre bien que le report du premier traitement peut être bénéfique pour maximiser le profit.

Dresser une carte de la situation sanitaire de vos parcelles au stade 2^{ème} nœud est essentiel pour effectuer le bon choix de programme fongicide

1.5.6 Quels facteurs déterminent la rentabilité de la protection fongicide?

L’option systématique d’une protection fongicide complète de type « 2^{ème} nœud - épiaison » à dose pleine n’est pas sans conséquence sur la rentabilité de la culture. Une analyse économique des résultats des essais variétaux (CRA-W, Gembloux Agro-Bio Tech, CPL-VEGEMAR et CARAH) peut être utile pour clarifier l’impact d’une telle option.

Les pertes de rendement reprises au tableau 5.8 sont les valeurs moyennes de plusieurs essais sur 2 voire 3 ans d’expérimentation. Dans ces essais, le rendement de chaque variété est mesuré sur parcelle traitée contre les maladies avec une protection complète et sur parcelle non traitée contre les maladies. La différence de rendement mesurée est exprimée en perte de rendement en absence de protection fongicide dans le tableau 5.8 au point 1.5.7, mais elle peut également être exprimée en gain de rendement brut en présence d’une protection complète contre les maladies.

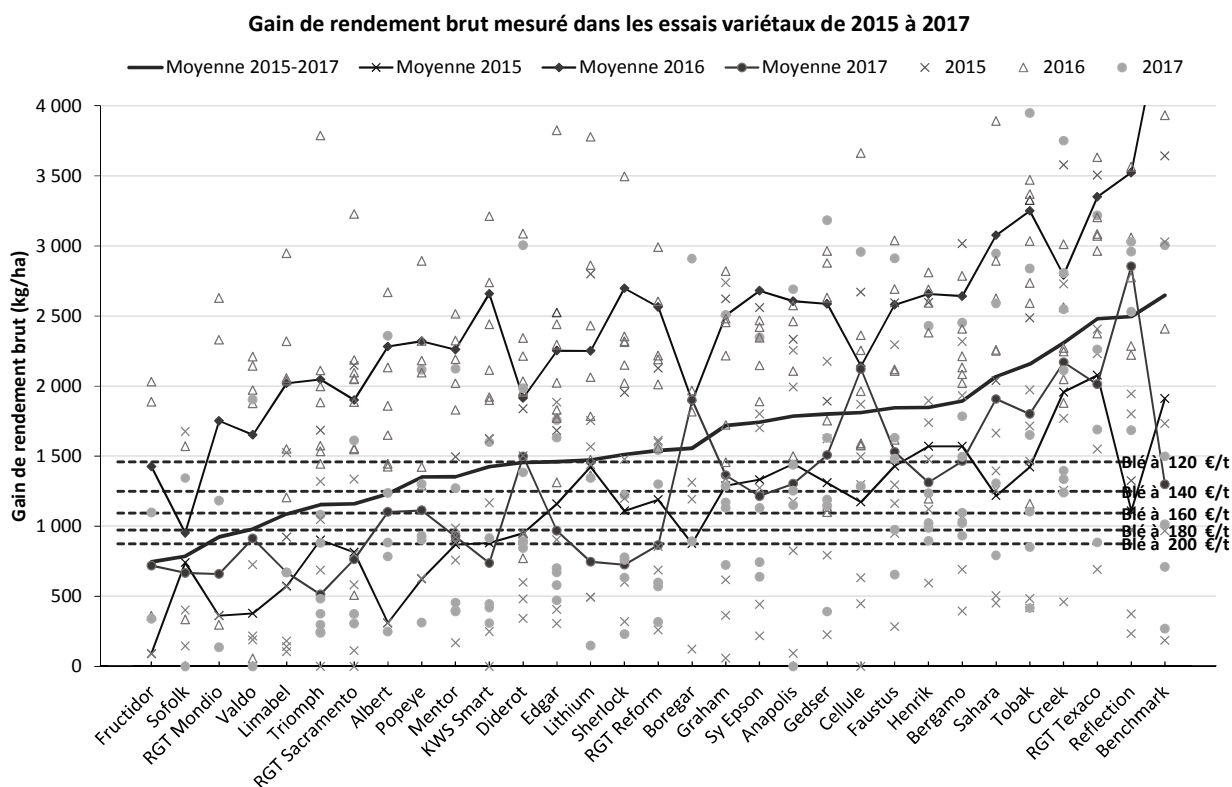


Figure 5.13 – Gain de rendement brut mesuré dans les essais variétaux de 2015 à 2017.

En se limitant aux variétés testées ces 3 dernières années, ce n’est pas moins de 482 mesures de gain de rendement brut pour 31 variétés sur 25 essais qui sont exploitables. Toutes ces

mesures sont représentées graphiquement à la figure 5.13. Ces 482 mesures varient de 0 à 6 708 kg/ha avec une moyenne générale de 1 606 kg/ha. En examinant les 3 courbes de moyennes annuelles, la courbe de 2016 est clairement d'un niveau supérieur aux courbes de 2015 et 2017. **Le facteur « année »** est une fois de plus mis en évidence avec des gains de rendement brut moyens respectivement pour 2015, 2016 et 2017 de 1 099, 2 450 et 1 269 kg/ha.

Le facteur « variété » est également clairement illustré par la courbe moyenne 2015-2017 qui représente le gain de rendement brut moyen sur 3 ans classé par ordre croissant pour les 31 variétés. Ce gain de rendement brut moyen varie de 745 kg/ha pour la variété Fructidor (variété tolérante) à 2 647 kg/ha pour la variété Benchmark (variété sensible).

La dispersion des mesures autour des 3 courbes de moyennes annuelles montre une variabilité des gains de rendement brut entre sites d'essai pour chaque variété. Le calcul des écarts moyens de gain de rendement brut entre sites d'essai par année pour chaque variété a été effectué (données non représentées). En moyenne annuelle, ces écarts moyens de gain de rendement brut toute variété confondue sont de 625, 678 et 609 kg/ha respectivement pour 2015, 2016 et 2017. Par cette dispersion des mesures de gain de rendement brut entre sites d'essai, quelle que soit l'année ou la variété, **le facteur « région »** a également une importance sur le gain de rendement espéré par la protection fongicide.

Sur l'ensemble des essais variétaux, le coût de la protection complète est de l'ordre de 175 €/ha. Outre le prix des produits utilisés, ce coût comprend également le prix du passage du pulvérisateur, soit 10 € pour les traitements effectués avant le stade dernière feuille et 15 € pour les traitements effectués à partir de ce stade.

Les 5 droites horizontales représentées en pointillé dans la figure 5.13 correspondent au coût de cette protection complète exprimée en kg/ha de blé aux prix de 120, 140, 160, 180 et 200 €/t. Le coût de cette protection s'élève donc respectivement à 1 458, 1 250, 1 094, 972 et 875 kg/ha.

Des 482 mesures de gains de rendement brut représentées sur cette figure, bon nombre se retrouvent sous la droite du blé à 200 €/t et encore davantage sous la droite du blé à 120 €/t. Cela correspond donc à des situations où le gain de rendement brut mesuré ne permet pas de rentabiliser la protection complète appliquée.

La figure 5.14 reprend en fonction du prix du blé, le nombre de situations où la protection complète utilisée est rentabilisée par le gain de rendement mesuré. Sans surprise, même à un prix du blé de 120 €/t, la protection complète est rentabilisée en 2016 dans 89 % des situations contre seulement 40 % en 2015 et 33 % en 2017. A 200 €/t, la protection complète est rentabilisée en 2016 dans 97 % des situations mais n'atteint que 60 % en 2015 et 66 % en 2017.

5. Lutte intégrée contre les maladies

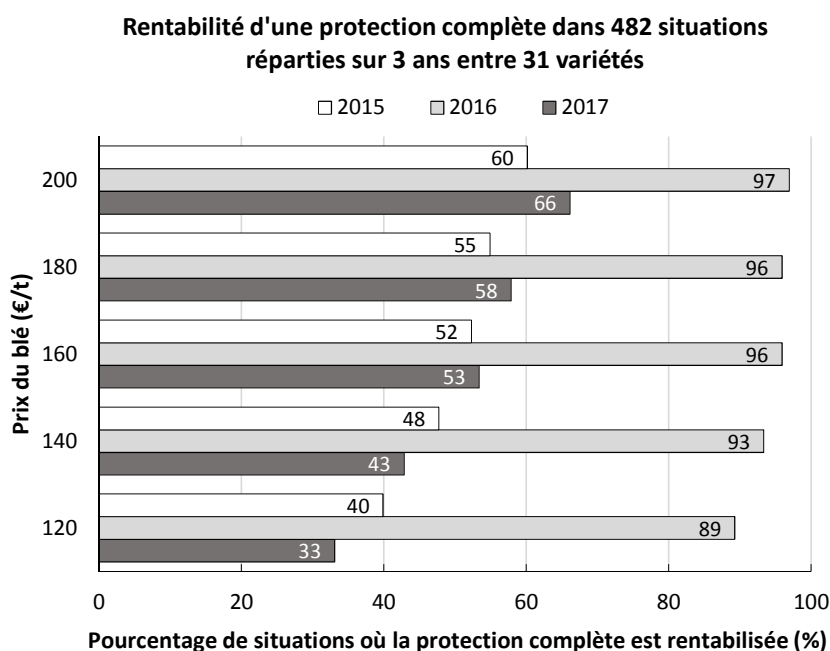


Figure 5.14 – Rentabilité d’une protection complète pour 482 mesures de gain de rendement brut réparties sur 3 ans entre 31 variétés et reprises des essais variétaux de 2015 à 2017.

Au travers de ces résultats des essais variétaux, il a été démontré que le choix d’une protection complète contre les maladies sans tenir compte de l’année, de la région et de la variété est loin d’être la solution la plus rentable même avec un prix du blé à 200 €/t. Mais trop souvent, l’agriculteur adopte le même programme de protection pour l’ensemble de ses parcelles quelle que soit la variété, voire le même programme d’une année à l’autre.

L’analyse économique des résultats du réseau d’essais fongicides wallons présentée dans l’article « Le prix du blé dans la rentabilité de la protection » du Livre Blanc de février 2017 (1.4.3 p 5/50) avait montré au travers de 4 scénarii qui relèvent de pratiques courantes des agriculteurs, que le choix systématique d’une protection plus sécurisante comme un programme à 2 traitements est loin d’être la stratégie la plus rentable surtout avec un prix du froment faible comme actuellement (140 €/t). Seule raisonnablement de la protection contre les maladies en tenant compte du prix du froment reste la meilleure manière de dégager le rendement financier optimal.

Conclusions :

Les facteurs « Année », « Variété », « Région » ainsi que le prix du blé sont des paramètres importants dont il faut tenir compte dans le choix de la protection fongicide. Cette protection doit être envisagée à la parcelle. Le raisonnement de la protection fongicide est d’autant plus intéressant que le prix du blé est faible. Au travers du choix d’un programme prédéfini en guise de sécurité une partie de la rentabilité en est systématiquement affectée.

1.5.7 Conclusion : comment adapter son programme fongicide ?

La première étape pour « raisonner » son programme fongicide consiste à bien cerner la variété à protéger. Il est en effet essentiel de connaître les forces et les faiblesses de la variété par rapport aux maladies ainsi que son potentiel de rendement avec une protection fongicide complète.

La sensibilité des variétés aux maladies permet d'identifier les stades auxquels les parcelles doivent impérativement être visitées afin de juger si un traitement est nécessaire.

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 doit aussi impérativement être prise en compte. Toutefois, certaines souches de rouille jaune contournent parfois cette résistance et provoquent des dégâts importants ce qui confère à cette maladie un caractère imprévisible.

Dans quelques essais variétaux du réseau d'essais (CPL VEGEMAR, CARAH, GxABT, CRA-W), les pertes de rendement causées par le développement des maladies sont mesurées. Ces pertes sont évaluées en comparant les rendements des parcelles non-traitées avec ceux de parcelles traitées avec un programme fongicide complet (type 2^{ème} nœud - épiaison, dose pleine). Elles globalisent l'impact des maladies sans les distinguer.

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. Toutefois, pour les variétés testées seulement depuis 2 ans, 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. Les pertes de rendement sont aussi un bon indicateur de risques qui peuvent aider l'agriculteur dans le choix de son niveau de protection.

La saison 2017 a clairement illustré qu'un programme fongicide n'est pas toujours rentable. Avec des prix du blé à la baisse, il est essentiel d'adapter son programme fongicide à sa variété et à la pression effective des maladies dans la parcelle. L'analyse économique développée au point 1.5.6 va aussi dans ce sens. Un programme fongicide de type « 2^{ème} nœud - épiaison » à dose pleine est loin d'être rentable dans toutes les situations. Avec un prix du blé inférieur à 150 €/t, il convient d'adapter le programme fongicide de façon à ne pas effectuer de traitement superflu.

5. Lutte intégrée contre les maladies

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
Albert (3)	++	=	++	13	12
Alcides (2)	+	+	++	4	6
Altamont (2)	=	+	++	14	13
Anapolis (3)	=	=	++	17	18
Atomic (2)	=	+	--	20	18
Benchmark (3)	-	--	--	25	26
Bergamo (3)	=	=	+	18	19
Boregar (3)	=	--	+	16	16
Cellule (3)	+	-	++	18	18
Complice (2)	--	=	-	16	13
Creek (3)	-	--	+	22	23
Diantha (2)	+	+	++	15	15
Diderot (3)	=	=	=	15	15
Edgar (3)	+	=	++	15	15
Expert (2)	--	--	-	23	22
Faustus (3)	+	--	++	18	18
Filon (2)	+	++	++	10	10
Fructidor (3)	+	+	++	9	7
Gedser (3)	=	--	+	17	18
Graham (3)	=	--	++	16	17
Gustav (2)	+	++	=	17	18
Henrik (3)	-	=	++	18	18
Hybery (2)	=	+	++	21	20
Hyking (2)	--	-	+	17	17
KWS Barrel (2)	--	--	+	24	24
KWS Dorset (2)	=	+	=	17	18
KWS Ozon (2)	=	-	+	20	18
KWS Salix (2)	++	--	++	19	19
KWS Smart (3)	=	+	++	14	14
KWS Talent (2)	+	++	++	18	20
Limabel (3)	=	++	++	12	11
Lithium (3)	=	++	+	15	15
Lyrík (2)	=	+	--	27	25
Manitou (2)	+	++	--	45	51
Mentor (3)	+	+	++	13	14
Mutic (2)	+	+	++	21	20
Nemo (2)	+	=	--	20	18
Norway (2)	=	=	=	21	19
Ohio (2)	++	++	++	9	9
Olympus (2)	++	+	++	13	12
Popeye (3)	+	-	+	15	14
Porthus (2)	++	+	++	19	19
Ragnar (2)	--	--	+	23	22
Reflection (3)	=	++	--	24	25
RGT Mondio (3)	=	++	++	11	9
RGT Reform (3)	=	+	-	15	15
RGT Sacramento (3)	-	+	++	12	12
RGT Salerno (2)	+	+	++	15	15
RGT Texaco (3)	--	--	-	24	25
Rubisko (2)	-	++	++	17	15
Safari (2)	=	++	+	16	14
Sahara (3)	=	+	=	20	21
Sherlock (3)	=	++	++	16	15
Sofolk (3)	=	++	++	9	8
Sophie CS (2)	=	-	++	14	13
Sundance (2)	+	-	++	17	18
Sy Epsom (3)	=	+	+	17	17
Tobak (3)	=	--	++	20	22
Triumph (3)	-	+	++	12	12
Valdo (3)	=	+	++	11	10
WPB Ebey (2)	+	+	++	15	16
WPB Jamy (2)	+	++	++	8	7

* nombre d'années d'essai
 -- très sensible
 - assez sensible
 = moyennement sensible
 + peu sensible
 ++ résistante

La question d'un **premier traitement au redressement (stade 31)** a déjà été abordée au point 1.5.3. Avec un prix du blé inférieur à 150 €/t, la règle de décision est simple :

AU STADE 31 :

PRÉSENCE IMPORTANTE DE FOYERS ACTIFS DE ROUILLE JAUNE SUR UNE VARIÉTÉ SENSIBLE
(-- , -, voir tableau 5.8)

=

TRAITEMENT AU STADE 1^{ER} NOEUD, STADE 31

SINON, AUCUN TRAITEMENT NÉCESSAIRE À CE STADE

Au stade 2^{ème} nœud, une solution pour réduire le coût du poste fongicide consiste à reporter le premier traitement au stade dernière feuille. En effet, le report du traitement à la dernière feuille peut permettre d'effectuer dans certains cas la protection fongicide du champ en un seul traitement. Cette stratégie a été discutée au point 1.5.4 et parfaitement illustrée avec les résultats du réseau d'essais fongicides 2017 (point 1.5.5).

Néanmoins, il est essentiel de s'assurer qu'un programme commençant au stade 39 n'engendrera pas de perte conséquente par rapport au un programme démarrant plus tôt (cf. figure 5.10, comparaison programme st39//ST65 vs st32//st55). **Au stade 2^{ème} nœud, certains indicateurs permettent déjà d'identifier ces situations.**

Ces 5 dernières années, le traitement a toujours pu être repoussé au stade dernière feuille sans engendrer de perte de rendement si les essais respectaient les 2 conditions suivantes :

- Pas de symptômes de rouille jaune au stade 32 si la variété est peu tolérante (--,-,=, tableau 5.8)
- Variété tolérante à la septoriose emblavée (+, ++, tableau 5.8)

Ceci ne veut pas dire qu'il n'est pas possible de repousser le traitement dans d'autres situations.

5. Lutte intégrée contre les maladies

En pratique, au stade 2^{ème} nœud, la règle de décision suivante est conseillée :

AU STADE 32 :

PRÉSENCE SIGNIFICATIVE (10% DES PLANTES) DE SYMPTÔMES DE ROUILLE JAUNE SUR UNE VARIÉTÉ PEU TOLÉRANTE (--,-,=, tableau 5.8)

Et/ou

PRÉSENCE DE SYMPTÔMES DE SEPTORIOSE SUR F4 (20% DE L'AVANT-AVANT-DERNIÈRE FEUILLE FORMÉE, F-2) SUR UNE VARIÉTÉ PEU TOLÉRANTE (--,-,=, tableau 5.8)

Et/ou

PRÉSENCE MÊME FAIBLE DE SYMPTÔMES DE SEPTORIOSE SUR F3 (AVANT-DERNIÈRE FEUILLE FORMÉE, F-1) ET CELA PEU IMPORTE LA VARIÉTÉ

=

TRAITEMENT AU STADE 2^{ÈME} NŒUD, STADE 32

SINON, AUCUN TRAITEMENT NÉCESSAIRE À CE STADE

Si aucun traitement n'est effectué au stade 32, la parcelle sera généralement traitée au stade 39 avec un traitement complet (triazole et carboxamide) à dose pleine. La règle de décision est la suivante :

AU STADE 39

PRÉSENCE MÊME FAIBLE DE SYMPTÔMES DE MALADIES FOLIAIRES SUR UNE DES 3 DERNIÈRES FEUILLES ET CELA PEU IMPORTE LA VARIÉTÉ

=

TRAITEMENT AU STADE DERNIÈRE FEUILLE, STADE 39

SINON, AUCUN TRAITEMENT NÉCESSAIRE À CE STADE

Une très faible pression de maladie, permet donc le report du traitement après le stade 39. Un traitement pourra toujours être appliqué à l'épiaison jusqu'à la fin de la floraison en cas de risque (point 1.5.8).

Notons aussi que les variétés valorisant peu les fongicides (<=12 quintaux, tableau 5.8) ne devraient pas non plus être protégées au prix du blé actuel avec un lourd investissement en fongicide. Il faut dès lors privilégier un traitement unique à dose pleine au stade 39 ou des programmes avec des réductions de dose.

Pour rappel, en cas de traitement au stade 32, il convient de protéger une deuxième fois la parcelle maximum 3 à 4 semaines après le premier traitement. La dose peut être adaptée si la

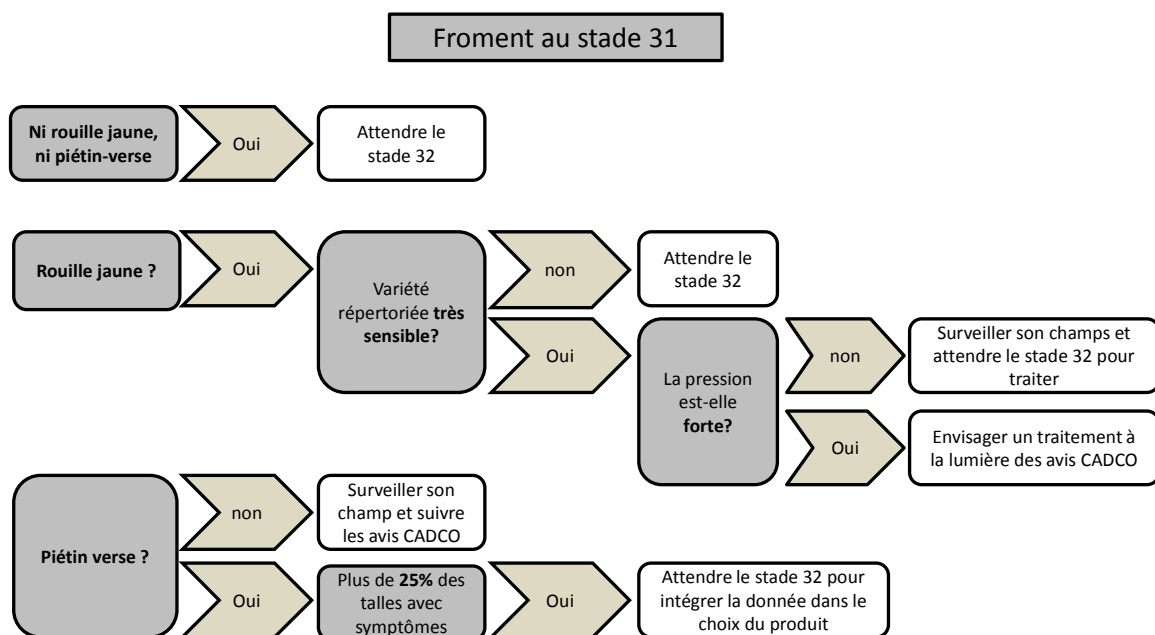
pression des maladies est restée modérée.

En cas de traitement au stade 39, il est conseillé d'effectuer un traitement complet à dose pleine (mélange triazole/carboxamide préférable). Un traitement relais pourra ensuite être effectué à la floraison uniquement si la pression de maladies est élevée ou en cas de risque de fusariose (pluie annoncée en période d'épiaison ou de floraison).

Les arbres de décision du point suivant vous informent de façon schématique et détaillée du raisonnement à suivre tout au long du développement des blés. Ces arbres peuvent aussi déboucher sur des programmes non discutés dans les points précédents.

1.5.8 Arbre décisionnel

1.5.8.1 Stade 31



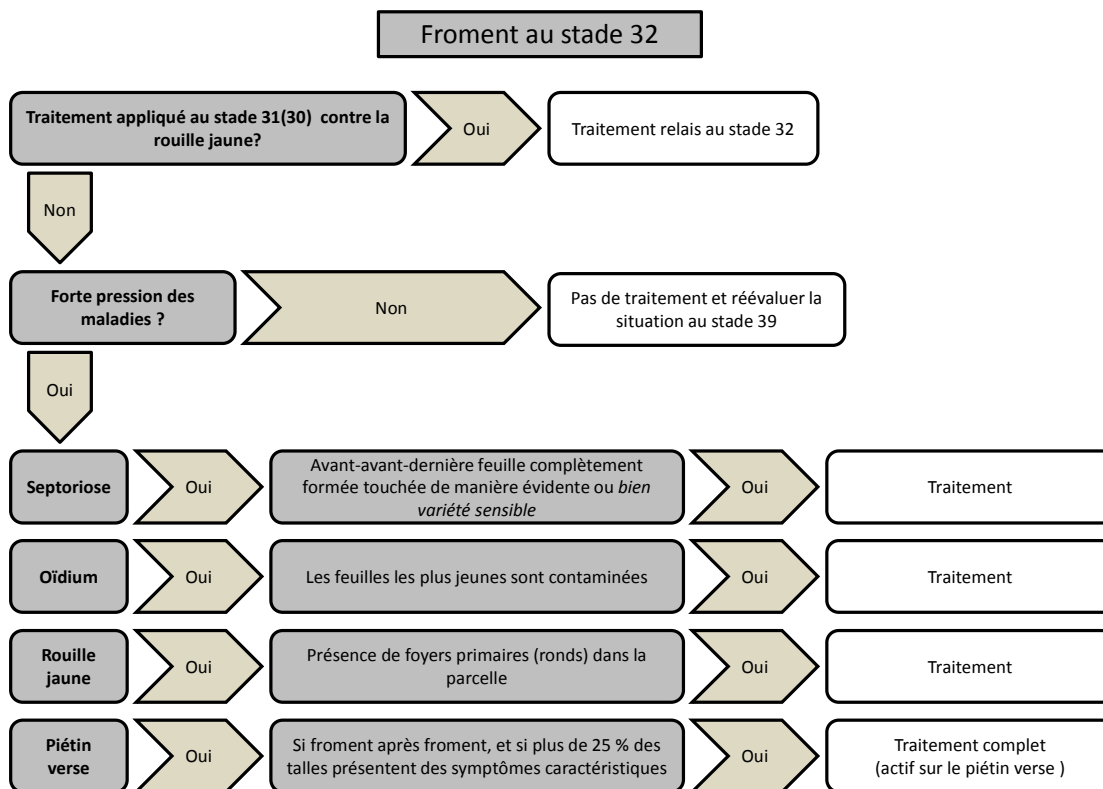
Au stade 31, les premiers symptômes de **piétin-verse** sont visibles. Si le nombre de tiges touchées est élevé, il est conseillé d'attendre le stade 32 et d'intégrer cette donnée lors d'un traitement à ce stade. Les substances actives actuellement adéquates contre cette maladie sont le prothioconazole et la metrafenone.

A ce stade, la **rouille jaune** est parfois présente dans les parcelles. Si des foyers actifs de rouille jaune dans une parcelle emblavée avec une variété considérée comme sensible (--,- tableau 5.8) un traitement est envisagé avec une triazole à demi-dose. Le tebuconazole ou l'epoxiconazole sont à privilégier pour ce traitement. Il est conseillé de suivre les avis CADCO.

Si la seule maladie présente à ce stade est la **septoriose**, aucun traitement n'est nécessaire.

5. Lutte intégrée contre les maladies

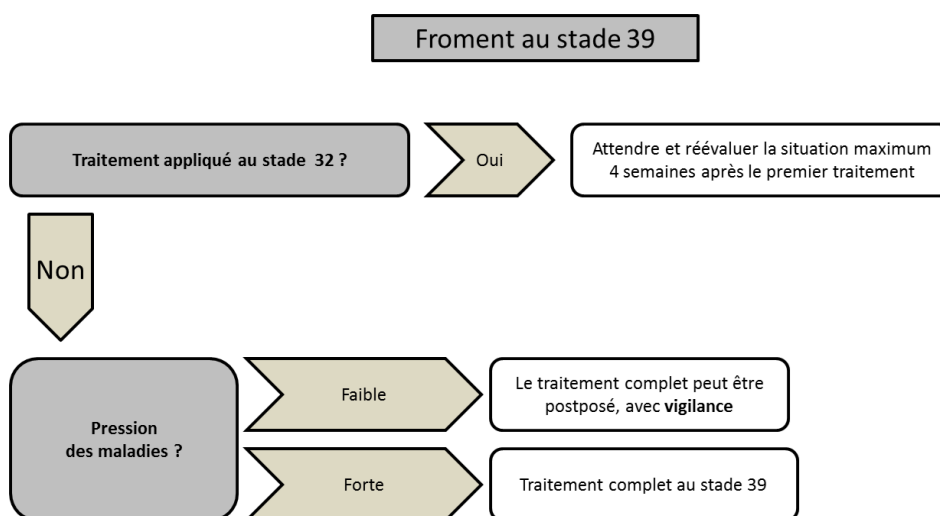
1.5.8.2 Stade 32



C'est à ce moment qu'un premier traitement contre la **septoriose** peut être envisagé suivant les conditions (pression et sensibilité variétale). La règle de décision de traiter ou non à ce moment est discutée aux points 1.5.4 et 1.5.7.

Si un traitement a été réalisé au stade 31 contre la **rouille jaune**, il est impératif de relayer celui-ci, sans quoi les avantages de la première pulvérisation risquent d'être perdus.

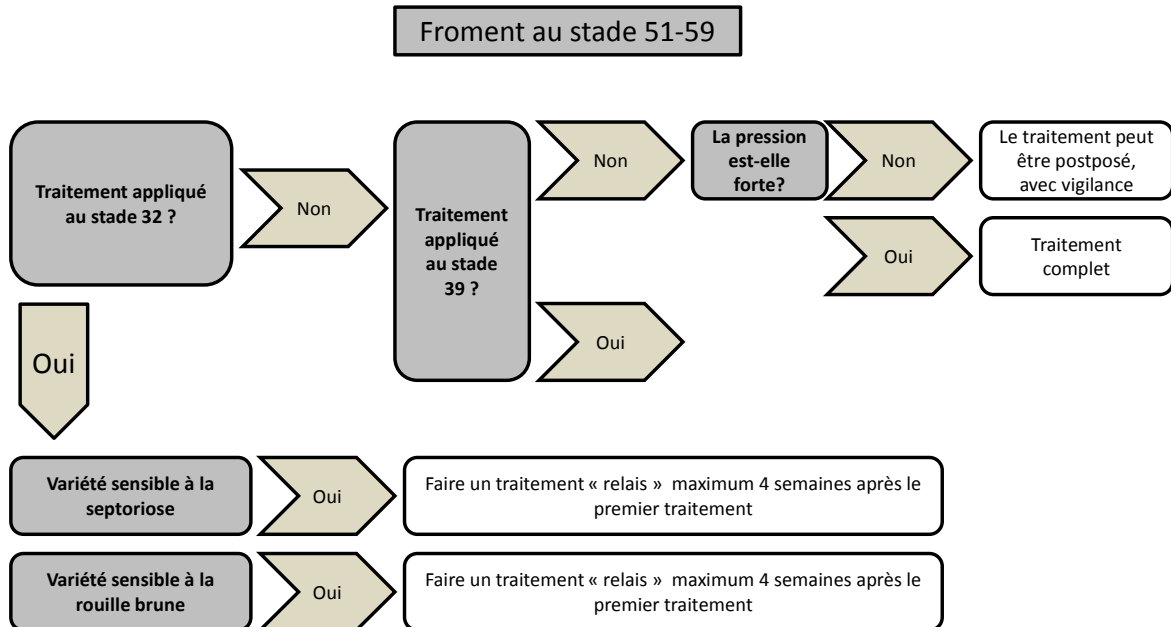
1.5.8.3 Stade 39



Si aucun traitement n'a encore été effectué et qu'une maladie est détectée sur l'un des trois derniers étages foliaires, un traitement doit être envisagé à ce stade. Ce traitement devra être

complet et assurer une bonne protection contre l'ensemble des maladies (triazole et carboxamide).

1.5.8.4 Stade 51-59



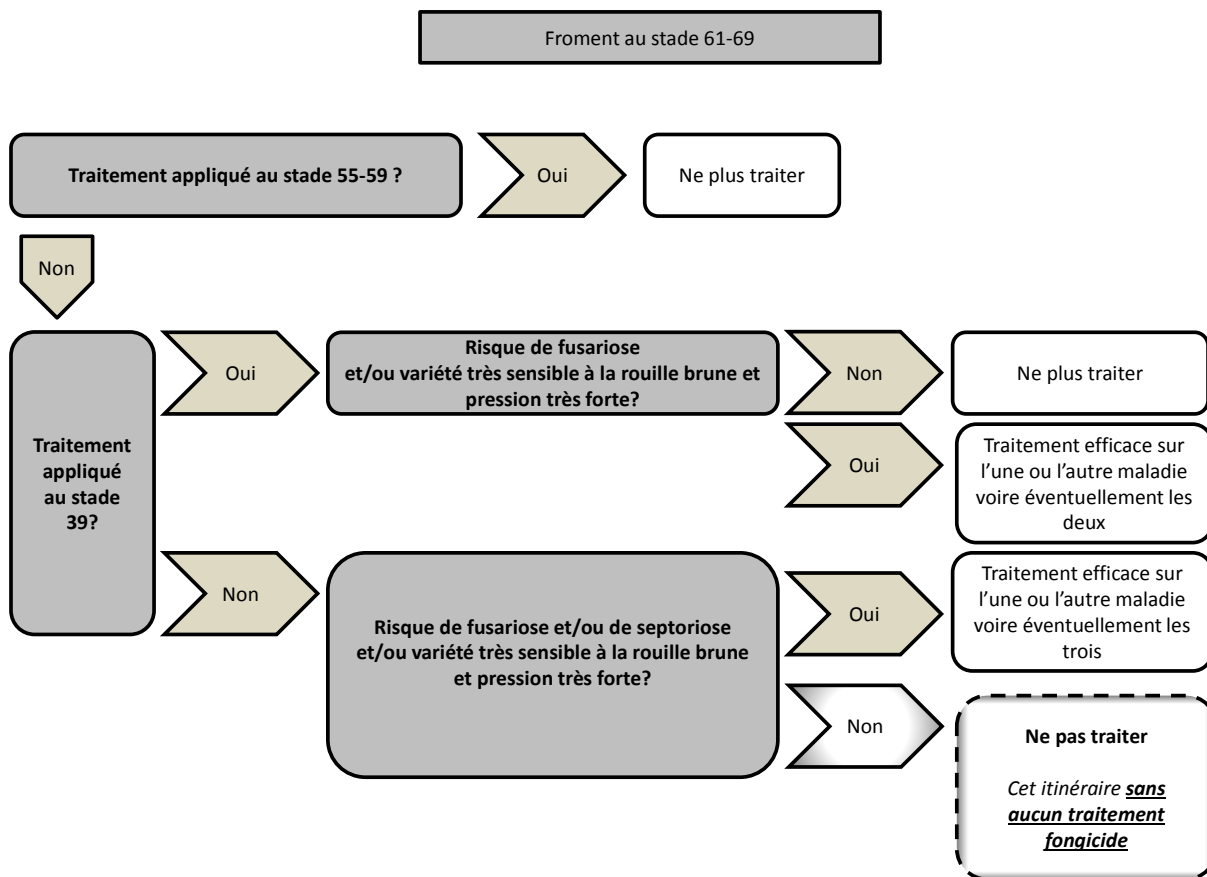
Si aucun traitement n'a encore été effectué et qu'une maladie est détectée sur l'un des trois derniers étages foliaires, un traitement doit être envisagé à ce stade. La prévision de forte pluie lors de l'épiaison ou de la floraison est aussi une condition pouvant nécessiter un traitement à ce stade surtout si la variété est sensible à la fusariose. Ce traitement devra être complet et assurer une bonne protection contre la septoriose, la rouille brune et la fusariose.

A ce stade, la protection engendrée par un traitement au stade 32 s'est dissipée. Un relais de cette protection sera nécessaire pour protéger les derniers étages foliaires et les épis. Il devra être complet pour lutter contre la septoriose (mélange de triazoles ou triazole en association avec carboximide) et adapté à la sensibilité variétale. En effet, si la variété implantée est sensible à la rouille brune, un renforcement du traitement avec une strobilurine pourrait être nécessaire. Si l'épi est dégagé et que de la pluie est prévue dans les jours qui suivent, il pourrait être intéressant d'utiliser un produit efficace contre la fusariose de l'épi comme le prothioconazole (efficace contre *Fusarium* spp. et *Microdochium* spp.) mais aussi le tebuconazole et le metconazole (efficaces contre *Fusarium* spp.).

Enfin, si un traitement au stade 39 a déjà été réalisé, la protection des feuilles est encore présente et il n'est donc pas nécessaire de traiter à nouveau.

5. Lutte intégrée contre les maladies

1.5.8.5 Stade 61-65



Les traitements « floraison » doivent idéalement être réalisés en début de floraison. Passé le stade 65, l'efficacité des produits est généralement moindre sur la fusariose. Pour rappel, il est interdit de de traiter après la floraison des épis.

Si aucun traitement n'a encore été effectué et qu'une maladie est détectée sur l'un des trois derniers étages foliaires, un traitement doit être envisagé à ce stade. Si de fortes pluies ont eu lieu lors de l'épiaison ou si des pluies sont annoncées pour la fin de la floraison, un traitement à ce stade est aussi nécessaire. Le traitement à la floraison devra être complet et assurer une bonne protection surtout contre la fusariose et la rouille brune.

A la floraison, la protection fournie par un traitement au stade 39 s'est fortement dissipée. Si une forte pression en maladies foliaires (rouille brune et septoriose) demeure, un traitement relais doit être envisagé. Le traitement devra être renforcé par une strobilurine si la variété emblavée est sensible à la rouille brune (tableau 5.8). Si de plus la parcelle est à risque de fusariose de l'épi (blé après blé ou après maïs) et qu'une pluie est annoncée, il est fortement conseillé de traiter à ce stade pour protéger les épis d'une attaque éventuelle de fusariose. S'il n'y a pas de maladie, et pas de pluie annoncée, pas besoin de traiter.

Si la parcelle a été traitée à l'épiaison, aucun traitement n'est nécessaire.

S'il n'y a pas de maladies sur les 3 derniers étages foliaires les et qu'aucune pluie n'est annoncée, pas besoin de traiter.

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 (cf. pages jaunes).

2.6 Principales maladies en escourgeon

C. Bataille

2.6.1 Helminthosporiose (*Pyrenophora teres*)

2.6.1.1 Généralités

L'helminthosporiose de l'orge est causée par le champignon ascomycète *Pyrenophora teres*. C'est une maladie majeure dans toutes les régions du monde où l'orge est cultivée. Elle est capable de causer jusqu'à 40 % de pertes de rendement, mais aussi une diminution de la taille des grains, du poids spécifique et de la qualité du malt et du fourrage. Le pathogène est capable d'infecter les semences, les feuilles et les tiges des plantes d'escourgeon. La contamination des semences peut constituer l'inoculum initial, mais la majeure partie de l'infection provient des débris d'orge infectés et laissés sur le sol après récolte. Les spores produites sur ces débris sont transportées par le vent vers les nouvelles plantules d'orge à l'automne. Durant la saison culturale, les spores sont dispersées par le vent et par la pluie de feuille en feuille et parfois même sur de longues distances. Le développement de l'helminthosporiose dépend de l'humidité relative (min 80 %), de la température (optimum 20°C), de l'eau libre sur les feuilles et d'autres facteurs environnementaux.

2.6.1.2 Symptômes

Les symptômes de la maladie se présentent sous forme de nécroses brun foncé, entourées d'un halo jaune et visibles sur les deux faces de la feuille. Les nécroses sont bien souvent de forme longitudinale et disposées le long des nervures. Un réseau brun foncé en forme d'échelle se distingue au sein de ces lésions. La maladie se répartit de façon homogène dans la parcelle atteinte. L'infection monte du bas vers le haut de la plante.

2.6.1.3 Période de développement

La maladie est capable d'infecter les plantules d'orge avant l'hiver. Elle se réactive lors de la reprise de croissance mais les attaques sévères commencent réellement après le déploiement de la dernière feuille et jusqu'à la fin de la floraison.

5. Lutte intégrée contre les maladies

2.6.1.4 Situations à risque

Les semis précoces et les niveaux d'azote élevés favorisent de hauts niveaux d'inoculum car si le temps est favorable (automne doux et humide), la maladie peut effectuer un à plusieurs cycle(s) de développement avant l'hiver. Le semis direct ou le travail du sol superficiel qui laisse les résidus de culture sur le sol (pailles infectées) sont également des éléments favorisant l'infection de la maladie. Enfin il est important d'utiliser des semences désinfectées.

2.6.2 Rhynchosporiose (*Rhynchosporium secalis*)

2.6.2.1 Généralités

L'agent pathogène responsable de la rhynchosporiose est un champignon ascomycète hémibiotrophe : *Rhynchosporium secalis*. Cette maladie est retrouvée à travers le monde et plus particulièrement dans les zones de climat tempéré. Elle est capable de causer des pertes de rendement allant jusqu'à 40 % mais aussi une diminution de la qualité des grains. Ce pathogène a la particularité de se développer sous la cuticule des feuille de son hôte et d'y effectuer un cycle de développement avant l'apparition des premiers symptômes. Tout comme l'helminthosporiose, la majorité de l'inoculum primaire de la rhynchosporiose provient des débris de culture infectés laissés sur le champ. En moindre mesure, il peut provenir des semences infectées. La propagation se fait principalement de proche en proche via les « splash » causés par les gouttes de pluie. Une partie de l'inoculum peut cependant être transportée par le vent sur de plus longues distances sous forme de fines gouttelettes. *Rhynchosporium secalis* aime les températures fraîches (optimum entre 8 et 10°C) et la présence d'eau libre sur les feuilles pour son développement. En conditions optimales, sa durée de latence est de 31 jours.

2.6.2.2 Symptômes

Les symptômes foliaires sont irréguliers, desséchés au centre (blanchâtre) et entourés d'une marge brune très marquée et bien délimitée. C'est parfois la base du limbe qui est touchée. Dans ce cas, un dessèchement bordé d'un liseré brun est observé au niveau des oreillettes et de la ligule. La rhynchosporiose contamine d'abord la base des plantes et remonte ensuite les étages foliaires à la faveur des pluies. Il est donc important d'écarter le feuillage pour vérifier sa présence dans une parcelle.

2.6.2.3 Période de développement

Si les conditions automnales s'y prêtent, la maladie pourra déjà s'implanter sur les nouvelles plantules d'escourgeon fraîchement émergées. Ses symptômes seront nettement visibles au début du printemps où elle continuera son développement. C'est à ce moment que les risques d'épidémie sont les plus importants. Sa propagation est fortement ralentie à partir de l'épiaison car les températures au-delà des 20°C lui sont défavorables.

2.6.2.4 Situations à risque

Les semis précoces et les niveaux d'azote élevés sont propices au développement de la maladie avant l'hiver. Le semis direct ou le travail du sol superficiel qui laisse les résidus de culture sur le sol (paille infectée) sont également des éléments qui favorisent l'infection de la maladie. Enfin il est important d'utiliser des semences désinfectées et une variété résistante.

2.6.3 Rouille naine (*Puccinia hordei*)

2.6.3.1 Généralités

La rouille naine du blé est causée par le parasite obligatoire basidiomycète *Puccinia hordei*. Cette maladie se retrouve dans toutes les régions du monde où l'orge est cultivée. Bien que le pathogène soit différent, la biologie de la rouille naine est fort similaire à celle de la rouille brune du blé. Elle est cependant plus précoce car elle tolère des températures plus fraîches. La rouille naine est capable de causer des pertes de rendement ponctuellement conséquentes, pouvant aller jusqu'à 30 %. Elle se disperse principalement par le vent même sur de longues distances mais aussi parfois par la pluie (splashing). Son développement est influencé par la température (min 5°C) et l'humidité relative ainsi que la présence d'eau libre sur les feuilles.

2.6.3.2 Symptômes

Les symptômes de rouille naine sont des pustules orange à brune disposées aléatoirement sur le limbe foliaire. Ces pustules contiennent une poudre brun-orangé composée de spores facilement dispersées par le vent. Cette maladie ne forme pas de spot au niveau de la parcelle et se retrouve partout dans le champ infecté.

2.6.3.3 Période de développement

Le pathogène a besoin d'un hôte vivant pour survivre. Entre la récolte et les nouveaux semis, *Puccinia hordei* utilise des hôtes de transfert parmi les graminées adventices. Le vent transporte ensuite les spores de rouille sur de plus ou moins longues distances jusqu'à de nouvelles plantules d'escourgeon. En sortie d'hiver, des pustules de rouille naine peuvent être visibles sur les plantes mais la maladie ne devient vraiment dangereuse qu'après le déploiement de la dernière feuille. Son développement est ralenti lorsque les températures dépassent les 25°C. Elle est donc capable de se propager jusqu'à la fin de la culture d'escourgeon.

2.6.3.4 Situations à risque

Le choix d'une variété résistante est un élément primordial lors de l'installation de la culture. En effet, plus la variété est sensible et plus l'épidémie peut commencer tôt dans la culture et donc engendrer des pertes de rendement conséquentes.

Cette maladie est également favorisée par une forte densité de semis et une fumure trop importante, engendrant ainsi une humidité élevée sous le couvert.

2.6.4 Ramulariose (*Ramularia collo-cygni*)

2.6.4.1 Généralités

La ramulariose est causée par le champignon ascomycète *Ramularia collo-cygni*. Cette maladie est devenue de plus en plus dommageable en escourgeon au cours des dernières années, et surtout en Europe du nord. Les variétés les plus sensibles peuvent perdre jusqu'à 1T/ha de rendement du fait de cette maladie. La ramulariose a pour particularité d'apparaître tard dans la saison. De récentes études, utilisant des méthodes de détection basées sur des PCR, ont démontré que la maladie se développe en réalité de manière endophyte (systémique et asymptomatique) au sein des plantes durant leur période végétative. L'apparition des symptômes et la sporulation de *Ramularia collo-cygni* sont ensuite déclenchées par croissance reproductive (floraison) des plantes hôtes. Le rôle des conditions environnementales dans l'apparition des symptômes est encore mal connu. Les grains sont la principale source de propagation de cette maladie. Elle va se développer au sein des plantules sans produire de symptômes. Lorsque les feuilles infectées meurent, un changement physiologique du champignon peut induire la production de symptômes et de sporulation constituant ainsi une seconde source d'inoculum. Enfin les graminées sauvages et les repousses sont également source d'infection.

2.6.4.2 Symptômes

Les symptômes de la maladie sont de petits spots rectangulaires dont les côtés les plus longs suivent les nervures des feuilles. Les côtés les plus courts sont plus irréguliers. Ses tâches nécrotiques sont de couleur brun foncé. Le tout est entouré d'un halo jaune bien marqué. Les symptômes peuvent être vus sur les deux faces de la feuille infectée.

A ne pas confondre avec :

- Les symptômes physiologiques dus à un stress lumineux : ces derniers se présentent comme de petits spots brun très foncé et parfois entourés d'un halo jaune. Ils sont cependant uniquement limités à la surface de la feuille exposée à la lumière et ne se retrouvent pas sur l'autre face.
- Les taches léopard : certaines variétés peuvent produire des taches brunes plus ou moins grandes, présentant parfois un léger halo jaune, mais beaucoup moins prononcé que la ramulariose.
- Les brûlures polliniques : lors de la floraison durant une période humide, le pollen peut coller aux feuilles d'orge et favoriser la croissance de champignons saprophytes, de bactéries et de levures induisant de petits points bruns sur la surface de la feuille. Ils sont plus petits que les spots de ramulariose (taille d'un trou d'aiguille).
- Les taches en réaction à l'oïdium : la plupart des variétés d'orge actuelles résistent bien à l'oïdium. Certaines cependant génèrent des taches en se défendant contre la maladie (oxydative burst). Ce sont des spots bruns au sein desquels un mycélium blanc (début d'infection de l'oïdium) est visible.

2.6.4.3 Période de développement :

Comme expliqué dans le point « Généralités », la ramulariose ne se déclare réellement que lorsque la plante a enclenché sa croissance reproductive. C'est donc à la fin de l'épiaison qu'une épidémie de ramulariose peut démarrer. Les symptômes apparaissent très rapidement et l'état de la culture peut changer du tout au tout en une semaine si la protection fongicide n'a pas été suffisante.

2.6.4.4 Situations à risque :

La ramulariose est une maladie répandue mais assez mal connue. L'utilisation de variétés résistantes et de semences saines sont les meilleures options pour lutter préventivement contre la ramulariose.

2.6.5 Autres maladies

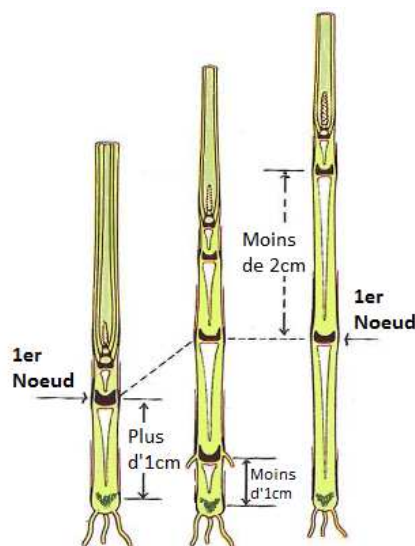
L'oïdium, le piétin-verse et plus rarement les fusarioses sont des maladies qui peuvent aussi infecter l'escourgeon. Leur description se retrouve dans le chapitre froment au point 1.1.4 et 1.1.5.

2.7 Stades clés pour la lutte contre les maladies

C. Bataille

Savoir reconnaître les différents stades de croissance d'une plante d'escourgeon est crucial pour pouvoir positionner ses traitements fongicides.

2.7.1 Stade 31



Source: <http://www.Teagasc.ie>

Le stade 31 est le stade où le premier nœud de la plante d'escourgeon est détectable. Celui-ci se situe alors à au moins 1cm du plateau de tallage mais à moins de 2 cm de la base du futur épi. De plus, le second nœud qui le suit doit se situer à moins d'1cm du plateau de tallage comme l'indique la figure ci-contre.

C'est à ce stade que le traitement dit « de montaison » peut être réalisé. Cette action est décidée en fonction de la pression en maladie observée à cet instant dans la parcelle.

A ce stade, les premiers symptômes de piétin-verse sont visibles. Si le nombre de tiges touchées est élevé, un traitement avec les produits adéquats (prothioconazole, métrafénone,...) peut être envisagé.

La rouille naine, l'helminthosporiose mais aussi la rhynchosporiose peuvent déjà être observées dans les champs à ce stade. Si les seuils d'infection sont dépassés (voir avis CADCO), une intervention peut être envisagée.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Si une intervention est requise, un traitement à base de triazole est recommandé. À celle-ci devra être associé du cyprodinil ou une strobilurine pour assurer une bonne efficacité contre les maladies présentes (Voir point 2.10). Il est fortement conseillé de n'utiliser le prothioconazole qu'une seule fois par saison, de même pour les carboxamides. Le schéma de traitement fongicide devra dès lors être réfléchi dès maintenant en cas d'intervention.

2.7.2 Stade 39-49

Le stade 39 se caractérise par la sortie complète de la dernière feuille. Le stade 49 est quant à lui, défini par la sortie des premières barbes d'escourgeon des gaines foliaires. La période s'étalant entre ces deux stades est l'intervalle pivot des traitements fongicides. En effet, en escourgeon il est fortement conseillé de traiter à ce stade afin de lutter contre les maladies déjà présentes (rouille naine, helminthosporiose et rhynchosporiose) mais aussi pour prévenir l'apparition de la ramulariose.

Les traitements réalisés après l'épiaison et même à la floraison risquent d'être moins efficaces à cause de « l'effet parapluie » engendré par les barbes des épis. Une plus faible quantité de produits pourrait atteindre les feuilles et leur efficacité en serait donc diminuée.

Le traitement réalisé entre les stades 39 et 49 doit être complet et rémanent. C'est à ce moment qu'il faut utiliser les spécialités à base de carboxamides en mélange avec une triazole et/ou une strobilurine (voir point 2.10). Vu l'efficacité du prothioconazole (triazole), il est préférable de le placer à ce moment de la culture. Cependant si un traitement de montaison a déjà été réalisé avec cette molécule alors il faudra préférer une autre triazole. Enfin, il est fortement recommandé d'appliquer du chlorothalonil en combinaison avec la carboxamide car c'est actuellement le seul produit encore réellement efficace contre la ramulariose.

2.7.3 Apparition des stades au cours de l'année

Comme le montre la figure ci-dessous, les dates d'apparition des différents stades de croissance de l'escourgeon varient fortement d'une année à l'autre. L'exemple flagrant est la différence entre 2013 et 2014 où le stade 39 est apparu le 13 mai en 2013 et le 14 avril en 2014. Il y a donc eu un mois de différence !

Il est donc important lors des observations des maladies au champ, de bien déterminer le stade avant de déclencher un traitement phytosanitaire éventuel plutôt que de se calquer sur une date calendrier identique chaque année.

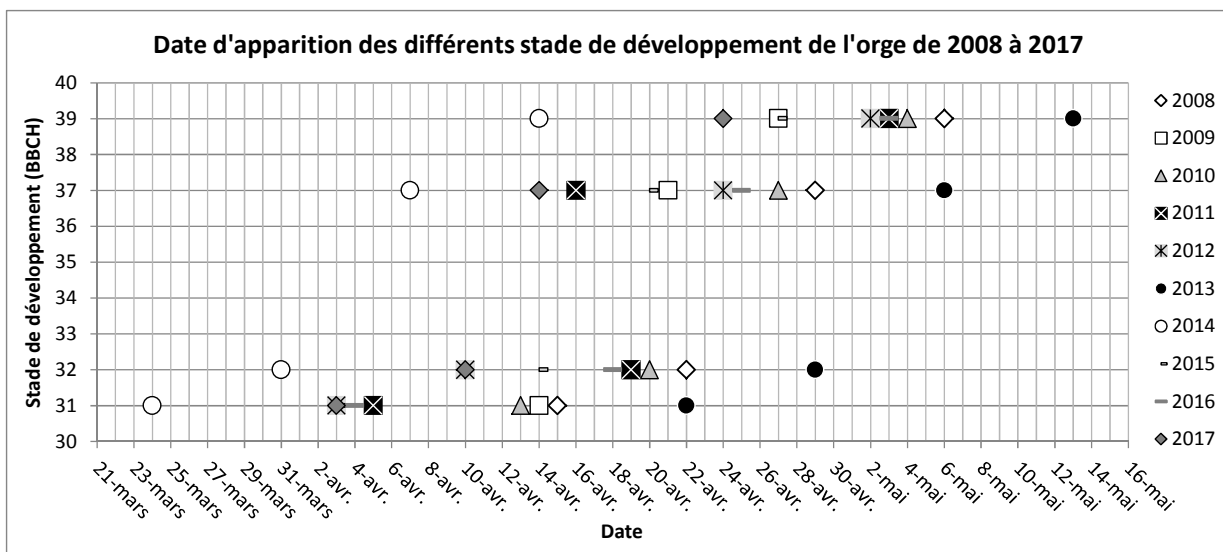


Figure 5.15 – Date d'apparition des différents stades de croissance de l'escourgeon en fonction des années. Ces dates ont été déterminées en fonction des avis du CADCO.

2.7.4 En résumé

Il existe actuellement deux stades clés pour appliquer les fongicides de façon optimale en escourgeon. La décision prise au moment de la montaison (stade 1^{er} nœud, 31) dépend de la pression en maladies mais aussi des prévisions météorologiques et de la variété implantée. Le prix de l'escourgeon entre également en considération dans l'investissement qui peut être consenti sur sa parcelle.

La figure ci-dessous rappelle les périodes d'infection des principales maladies en escourgeon ainsi que les stades clés de la protection. La détermination du schéma de traitement fongicide à appliquer en fonction de la situation est abordée au point 2.9.

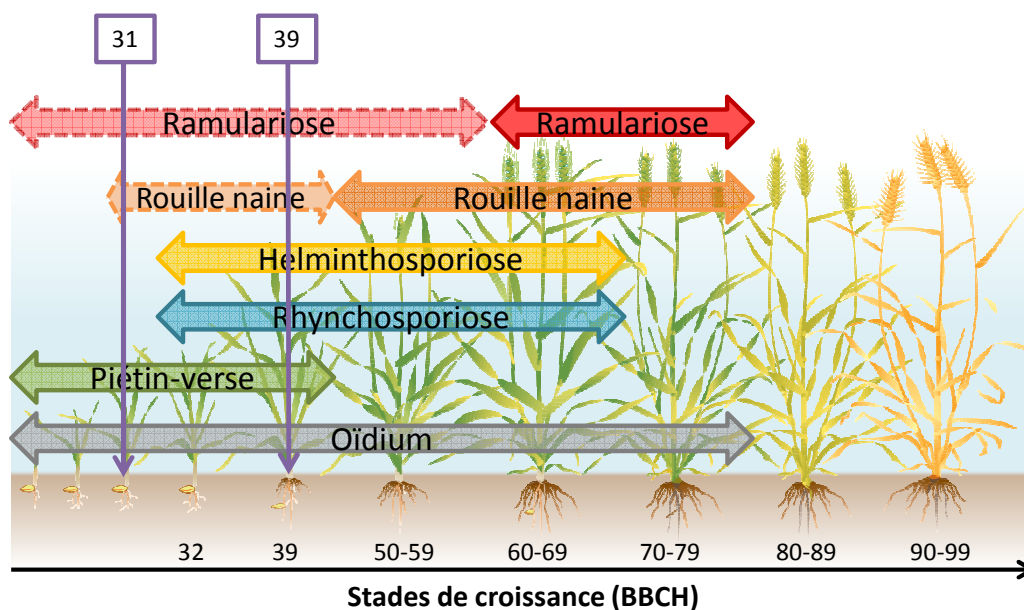


Figure 5.16 – Période d'infection des principales maladies en escourgeon (flèches horizontales) et stades de croissance clé de la protection fongicide en escourgeon (flèches verticales).

2.8 Schéma de traitement à adopter en fonction de la pression en maladie à la montaison et de la variété emblavée

O. Mahieu, G. Jacquemin et B. Monfort

2.8.1 Résumé de l'année 2016-2017

Fin septembre, début octobre 2016, le temps favorable a permis la réalisation des semis d'escourgeon dans d'excellentes conditions de structure du sol.

L'automne 2016 a été très sec sur l'ensemble des régions. Ce manque de pluie a pu perturber les levées dans certains sols séchants. L'hiver sec a été plus rigoureux qu'en 2015-2016 mais sans impact négatif notable sur la culture.

Le printemps a été marqué par un temps anormalement sec avec un sérieux coup de froid enregistré lors de la deuxième quinzaine d'avril au stade dernière feuille de la culture, ce qui a fait craindre des défauts de fertilité des épis. Manifestement les dégâts de gel furent globalement peu importants et réservés à certaines situations (semis très tardifs, régions plus froides. En matière de maladies, la rhynchosporiose, l'helminthosporiose, et l'oïdium étaient souvent présents au printemps mais, freinés par le temps sec. Elles sont finalement restées assez discrètes durant la montaison même si l'helminthosporiose a connu une certaine extension en juin. A contrario, la rouille naine est restée très présente durant toute la saison. Finalement, avec la rouille, c'est surtout la ramulariose et les grillures qui semblent avoir été les plus pénalisantes.

Des orages très ponctuels ont pu favoriser la verse çà et là. Néanmoins en escourgeon, comme en froment, c'est bien le déficit hydrique qui a marqué la période de février à juin 2017. A l'avantage de l'escourgeon plus précoce et plus profondément enraciné à la sortie de l'hiver que les froments, les pertes de rendement furent très limitées. Elles ne concernent que les situations pédo-climatiques les plus défavorables, dans les sols à faible pouvoir de rétention en eau. Par ailleurs, les escourgeons ont pu bénéficier durant les mois de mai et juin d'une durée d'ensoleillement élevée favorable à la photosynthèse et donc au bon remplissage du grain.

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

Finalement, les rendements 2017 se sont avérés variables d'une parcelle à l'autre en fonction de l'impact de la sécheresse mais globalement, ils étaient bons à très bons, atteignant régulièrement plus de 10 tonnes/ha avec de bons poids spécifiques et des poids de 1000 grains élevés.

2.8.2 Quel schéma de traitement fallait-il appliquer en 2017 ?

2.8.2.1 Objectifs

Depuis plusieurs années, des essais d'itinéraires techniques ont été menés par le CARAH, le CRA-W et GxABT.

En 2017, le but de ces essais était de comparer huit variétés bien représentées en Wallonie, du point de vue du rendement brut et du rendement « net » obtenus par une protection fongicide à 2 traitements (stades 31 + 39), par une protection à un seul traitement (stade 39) ainsi qu'en l'absence de traitement (témoin non traité). Les notations de résistance aux maladies caractérisant chaque variété testée sont reprises dans le tableau 5.10.

Le **rendement net** se calcule en déduisant du rendement brut, le coût du traitement, ramené en kg d'escourgeon à l'hectare, pour un prix de l'escourgeon fixé arbitrairement à 135 €/t (tableau 5.9).

Tableau 5.9 – Coûts des traitements de montaison et de dernière feuille comprenant également le passage du pulvérisateur, en euro/ha et converti en kg/ha.

	Coût en €/ha	Coût en kg/ha d'escourgeon à 135€/T
Traitement de montaison	55	407
Traitement de dernière feuille	85	630

2.8.2.2 Conditions générales

Le premier essai a été implanté à Ath par le CARAH sur huit variétés choisies pour leur représentativité, dont les diverses caractéristiques et notamment leur sensibilité aux maladies sont reprises dans le tableau 5.10. Il s'agit des variétés Bazzoka, KWS Meridian, LG Tequila, Quadriga, Rafaela, Smooth, KWS Tonic et Verity.

Deux autres essais ont été implantés respectivement à Gembloux (CRA-W) et à Lonzée (GxABT). Il s'agit d'essais variétaux desquels ont été extraits les résultats des huit variétés communes aux 3 essais.

Les essais de Ath et de Lonzée ont été semés le 29/09/2016 et l'essai du CRA-W à Gembloux, le 03/10/2016.

La modalité d'application de la fumure a été de 163 kg N/ha en 3 fractions (55-55-53) pour l'essai d'Ath, 158 kg N/ha en 2 fractions (78-80) pour Lonzée, 160 kg N/ha en 3 fractions (60-60-40) pour Gembloux.

Les essais comparaient deux niveaux de protection dont les détails sont repris dans le tableau 5.11.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 5.10 – Notation des résistances des variétés d'escourgeon en fonction des maladies et virus de l'orge.

	Helmintho- -sporiose	Rhyncho- -sporiose	Oïdium	Rouille naine	Ramulariose	Tolérance Virus JNO	Tolérance Virus MO
Bazooka (h)	7.8	8.2	5.4	6.4	6.4	S	S
Domino	7.0	7.9	6.1	7.8	6.1	Tolérant	S
Etincel	6.3	5.1		5.8		S	S
Funky	6.5	8.3	6.6	6.8	8.1	S	S
Hedwig	7.4	7.0	7.1	7.1	8.3	S	Tolérant
Hook (h)	7.1	7.4	7.4	7.8	7.5	S	S
Jettoo (h)	7.3	8.4	7.4	8.2	8.4	S	S
KWS Keeper	8.1	6.9	7.4	7.2	7.8	S	Tolérant
KWS Kosmos	8.5	7.6	7.1	4.8	8.1	S	S
KWS Meridian	7.1	7.8	6.8	6.4	8.1	S	S
KWS Tonic	8.2	7.0	6.9	4.1	5.9	S	S
Lucienne	8.3	4.9	8.5	7.5		S	S
Mercurioo (h)	7.2	8.3	7.9	7.3	6.0	S	S
Monique	7.6	6.7	8.0	7.8	6.4	S	S
Quadriga	7.7	7.5	7.8	5.3	7.5	S	S
Rafaela	8.6	6.0	7.2	4.9	8.3	Tolérant	S
Smooth (h)	7.9	8.0	7.1	6.0	7.8	S	S
Tektoo (h)	7.6	8.2	8.7	6.7	7.6	S	S
Tequila	6.0	8.3	7.9	5.5	8.4	S	S
Trooper (h)	7.8	8.3	7.8	6.7	5.9	S	S
Verity	7.4	6.2	6.7	6.0	8.1	S	S
Veronika	8.3	7.2	7.9	7.9	7.0	S	S
Wootan (h)	7.9	8.3	7.4	6.0	6.5	S	S
Zimbra	4.6	6.5	6.8	4.8		S	S

Les maladies présentes dans cet essai étaient principalement la rouille naine et la ramulariose, la pression en helminthosporiose et en rhynchosporiose étant restée très faible.

La différence de rendement entre les parcelles traitées deux fois et non traitées donnent une bonne indication de la nuisibilité de ces maladies pour le panel de variétés testées. Elle a atteint en moyenne 2 860 kg/ha à Ath (essai adjacent), 2 635 kg/ha à Gembloux et 1 130 kg/ha à Loncée.

Tableau 5.11 – Modalités d'application des deux niveaux de protection fongicide.

	Niveau de protection	Produit	Dose (L/ha)	Stade 31	Stade 39	Date application
Ath (CARAH)	1 traitement	Aviator Xpro	1.0		x	29/04/2017
		Bravo	1.0		x	
	2 traitements	Fandango	0.8	x		05/04/2017
		Aviator Xpro Bravo	1.0 1.0		x x	29/04/2017
Gembloux (CRA-W)	1 traitement	Aviator Xpro	1.0		x	05/05/2017
		Pugil	1.0		x	
	2 traitements	Stéréo	2.0	x		13/04/2017
		Aviator Xpro Pugil	1.0 1.0		x x	05/05/2017
Lonzée (GxABT)	1 traitement	Aviator Xpro	1.0		x	05/05/2017
		Bravo	1.0		x	
	2 traitements	Cherokee	1.0	x		07/04/2017
		Corbel	0.5	x		
		Aviator Xpro Bravo	1.0 1.0		x x	05/05/2017

2.8.2.3 Résultats

Essais du CARAH à Ath

La figure 5.17 montre que le double traitement apporte systématiquement un rendement supérieur au traitement unique et ce, pour l'ensemble des variétés testées. En moyenne, le gain de rendement généré par le traitement de montaison est de 807 kg/ha. Il est statistiquement significatif. Les extrêmes sont de 450 à 1 150 kg/ha selon la variété. Ce sont les variétés KWS Tonic, Rafaela et LG Tequila qui donnent les gains de rendement les plus élevés.

La protection la plus complète a permis un gain de rendement moyen toutes variétés confondues de 2 860 kg/ha par rapport au témoin non traité. Un seul traitement au stade 39 a conduit à un gain de rendement de l'ordre de 2 050 kg/ha.

La figure 5.18, montre que le double traitement engendre en moyenne un **rendement net** (rendement – coût du traitement en kg d'orge/ha) de l'ordre de 400 kg/ha supérieur au traitement unique, cette différence étant statistiquement significative. Le traitement de montaison était rentable pour toutes les variétés testées. Les extrêmes sont de 50 à 740 kg/ha selon la variété.

Pour les variétés KWS Tonic, Rafaela et LG Tequila le gain de rendement net généré par le traitement de montaison est élevé (527 à 743 kg/ha).

Par contre, pour les variétés Verity (53 kg/ha) et KWS Meridian (80 kg/ha), ce gain de rendement net est le plus faible.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Rendement obtenu par différents niveaux de protection fongicide en 2017- CARAH - Ath

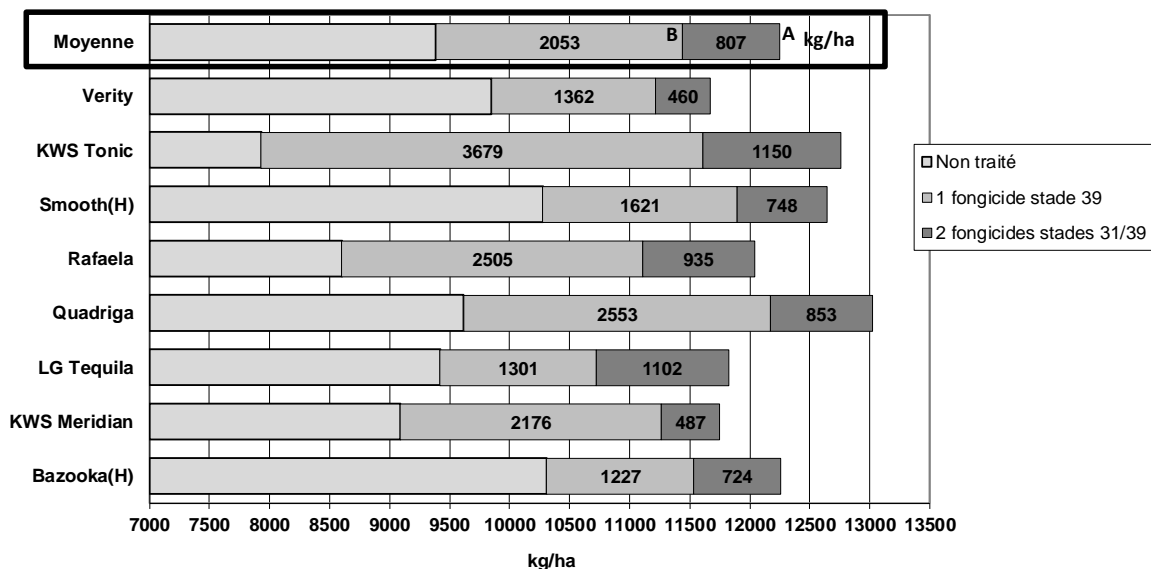


Figure 5.17 – Rendement obtenu par une protection à un seul traitement (stade 39), par une protection fongicide à 2 traitements (stades 31+39) et en l'absence de traitement, exprimé en kg/ha-CARAH, Ath 2017. ANOVA, test de N&K.

Rendement net (coûts des fongicides déduits) généré par une protection fongicide à 2 traitements et à 1 seul traitement en 2017 (escourgeon à 135€/t) - CARAH à Ath

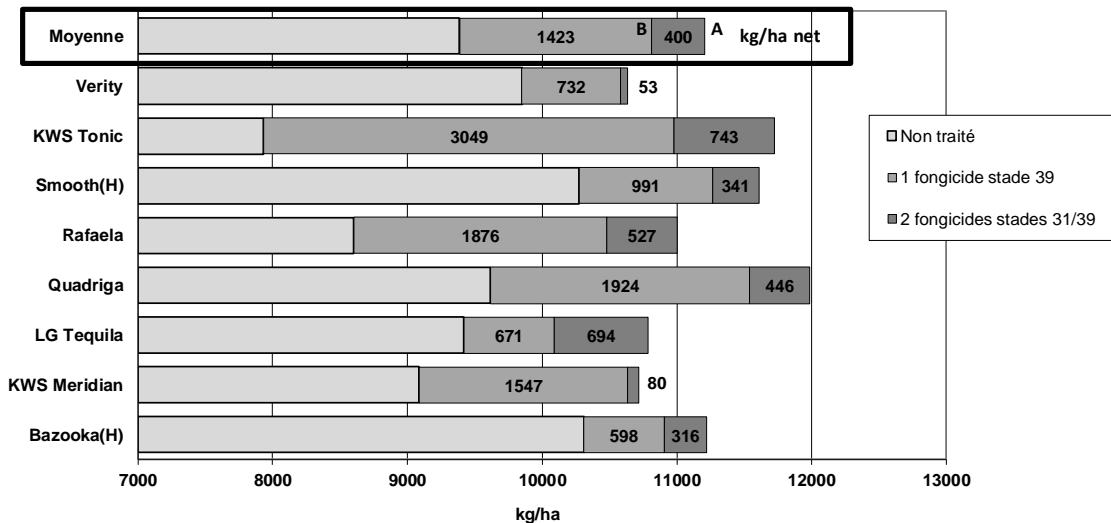


Figure 5.18 – Rendement net obtenu par une protection fongicide à un seul traitement (39) et à 2 traitements (31+39), exprimé en kg/ha, pour un escourgeon à 135€/t, un traitement au stade 39 à 85€/ha et un traitement de montaison à 55€/ha - CARAH, Ath 2017. ANOVA, test de N&K.

Essais du CRA-W à Gembloux

La figure 5.19 montre que le double traitement apporte systématiquement un rendement supérieur au traitement unique et ce, pour l'ensemble des variétés testées. Néanmoins, ce gain de rendement est assez faible. Il est en moyenne de l'ordre de 210 kg/ha. Les extrêmes sont de 10 à 730 kg/ha selon la variété. Ce sont les variétés LG Tequila, Verity et KWS Meridian qui donnent les gains de rendement les plus élevés.

La protection la plus complète a permis un gain de rendement moyen toutes variétés confondues de 2 635 kg/ha par rapport au témoin non traité. Un seul traitement au stade 39 a apporté, à lui seul, un gain de rendement important de l'ordre de 2 425 kg/ha.

En matière de **rendement net**, comme illustré à la figure 5.20, le traitement de montaison engendre en moyenne une **perte (rendement net négatif)** de l'ordre de 200 kg/ha. Les extrêmes sont de 740 à -400 kg/ha selon la variété.

Seules les variétés Verity et LG Tequila engendrent un rendement net positif.

Par contre, pour toutes les autres variétés, le traitement de montaison induit une perte dont les extrêmes sont -400 et -229 kg/ha selon la variété.

Rendement obtenu par différents niveaux de protection fongicide en 2017- CRAW-Gembloux

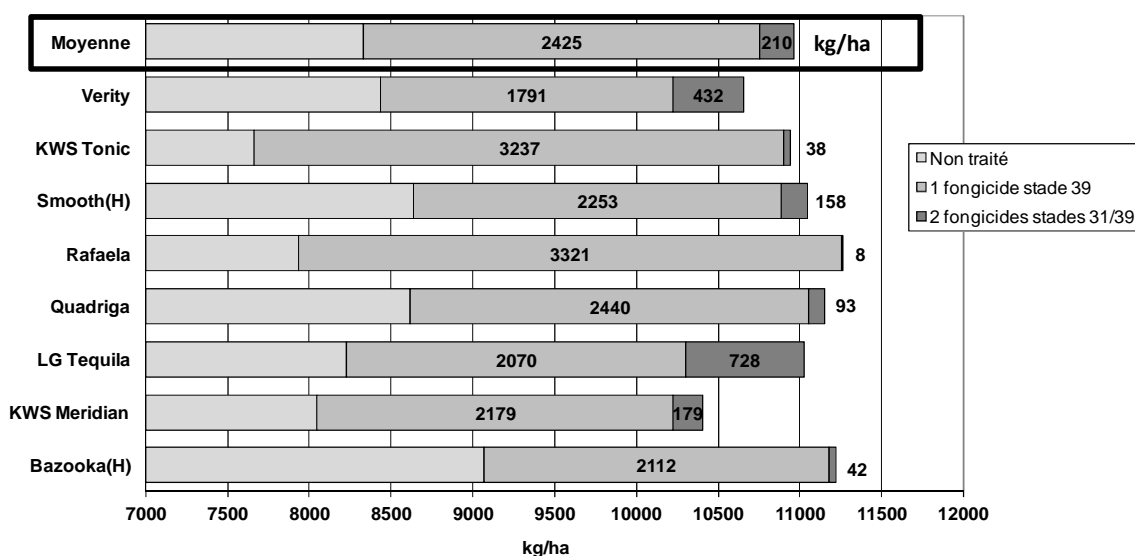


Figure 5.19 – Rendement obtenu par une protection à un seul traitement (stade 39), par une protection fongicide à 2 traitements (stades 31+39) et en l'absence de traitement, exprimé en kg/ha - CRA-W, Gembloux 2017.

5. Lutte intégrée contre les maladies

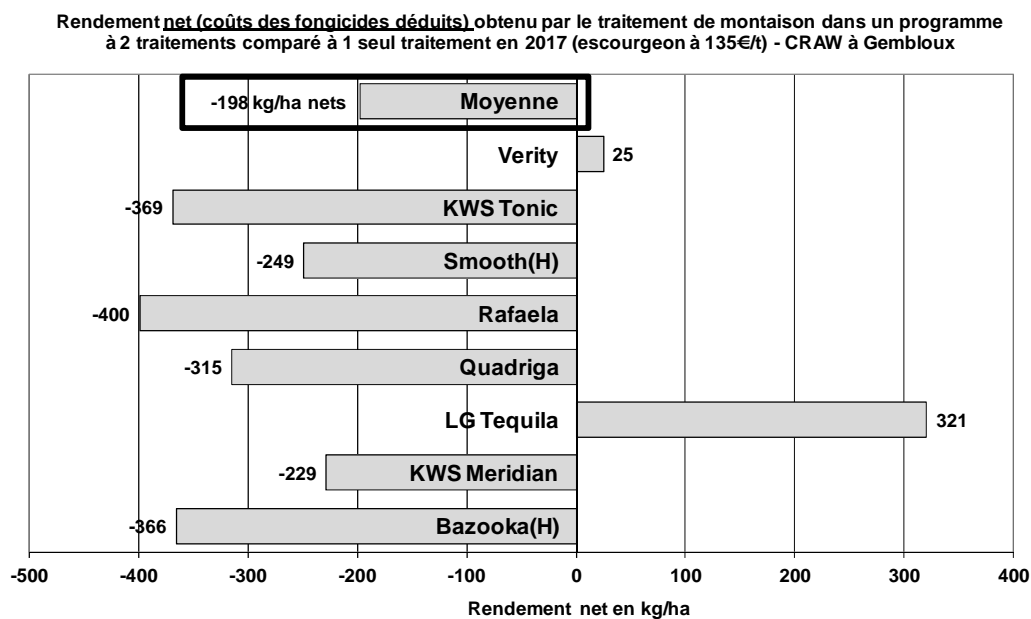


Figure 5.20 – **Rendement net** obtenu par le traitement de montaison dans un programme à 2 traitements (31+39) comparée à une protection à un seul traitement (39), exprimé en kg/ha, pour un escourgeon à 135€/t et un traitement de montaison à 55€/ha - CRA-W, Gembloux 2017.

Essais de Gembloux ABT à Lonzée

La figure 6.21 montre que le double traitement n'apporte pas, pour toutes les variétés testées, un rendement supérieur au traitement unique. En moyenne, le gain de rendement généré par le traitement de montaison est de l'ordre de 404 kg/ha. Les extrêmes sont de -367 à 832 kg/ha selon la variété. Ce sont les variétés Quadriga, Verity, Bazooka et Rafaela qui donnent les gains de rendement les plus élevés.

La protection la plus complète a permis un gain de rendement toutes variétés confondues de 1 130 kg/ha par rapport au témoin non traité. Un seul traitement au stade 39 a conduit à un gain de rendement de l'ordre de 725 kg/ha.

En matière de **rendement net**, comme illustré à la figure 5.22, les gains engendrés par le traitement de montaison équilibrent la dépense qu'il a générée. Le gain de rendement net est donc proche de zéro. Les extrêmes sont de -774 à 425 kg/ha selon la variété.

Les variétés Quadriga, Verity, Bazooka, Rafaela et Tequila génèrent un gain de rendement net alors que pour KWS Tonic et KWS Meridian, le traitement de montaison induit un rendement net négatif, donc une perte financière.

Rendement obtenu par différents niveaux de protection fongicide en 2017-GxABT - Lonzée

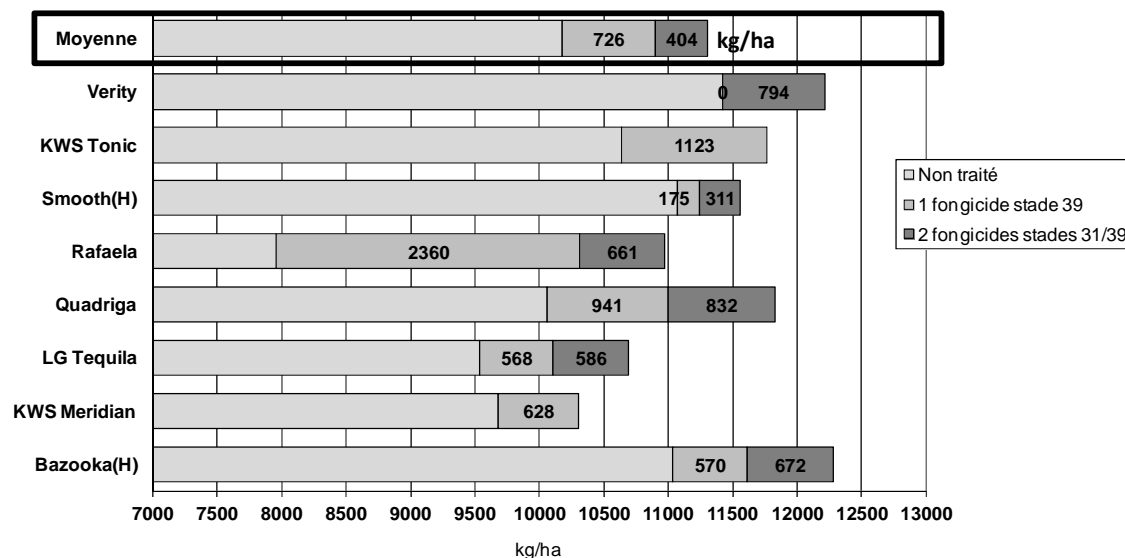


Figure 5.21 – Rendement obtenu par une protection à un seul traitement (stade 39), par une protection fongicide à 2 traitements (stades 31+39) et en l’absence de traitement, exprimé en kg/ha - GxABT, Lonzée 2017.

Rendement net (coûts des fongicides déduits) obtenu par le traitement de montaison dans un programme à 2 traitements comparé à 1 seul traitement en 2017 (escourgeon à 135€/t) - GxABT - Lonzée

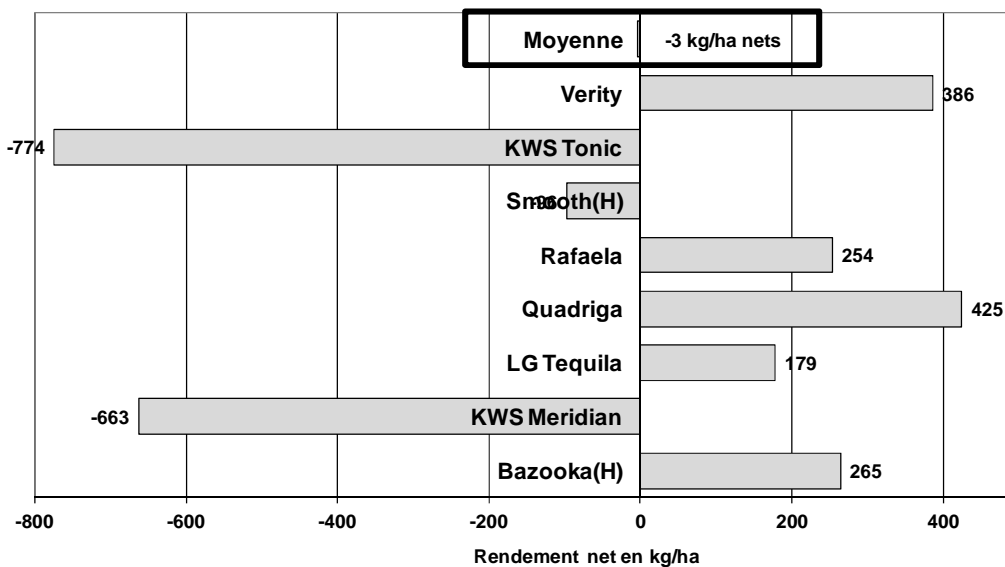


Figure 5.22 – Rendement net obtenu par le traitement de montaison dans un programme à 2 traitements (31+39) comparé à une protection à un seul traitement (39)), exprimé en kg/ha, pour un escourgeon à 135€/t et un traitement de montaison à 55€/ha - GxABT, Lonzée 2017.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Regroupement de 6 essais de 2015 à 2017

Ce regroupement concerne quatre variétés communes à 6 essais en Wallonie durant ces 3 dernières années.

Le graphique 6.23 montre que le double traitement apporte systématiquement un rendement supérieur au traitement unique et ce, pour l'ensemble des variétés testées. En moyenne, cet apport est de l'ordre de 475 kg/ha.

En matière de **rentabilité**, comme illustré à la figure 5.24, le traitement de montaison génère par rapport au traitement unique un gain de **rendement net** proche de 70 kg/ha en moyenne sur trois ans.

Les variétés KWS Tonic et surtout Quadriga, Rafaela et Tequila génèrent un gain de rendement net alors que pour KWS Meridian, le traitement de montaison induit un rendement net négatif, donc une perte financière.

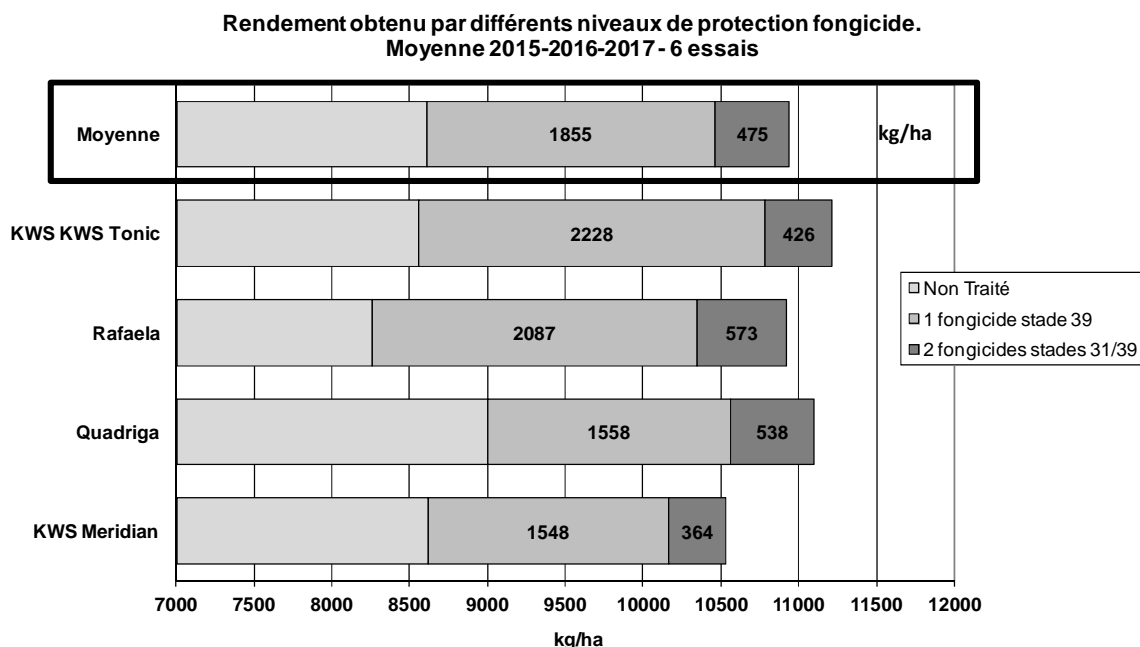


Figure 5.23 – Rendements obtenus par une protection à un seul traitement (stade 39), par une protection fongicide à 2 traitements (stades 31+39) et en l'absence de traitement, exprimés en kg/ha - GxABT, CRA-W, CARAH 2015-2017.

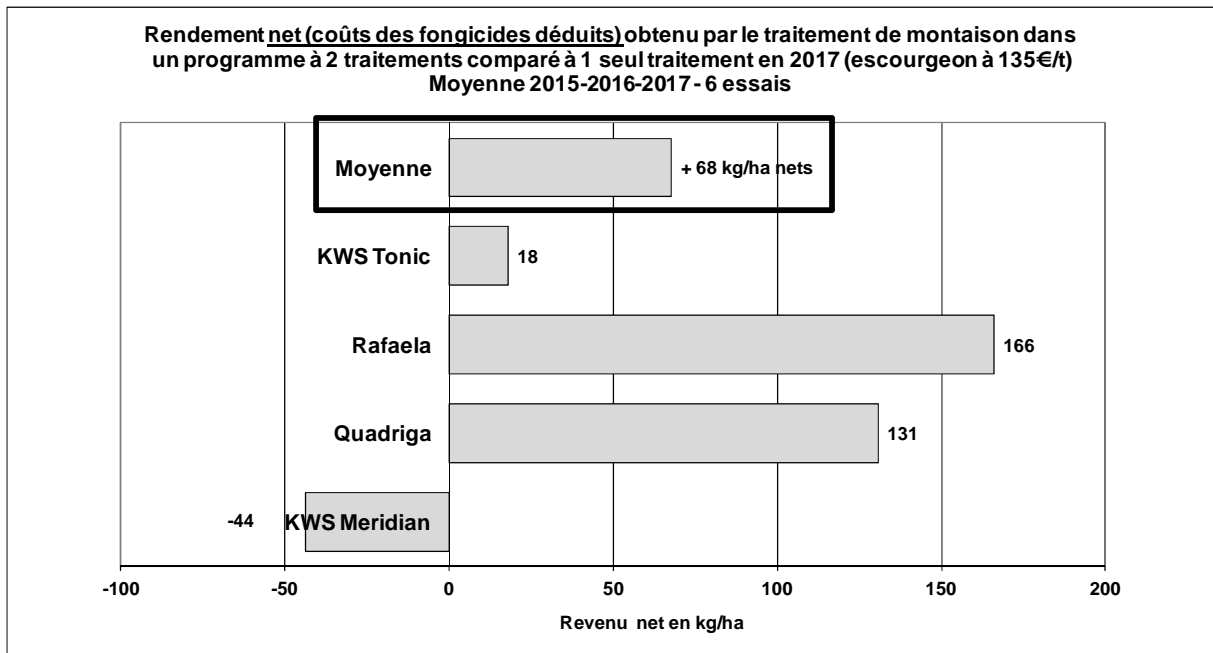


Figure 5.24 – Rendement net obtenu par le traitement de montaison dans un programme à 2 traitements (31+39) comparé à une protection à un seul traitement (39), exprimé en kg/ha, pour un escourgeon à 135€/t et un traitement de montaison à 55€/ha - GxABT, CRA-W, CARAH 2015-2017.

2.8.3 Conclusions

Les résultats des essais montrent des différences importantes entre sites d'essais même géographiquement très proches.

La nuisibilité la plus forte est constatée sur les sites d'Ath (CARAH) et Gembloux (CRA-W) alors qu'elle est restée assez faible à Lonzée (GxABT).

La logique voudrait que les résultats des sites d'Ath et de Gembloux conduisent à des conclusions similaires, or le traitement de montaison ne montre qu'un intérêt limité sur le site de Gembloux, contrairement à Ath. D'autre part, les variétés les plus impactées par ce traitement de montaison diffèrent d'un site à l'autre. Différentes explications sont possibles :

- Le traitement de montaison a été effectué le 13/04/2017 à Gembloux, c'est-à-dire 8 jours plus tard qu'à Ath. Le fait d'intervenir plus tard a pu limiter son efficacité contre la rouille naine sur des variétés sensibles comme **KWS Tonic, Rafaela ou Quadriga**.
- Par contre, la variété **LG Tequila**, plus touchée par l'helminthosporiose en début de montaison que ce soit à Gembloux ou à Ath, montre les gains de rendement parmi les plus élevés sur ces deux sites (ainsi qu'à Lonzée).
- Les mêmes maladies (helminthosporiose, rouille naine et ramulariose) sont présentes sur les deux sites mais la pression de rouille naine s'est avérée moins précoce sur le site de Gembloux (notée 6.2 en moyenne) que sur le site d'Ath (notée 5.6 en moyenne). A Ath, la présence forte et précoce de cette maladie nécessitait un traitement dès le premier nœud avec un produit adapté.

5. Lutte intégrée contre les maladies

- En matière de choix du produit de traitement de montaison, le **Fandango** utilisé à Ath (CARAH) est noté plus efficace contre la rouille naine que le **Stéreo** utilisé à Gembloux (CRA-W).

Sur le site de Lonzée, la faible nuisibilité des maladies s'explique par une pression plus faible. La rouille naine et l'helminthosporiose, signalées en cours de montaison, se sont essentiellement développées, selon les sensibilités variétales, à partir du stade dernière feuille. A Lonzée, le traitement de montaison a sans aucun doute permis de limiter le développement de la rouille naine pour les variétés **Quadriga**, **Rafaela** ou **Bazooka** mais aussi de l'helminthosporiose pour la variété **LG Tequila**. Ces variétés montrent des gains de rendement intéressants.

Par contre, la variété **KWS Tonic**, pourtant très sensible à la rouille naine, ne réagit pas au traitement de montaison.

A contrario, la variété **Verity**, pourtant notée peu sensible aux maladies « valorise » le traitement de montaison, quel que soit le site et surtout à Gembloux et Lonzée, sans qu'une explication claire puisse être suggérée.

Les résultats parfois contrastés obtenus sur ces trois sites montrent à quel point il est important de suivre sa culture afin d'adapter au mieux son traitement non seulement à la variété mais également à la parcelle.

En ce qui concerne le regroupement de 6 essais sur 3 années, le traitement de montaison a généré un gain de rendement net pour trois variétés sur quatre : **KWS Tonic**, **Rafaela** et **Quadriga** déjà caractérisées comme sensibles aux maladies. Pour ces trois variétés bien représentées en Wallonie, il est indispensable d'accorder une attention particulière à l'évolution des maladies en cours de montaison de façon à adapter la protection fongicide.

En année favorable aux maladies :

- Le **traitement unique** au stade dernière feuille s'avère indispensable quelle que soit la variété.
- Un **traitement au stade 31**
 - **n'est pas payant** en l'absence de symptôme durant la montaison.
 - **est payant** pour les variétés montrant une forte sensibilité à une ou plusieurs maladies montrant des symptômes durant la montaison. Dans ce cas le traitement interviendra dès le stade premier nœud avec un produit efficace et adapté aux maladies présentes.
- Ces essais montrent aussi qu'un certain nombre de variétés ne montrant pas de sensibilité particulière, peuvent selon les situations valoriser le traitement de montaison alors que d'autres, notées assez sensibles à certaines maladies, ne le valorisent pas toujours. Pour ce type de variété, il restera très difficile de conseiller le schéma de traitement fongicide le plus opportun.

2.9 Les fongicides et leur mode d'action

C. Bataille

Tous les fongicides agréés en blé le sont aussi en escourgeon à quelques exceptions près. En plus des autres modes d'action déjà présentés dans le chapitre 1.3 de la protection des froments, **le cyprodinil** s'ajoute à la liste des substances actives disponibles en escourgeon. Cette substance active bloque la synthèse de la méthionine, un acide aminé primordial dans le bon fonctionnement cellulaire. Elle est autorisée contre l'oïdium et le piétin-verse.

L'helminthosporiose est actuellement résistante aux strobilurines. Ces dernières présentent cependant encore des efficacités résiduelles qui se classent comme suit : pyraclostrobine > trifloxystrobine, picoxystrobine > azoxystrobine. Une érosion de l'efficacité des triazoles est également observée contre cette maladie. Le prothioconazole reste cependant la triazole la plus efficace. Enfin, les populations d'helminthosporiose résistantes aux SDHI sont en progression en Europe. Vu ces baisses d'efficacité des produits, la tendance revient à l'utilisation d'un mélange à trois voies (triazole, carboxamide, strobilurine) pour lutter contre cette maladie. Ce mélange pourrait cependant accélérer la sélection des souches résistantes à la fois aux SDHI et aux strobilurines. Il est donc recommandé de ne l'utiliser que sur des variétés très sensibles à l'helminthosporiose (tableau 5.10), c'est-à-dire dans des situations qui nécessitent un renfort de protection contre cette maladie.

La ramulariose est résistante aux strobilurines. De plus, les SDHI et le prothioconazole semblent de moins en moins performants contre cette maladie. Ce pathogène étant de plus en plus présent dans nos cultures, il est conseillé d'ajouter du chlorothalonil aux produits appliqués à la dernière feuille.

5. Lutte intégrée contre les maladies

2.10 Efficacité des fongicides

C. Bataille 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 Gx-ABT. Les cartes d'identité de ces essais se trouvent ci-dessous (tableau 5.12).

Tableau 5.12 – Paramètres culturels 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.

Carte d'identité des essais				
	GxABT	CARAH		CRA-W
Localisation :	Lonzée	Ath	Molembaix	Anthée
Variété :	KWS Tonic (SRn SRL STL)	KWS Tonic (SRn SRL STL)	Verity (SH,SR)	Rafaëla (SRn, SR, SRL)
Précédent :	Froment	Froment	Froment	Froment
Semis :	29/09/16	29/09/16	08/10/16	24/09/16
Récolte :	05/07/17	06/07/17	06/07/17	06/07/16
Rendement témoin :	9 232 kg/ha	9 508 kg/ha	8 418 kg/ha	6 850 kg/ha
Pulv. stade 31-32 :	07/04/17	29/03/17	07/04/17	04/04/17
Pulv. stade 39-49:	05/05/17	21/04/17	05/05/17	05/05/17
Pulv. stade 60		12/05/17	12/05/17	11/05/17
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %)				
<i>Date d'observation</i>		07/06/17 15/06/17	08/06/17	01/06/17 12/06/17 ⁽¹⁾
Helminthosporiose		-	3.0	-
Ramulariose		80.0	35.0	-
Rhynchosporiose		-	-	0.9
Rouille naine		20.0	3.0	22.4
Grillures		-	-	-

(1) Plus d'observation des témoins possible à cette date. Les sévérités présentées sont celles du 01/06/17.

2.10.1 Nouvelles agrégations

Dans ce bref paragraphe, les nouvelles agrégations (hors produits génériques) octroyées entre le 1^{er} janvier 2016 et le 1^{er} janvier 2018 sont décrites. Ces produits sont aussi nouvellement agréés en froment et un chapitre plus détaillé sur ces produits se trouvent au point 1.4.1 de la partie froment.

Produit	Céréales (1)	Stade d'application (BBCH)	Dose maximale homologuée (L/ha)	Substance active (g/L)			
				<i>benzovindiflupyr</i>	<i>prothioconazole</i>	<i>pyraclostrobine</i>	<i>fluxapyroxad</i>
Ceratavo Plus = Elatus Plus	F, O, S, A, T, E	31-45	0.75	100.0			
Velogy Era	F, O, S, A, T, E	31-45	1.00	75.0	150.0		
Comet New	F, O, A, T, E	31-39	1.25			200.0	
Imtrex EC	F, O, S, A, T, E	25-69	2.00				62.5
Priaxor	F, O, S, A, T, E	25-69	1.50			150.0	75.0

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

L'Elatus Plus ne contient qu'une seule substance active. Il devra toujours être associé à un autre produit possédant un mode d'action différent (principe de **diversité des modes d'action**). Ainsi, il sera vendu en pack avec du metconazole ou de l'époxyconazole. Le Velogy Era contient deux molécules avec des modes d'action différents. Il n'est pas nécessaire de l'associer avec un autre produit. Ces deux spécialités sont homologuées pour lutter contre l'helminthosporiose, la rhynchosporiose, la ramulariose et la rouille naine.

Il est conseillé d'appliquer les produits contenant une carboxamide après le déploiement de la dernière feuille (stade 39) pour profiter de la longue rémanence de ce type de molécule. L'ajout d'un chlorothalonil est également recommandé.

L'efficacité du Velogy Era est présentée au point 2.10.2 de ce chapitre.

Le Comet New est un produit composé uniquement d'une strobilurine. Il a été agréé pour remplacer le Comet. Ce produit est un peu plus concentré que son prédécesseur et est homologué contre l'helminthosporiose, la rouille naine et la rouille jaune. Il peut être utilisé au stade 31 pour lutter contre de la rouille naine précoce ou après le déploiement de la dernière feuille contre cette même maladie et l'helminthosporiose. Dans ce dernier cas, il faut veiller à conserver une dose minimale de 100 g/l de pyraclostrobine (0.5 L/ha) pour pouvoir être efficace contre l'helminthosporiose.

L'Imtrex EC est un produit ne contenant qu'une carboxamide. Il ne sera pas distribué dans le commerce. Il est agréé contre l'helminthosporiose, la rhynchosporiose, la ramulariose, la rouille naine et la rouille jaune.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Le Priaxor est un produit de composition originale. En effet, même si les substances actives sont déjà connues et distribuées, c'est le premier produit associant une carboxamide et une strobilurine, mais sans triazole. Il est agréé contre l'helminthosporiose, la rhynchosporiose, la ramulariose, la rouille naine, la rouille jaune et l'oïdium. Par souci de protection de la carboxamide contre l'apparition de résistance, il sera commercialisé en pack avec du metconazole (Caramba). Ce mélange à trois voies n'est conseillé que sur des variétés très sensibles à l'helminthosporiose. Une bonne efficacité du Priaxor contre les principales maladies de l'escourgeon est donc attendue au vu de sa composition. Cependant, les conditions climatiques sèches de l'année 2017 n'ont pas permis d'obtenir des résultats exploitables sur ce produit dans les essais du CRA-W.

2.10.2 Efficacité des traitements sur Tonic à Ath en 2017 **(rouille naine et ramulariose)**

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 Verity. A Molembaix, la pression des maladies était très faible et la ramulariose y a fait son apparition très tard. Cet essai peu discriminant ne figurera pas dans l'article.

A Ath, sur la variété KWS Tonic, la rouille naine était très présente en montaison et rattrapée en fin de montaison par une ramulariose précoce et agressive.

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 aux stades 31 et 39.

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 2017 sur les feuilles 1, 2 et 3.

Pour la variété KWS Tonic, les traitements uniques ayant montré le meilleur rendement et la meilleure efficacité sont les suivants :

- Fandango 1,25L/ha + Bravo 1L/ha
- Ceriax 1,75L/ha + Bravo 1L/ha
- Aviator Xpro 1L/ha + Bravo 1L/ha
- Adexar 1,25L/ha + Bravo 1L/ha

Ces résultats confirment les résultats de l'année 2016.

Sans ajout de Bravo, les traitements uniques ayant montré les meilleurs rendements sont les suivants, dans l'ordre :

- Velogy Era 1L/ha
- Ceriax 1,75L/ha
- Variano 1,5L/ha
- Aviator Xpro 1L/ha
- Adexar 1,25L/ha

Les traitements doubles ayant montré les meilleurs rendements et la meilleure efficacité sont

dans l'ordre :

- Acanto 0,5L/ha + Input 0,6L/ha (31) // Adexar 1,25L/ha + Bravo 1L/ha (39)
- Fandango 1L/ha (31) // Adexar 1,25L/ha + Bravo 1L/ha (39)
- Stéréo 1,75L/ha (31) // Velogy Era 0,8L/ha + Bravo1L/ha (39)
- Diamant 1L/ha (31) // Adexar 1,25L/ha + Bravo 1L/ha (39)
- Bumper P 1,25L/ha + Pugil 1L/ha (31) // Aviator Xpro 1L/ha + Perseo 2L/ha (39)
- Fandango 1L/ha // Aviator Xpro 1L/ha + Bravo 1L/ha (39)

Il apparaît que tous ces programmes de traitements incluent du chlorothalonil en coformulation (Perseo) ou en mélange extemporané (avec Bravo, Pugil).

En traitement unique, le gain de rendement et d'efficacité obtenu par l'ajout de chlorothalonil était à nouveau important comme en 2016 à Ath (de l'ordre de 800 kg/ha en moyenne).

En 2017, un programme à 3 traitements à doses réduites respectant l'alternance des produits, a été testé en réseau. Celui-ci avait notamment pour but d'évaluer l'apport d'un traitement d'épiaison en escourgeon. Il s'agissait du programme suivant :

- Ampera 1,5L/ha (31) // Adexar 0,7L/ha + Bravo 1L/ha (39) // Kestrel 0,7L/ha (55)

Le choix du produit d'épiaison s'est orienté vers le Kestrel qui est agréé en escourgeon à ce stade. Même si ce type de programme n'est pas recommandé, il s'est montré significativement le plus performant à Ath, que ce soit en rendement ou en efficacité et ce, même en l'absence de fusariose de l'épi.

En tant que nouveau produit, le Velogy Era fait son entrée dans les essais. Parmi les produits testés en solo, il montre un excellent comportement à la dose de 1L/ha, puisqu'il arrive en tête de classement dans cet essai. En programme, il se hisse en troisième position malgré une efficacité quelque peu pénalisée par la dose utilisée (0,8 L/ha).

5. Lutte intégrée contre les maladies

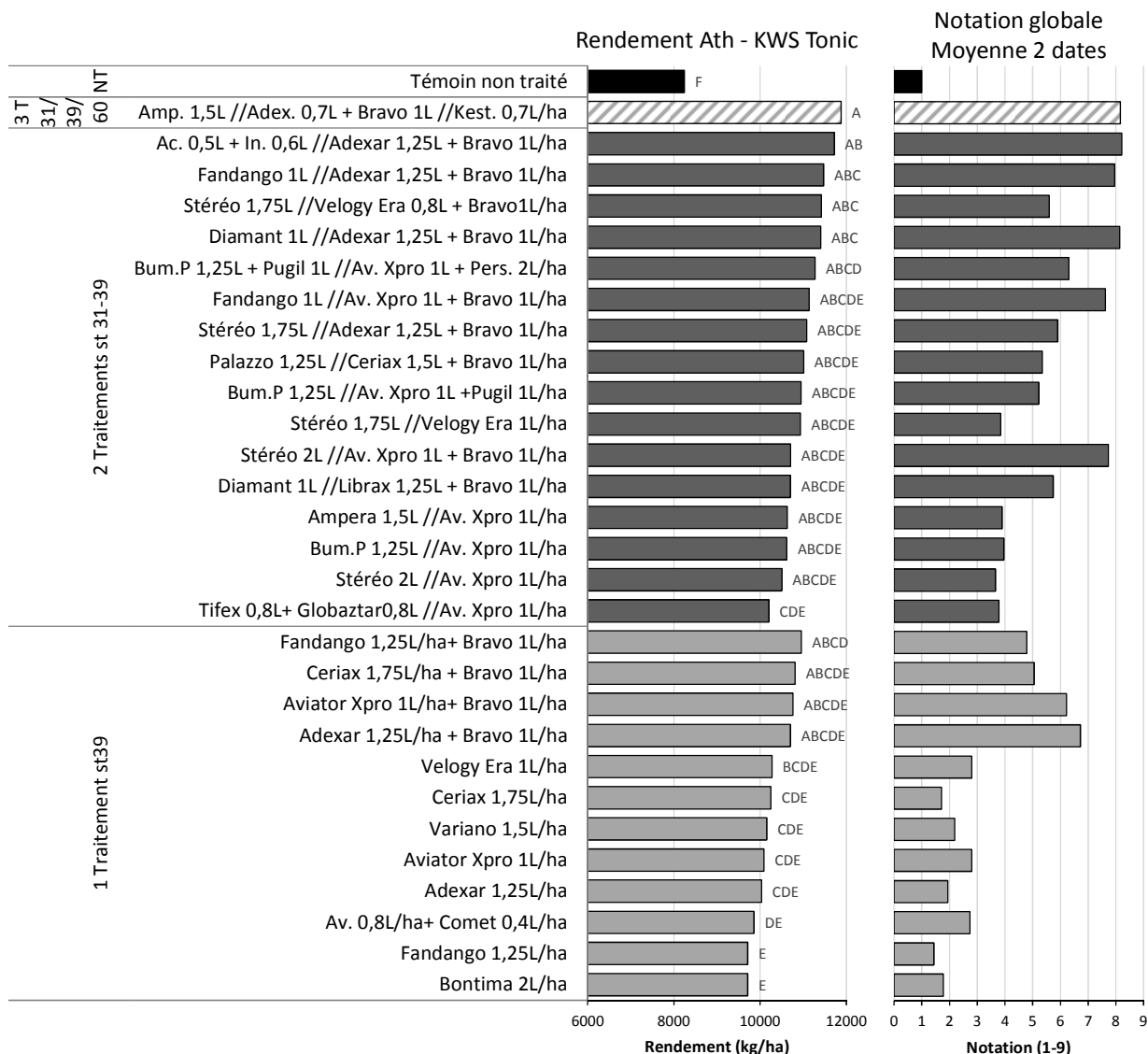


Figure 5.25 – Rendement (gauche) et efficacité moyenne (droite) au 06/06/17 et 15/06/17 des traitements uniques au stade 39 et doubles aux stades 31 et 39 pour les essais à Ath sur la variété KWS Tonic (1=attaque très sévère, 9=pas de symptômes) ; CARAH 2017 - ANOVA et test N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Ac.= Acanto ; In. = Input ; Av.= Aviator Xpro ; BumP= Bumper P ; Amp. = Ampera ; Adex. = Adexar ; Kest. = Kestrel ; Pers. = Perseo. Les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements ; la barre hachurée représente le triple traitement et la barre noire représente le témoin non traité.

2.10.3 Efficacité des traitements sur Rafaela à Anthée en 2017 (Rouille naine)

L'essai du CRA-W, situé à Anthée sur la variété Rafaela, avait également pour objectif de comparer une série de programmes de traitements. L'oïdium, la rouille naine et la rhynchosporiose étaient présentes à faible pression dans l'essai lors des traitements. Les parcelles ont été observées le 01/06/2017 et le 12/06/2017, soit respectivement 4 et 6 semaines après l'application des produits au stade 39. Lors de la première évaluation, la

rouille naine et la rhynchosporiose étaient observables dans les témoins mais quasi inexistantes dans les parcelles traitées. Les résultats obtenus n'étaient donc pas exploitable en termes d'efficacité. Lors de la seconde observation, la ramulariose avait fait son apparition dans tous les objets. La sécheresse aidant, le témoin ne pouvait plus être observé car il était complètement sec. Enfin, la récolte a été effectuée 3 semaines après la dernière observation. Les résultats de rendement et de sévérité des maladies sont représentés dans le graphique ci-dessous (figure 5.26).

Les rendements sont tous très proches (778 kg/ha de différence entre les extrêmes) et non différents statistiquement. De plus, la ramulariose est arrivée trop tard dans l'essai pour avoir une influence conséquente sur les rendements. Les résultats d'observation de cette maladie (graphique de droite) montrent néanmoins l'importance d'ajouter du Bravo au traitement de dernière feuille pour lutter efficacement contre cette maladie. Enfin, l'Aviator Xpro conserve une efficacité supérieure aux autres SDHI contre la ramulariose. A noter que le léger sous-dosage de bixafen dans le Variano Xpro (60 g/ha) semble lui porter préjudice face à la ramulariose par rapport à l'Aviator Xpro (75 g/ha).

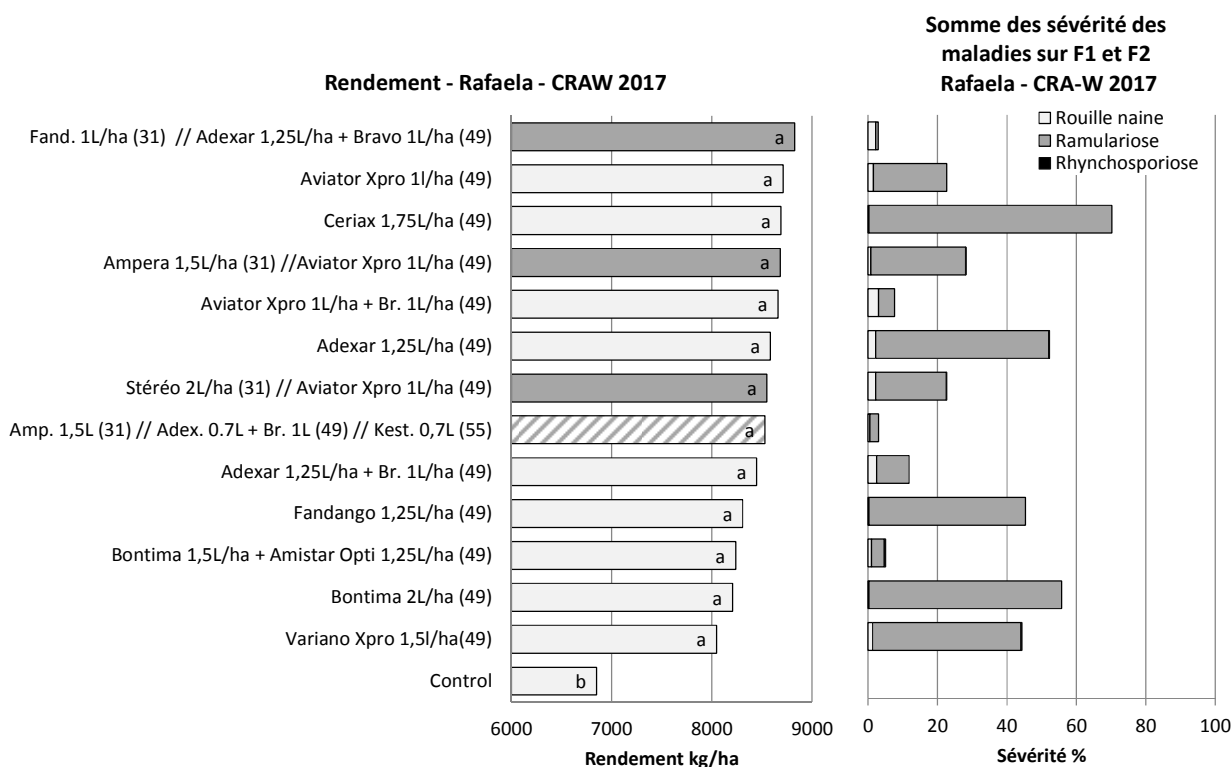


Figure 5.26 – Rendement et surface nécrosée (somme des sévérités de la rouille naine, de la rhynchosporiose et de la ramulariose) en % sur F1 et F2 de la variété Rafaela à Anthée; CRA-W, 2017. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Amp.= Ampera ; Adex.= Adexar ; Fand.= Fandango ; Kest.= Kestrel ; Br.= Bravo. Dans le graphique des rendements (gauche), les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres en gris foncé les doubles traitements ; la barre hachurée représente le triple traitement. Le témoin non traité n'a pas d'observation en termes de maladie à cette date.

La ramulariose est une maladie impressionnante de par sa vitesse d'infection mais n'est pas toujours préjudiciable sur le rendement comme le montre l'essai présenté ci-avant. Il est conseillé d'ajouter du chlorothalonil au traitement de dernière feuille pour se prémunir d'une éventuelle infection en ramulariose. L'Aviator Xpro est aussi efficace contre la ramulariose mais pas au même niveau que le chlorothalonil. Enfin, l'efficacité du chlorothalonil est le résultat d'une synergie entre la triazole et/ou la carboxamide et le produit multi-sites. L'appliquer seul ne fournira aucune efficacité contre la ramulariose.

2.10.4 Efficacité des traitements dans le réseau d'essais 2017

En 2017, le regroupement de 3 essais (1 du CRA-W, 2 du CARAH) (figure 5.27) a permis d'analyser un nombre élevé d'objets. Néanmoins, il n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre traitements si ce n'est par rapport au témoin.

Il est néanmoins possible de dégager certaines tendances. Parmi les traitements uniques, Aviator Xpro 1L/ha + Bravo 1L/ha et Adexar 1.25L/ha + Bravo 1L/ha arrivent en tête de classement et donnent des rendements supérieurs à l'Aviator Xpro 1L/ha et à l'Adexar 1.25L/ha, ce qui confirme bien la contribution positive du chlorothalonil sur le rendement déjà observée en 2016.

Parmi les programmes, deux d'entre eux occupent la tête de classement :

- le triple traitement :
Ampera 1,5L/ha (stade 31) suivi de Adexar 0,7L/ha + Bravo 1L/ha (stade 39) suivi de Kestrel 0,7L/ha (stade 60)
- le double traitement :
Fandango 1L/ha (stade 31) suivi de Adexar 1,25L/ha + Bravo 1L/ha (stade 39).

Ces deux programmes intègrent le Bravo au stade 39.

Ils obtiennent un rendement équivalent. C'est pourquoi, au stade des connaissances actuelles, le triple traitement n'est pas recommandé en escourgeon.

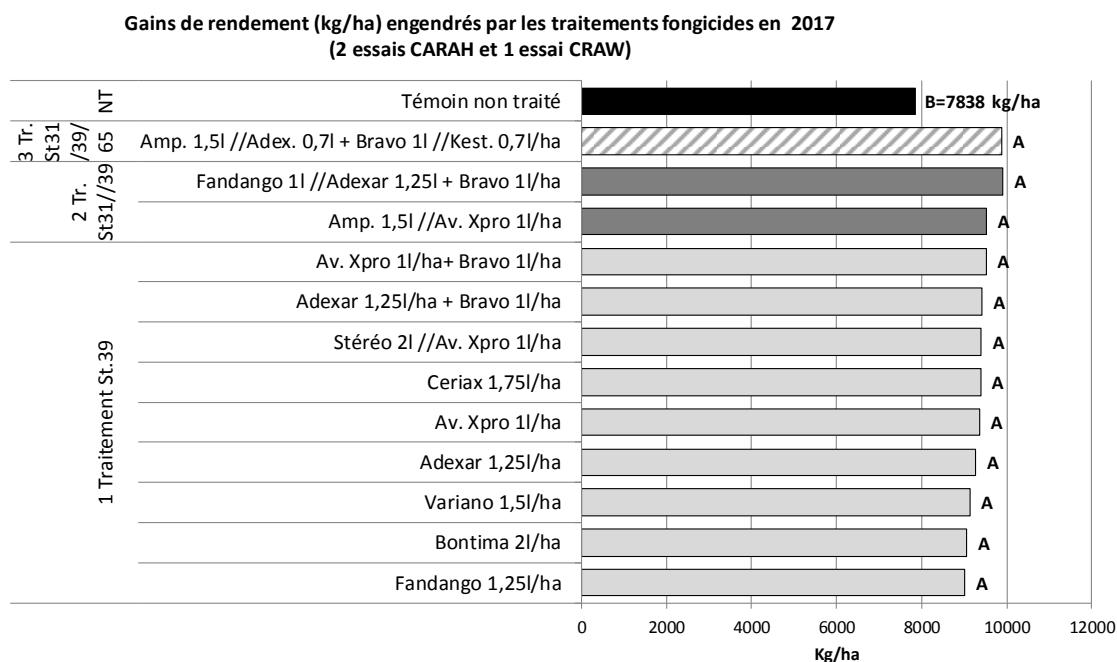


Figure 5.27 – Rendement (kg/ha) sur 3 essais (2 CARAH + 1 CRA-W) en 2017 - ANOVA, test de N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Av.= Aviator Xpro ; Amp.= Ampera ; Adex.= Adexar ; Kest.= Kestrel. Dans le graphique des rendements, les barres gris clair représentent les traitements uniques ; la barre en hachuré représente les triples traitements ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements et la barre noire = témoin non traité.

2.10.5 Efficacité des traitements dans le réseau d’essais de 2014 à 2017

La moyenne de 14 essais sur quatre années d’expérimentations (2014, 2015, 2016, 2017) menées par trois Centres (CRA-W, CARAH et GxABT) (figure 5.28), montre une tendance en faveur des produits à base de SDHI, et plus particulièrement Aviator Xpro 1L/ha et le Ceriox 1.75L/ha. Le Fandango était le seul produit ne contenant pas de SDHI : il donne le résultat le plus faible.

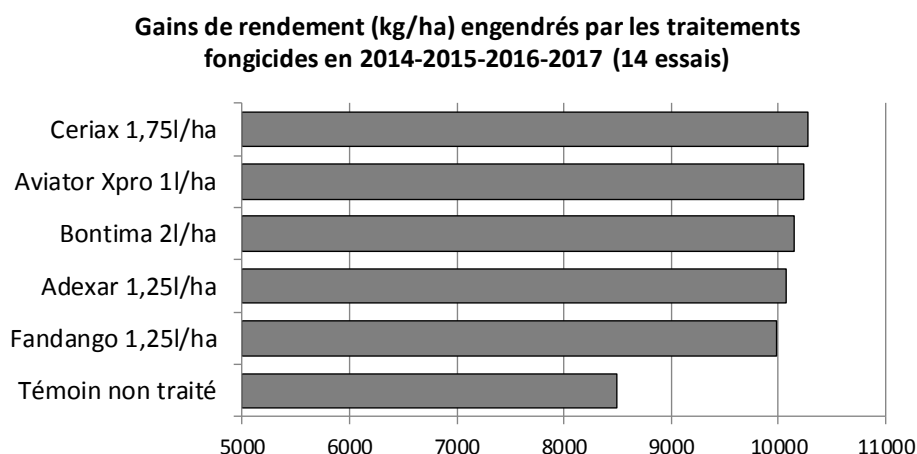


Figure 5.28 – Rendement moyen (kg/ha) des 4 années (2014 à 2017) sur 14 essais (CRA-W, CARAH et GxABT).

La confrontation de 6 essais sur deux années d’expérimentation 2016 et 2017 (CRA-W,

5. Lutte intégrée contre les maladies

CARAH et GxABT) a permis d'intégrer plusieurs traitements supplémentaires (figure 5.29). Ce regroupement montre que l'Adexar 1.25 L/ha + Bravo 1L/ha donnent des rendements statistiquement supérieurs à l'Adexar 1.25 L/ha et à l'ensemble des traitements uniques comparés dans ce regroupement d'essais, ce qui confirme encore la contribution positive du chlorothalonil sur le rendement. Parmi les traitements uniques utilisés en solo, pas de différences significatives même si la tendance est en faveur de l'Aviator Xpro 1L/ha et du Ceriax 1.75L/ha.

Rendement (kg/ha) engendrés par les traitements fongicides en 2016 et 2017 (regroupement de 6 essais)

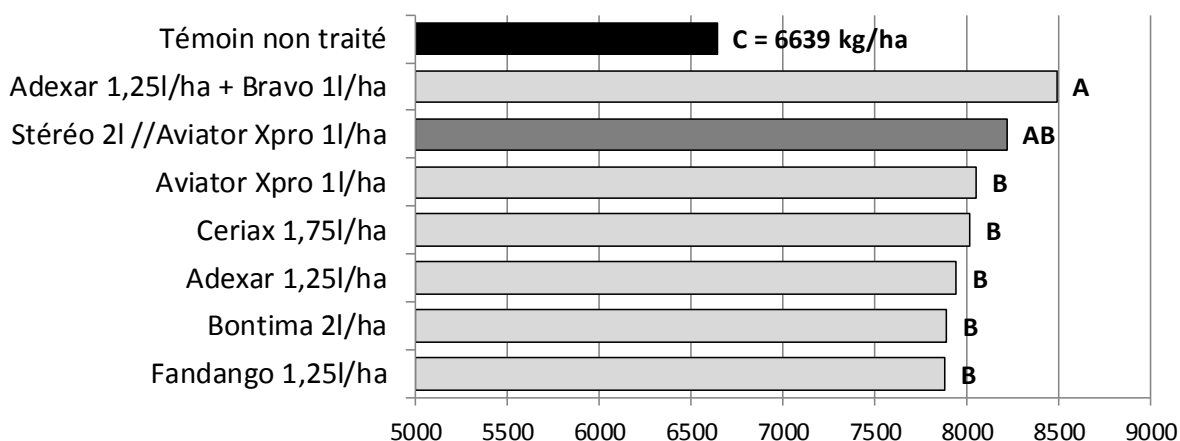


Figure 5.29 – Rendement moyen de 2016-2017 (6 essais, CRA-W, CARAH et GxABT) - ANOVA, test de N&K. Dans le graphique des rendements (gauche), les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres en gris moyen les triples traitements ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements et la barre noire = témoin non traité.

Les **essais multilocaux 2014, 2015 et 2016** montrent que les **SDHIs garantissent une excellente protection de l'escourgeon** contre l'ensemble des maladies. Leur efficacité permet d'atteindre les meilleurs rendements.

Le Fandango composé d'une triazole et d'une strobilurine montre certaines faiblesses notamment face à la ramulariose.

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.**

2.10.6 Modulation de dose des fongicides en escourgeon à Lonzée

B. Monfort

2.10.6.1 Programmes fongicides en escourgeon à Lonzée de 2007 à 2017 : un ou deux traitements ? Pleine dose ou demi-dose ?

produits testés	Fmont	Fdf
2007 Shangrila	Input pro set	Opéra
	Opus	Fandango
	Stéréo	Acanto
2008 Cervoise	Input pro set	Opéra
	Opus	Fandango
	Stéréo	Acanto
2009 Cervoise	Input pro set	Opéra
2010 Cervoise	Input pro set	Opéra
	Venture	Fandango
	Input pro set	Venture
2011 Cervoise	Input	Opéra
	Venture	Fandango
	Input	Venture
2012 Volume	Venture	Aviator
	Venture	Fandango
	Input	Granovo
2013 Basalt	Opus +	Evora
	Granovo OD	Fandango
	Input	Cerix
2014 Etincel	Opus + Corbel	Evora
	Granovo OD	Fandango
	Input	Cerix
2015 Volume/Tonic	Stéréo + Bravo p	Skyway
	Input	Cerix
2016 Volume/Tonic	Stéréo + Bravo p	Skyway
	Input	Cerix

Tableau 5.13 – Produits testés de 2007 à 2017. Le fongicide de dernière feuille (Fdf) est appliqué seul ou avec un fongicide en montaison (Fmont).

normale ; le fongicide de dernière feuille (Fdf) étant appliqué seul ; le fongicide en montaison (Fmont) étant appliqué en plus du Fdf appliqué à pleine dose. On constate que l'amélioration moyenne des rendements liée aux traitements fongicides est de l'ordre de 15 qx/ha, ce qui correspond à la nuisibilité moyenne observée dans le Nord de la France. Notons déjà que le gain moyen entre demi-doses et doses normales n'excède pas à Lonzée un quintal en moyenne.

Tableau 5.14 – Augmentations moyennes des rendements (en qx/ha) observées suite à l'application des fongicides de 2007 à 2017.

2007-2017	gain moyen (qx/ha)	
	Dose normale	1/2 dose
Fdf	10,0	9,1
Fmont	5,1	4,7

L'objectif des essais « programmes fongicides » installés à Lonzée – Gx-ABT depuis 2007 est de comparer l'efficacité des programmes de traitements : traitement unique (appliqué à la dernière feuille) ou double (en montaison, puis à la dernière feuille), à dose agréée ou à demi-dose ; l'objectif n'est pas de déterminer les meilleures associations de produits. En général, suivant les conseils de fumure, la fumure azotée pendant le tallage est toujours faible sinon nulle sur le site de Lonzée, ce qui explique peut-être les relativement faibles pressions de maladies et donc faibles augmentations de rendement apportées par les fongicides (tableau 5.14).

Ces essais ont été réalisés sur les variétés à priori les plus sensibles aux maladies et les produits les plus « hauts de gamme » de l'année (tableau 5.13). Les coûts moyens ont été actualisés à 2017, respectivement 68 €/ha et 80 €/ha pour les prix des fongicides en montaison et en dernière feuille. Un passage avec le pulvérisateur a été estimé à 15 €/ha.

Le tableau 5.14 fournit pour Lonzée les augmentations moyennes suite à l'application des fongicides à 1/2 dose agréée ou à dose

5. Lutte intégrée contre les maladies

Le tableau 5.15 renseigne les augmentations de rendements nécessaires pour rembourser le coût du traitement à différents prix de vente de la récolte.

Tableau 5.15 – Augmentations de rendement nécessaires (en qx/ha) pour payer le traitement fongicide (ou la différence de prix entre 2 fongicides).

(sur)coût fong (€/ha)	prix vente récolte (€/t)				
	120	140	160	180	200
10	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
20	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0
30	2,5	2,1	1,9	1,7	1,5
40	3,3	2,9	2,5	2,2	2,0
50	4,2	3,6	3,1	2,8	2,5
60	5,0	4,3	3,8	3,3	3,0
70	5,8	5,0	4,4	3,9	3,5
80	6,7	5,7	5,0	4,4	4,0
90	7,5	6,4	5,6	5,0	4,5
100	8,3	7,1	6,3	5,6	5,0
110	9,2	7,9	6,9	6,1	5,5
120	10,0	8,6	7,5	6,7	6,0
130	10,8	9,3	8,1	7,2	6,5
140	11,7	10,0	8,8	7,8	7,0

Le tableau 5.16 donne pour 2007 à 2017 les rendements et les gains de rendements (en quintaux/ha) liés aux différents programmes fongicides tandis que le tableau 5.17 donne ces gains en Euro/ha lorsque le prix de vente de la récolte est de 150 €/t (minimum espéré). La dernière colonne présente les gains moyens de 2007 à 2017.

Tableau 5.16 – Rendements moyens en quintaux/ha ; Lonzée (2007 à 2017).

protection fongicide		gains de rendements moyens (qx/ha)											
Montaison	Dernière feuille	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	moy 17-07
rendements témoins (qx/ha)		101	63	115	100	91	86	88	101	94	78	88	94
-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	Dose normale	11	13	13	11	7	13	1	6	10	8	16	10,0
-	Demi dose	11	12	14	10	7	10	1	7	9	5	15	9,1
Dose normale	Dose normale	16	19	19	15	13	14	5	13	17	14	21	15,1
Demi dose	Dose normale	17	20	19	16	12	15	4	12	15	11	20	14,7
Demi dose	Demi dose	17	17	16	13	12	13	3	8	15	10	16	12,7
rendements moy Traités (qx/ha)		116	79	131	113	102	99	91	111	106	88	106	105

Tableau 5.17 – Gains financiers (€/ha) apportés par les différents programmes de traitements fongicides - (Lonzée : 2007 à 2017), calculés sur les bases suivantes : fongicide montaison à pleine dose = 68 € ; fongicide dernière feuille à dose pleine = 80 € ; passage = 15 €/ha ; prix de vente escourgeon = 150 €/t. En caractères gras, le programme économiquement le plus rentable de l'année.

protection fongicide		PA = 68		80		PV = 150		bénéfice / ha (€/ha) =					
Montaison	Dernière feuille	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	moy 17-07
-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	Dose normale	76	104	98	63	15	100	-80	1	52	25	152	55
-	Demi dose	110	130	154	89	49	92	-37	47	79	17	172	82
Dose normale	Dose normale	67	113	105	52	16	39	-103	19	71	25	132	49
Demi dose	Dose normale	117	161	140	100	43	77	-87	32	78	22	161	77
Demi dose	Demi dose	151	157	134	87	74	85	-57	22	115	45	143	87

Les gains de rendements liés aux fongicides varient d'une année à l'autre suite à la pression variable des maladies mais en moyenne, avec un prix de vente moyen de 150 €/t, le programme optimal moyen à Lonzée est le double traitements fongicides effectués chacun à 1/2 dose. Le second meilleur programme en moyenne étant un seul traitement à 1/2 dose au stade « dernière feuille ». Si tous les programmes sont rentabilisés, sauf en 2011 où il ne fallait pas traiter, il convient de souligner que le programme où le traitement de montaison est à pleine dose n'est jamais économiquement optimal.

L'analyse plus fine dans le tableau 5.18 de la rentabilité moyenne des programmes montre que l'essentiel de la rentabilité est apporté par le traitement à 1/2 dose sur la dernière feuille (82 €/ha). Passer à pleine dose à ce stade diminue la rentabilité de 27 €/ha (55 €/ha). Intensifier en traitant à 1/2 dose en montaison améliore un peu la rentabilité (+ 5 €/ha) mais les intensifications supplémentaires sont en moyenne défavorables au revenu (-10 et - 38 €/ha).

Le programme optimal dépend évidemment étroitement du prix de vente de la récolte. Le tableau 5.18 donne les bénéfices moyens (€/ha) de 2007 à 2017 des différents programmes fongicides pour des prix de ventes de l'escourgeon variant de 100 à 200 €/t, les coûts de la protection restant inchangés.

Tableau 5.18 – Gains financiers (€/ha) apportés par les différents programmes de traitements fongicides - (Lonzée : 2007 à 2017), calculés sur les bases suivantes : fongicide montaison à pleine dose = 68 € ; fongicide dernière feuille à dose pleine = 80 € ; passage = 15 €/ha ; prix de vente escourgeon = 100 à 200 €/t. En caractères gras, le programme économiquement le plus rentable de l'année.

protection fongicide		bénéfice / ha (€/ha) (moy 2007-2017)				
		prix de vente de la culture (€/t)				
Montaison	Dernière feuille	100	135	150	160	200
-	-	0	0	0	0	0
-	Dose normale	5	40	55	65	105
-	Demi dose	36	68	82	91	128
Dose normale	Dose normale	-27	26	49	64	124
Demi dose	Dose normale	3	55	77	91	150
Demi dose	Demi dose	23	68	87	100	151

Le basculement entre les deux meilleurs programmes moyens (1/2 dose en df et 2 1/2 doses) se situe à Lonzée au prix de valorisation de la culture de 135 €/t : en dessous du prix de vente de 135 €/t le meilleur programme moyen est un seul traitement en dernière feuille à 1/2 dose ; au-delà du prix de vente de 135 €/t le meilleur programme moyen est un double traitement fongicide chacun étant effectué à 1/2 dose.

En conclusion : Quel que soit le prix de vente, il convient de souligner que de 2007 à 2017, le traitement en montaison à pleine dose (normale ou agréée) n'a jamais été justifié sur le site de Lonzée (Gbx-ABT) où l'espérance d'amélioration moyenne des rendements liée aux fongicides (= moyenne des améliorations observées par le passé) est de l'ordre de 15 qx/ha. En présence de symptômes de maladies en montaison sur la F4 issue du 1^{er} nœud (= F-2 au stade 2N) le traitement en montaison est généralement justifié et à ce stade une 1/2 dose est toujours suffisante.

5. Lutte intégrée contre les maladies

2.10.6.2 Résultats des réductions de doses du traitement « Dernière feuille » à Lonzée (Gx-ABT) de 2012 à 2017

La figure suivante regroupe les moyennes d'efficacité en termes d'augmentation de rendement liée aux fongicides à différentes réductions de doses observées dans 34 essais menés à Lonzée de 2012 à 2017 sur escourgeons et orges de printemps avec 17 à 76 comparaisons aux différentes doses réduites. Les efficacités aux différentes réductions de dose sont exprimées en pourcent de l'efficacité maximale (100%) observée avec le traitement appliqué à la dose agréée. Les produits testés sont essentiellement des SDHI mais aussi les fongicides les plus performants à base de strobilurines utilisés à 100, 75, 66, 50, 33, 25 % de la dose agréée. Les essais, pour être pris en compte, devaient au moins avoir des différences statistiques entre les objets traités et non traités.

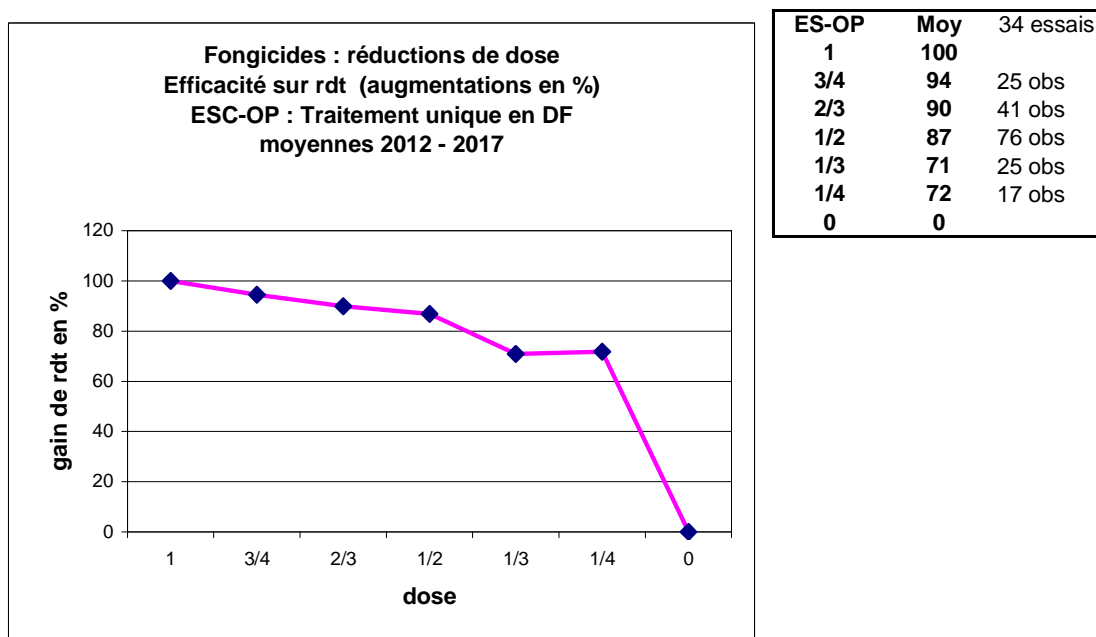


Figure 5.30 – pertes d'efficacité moyennes sur les gains de rendements liés aux traitements fongicides sur la dernière feuille (en %) avec les réductions de doses. Sur base de 34 essais à Lonzée –Gx-ABT.

On avait montré dans le Livre Blanc de 2015 que les pertes d'efficacité sur les augmentations de rendement exprimées en % étaient très comparables (sinon identiques) en escourgeon et en orge de printemps, quelles que soient les augmentations de rendements potentielles (5 ou 30 qx par exemple) quand les produits sont utilisés à pleine dose ! Raison pour laquelle les observations en escourgeon et en orge de printemps ont été rassemblées dans le même graphique.

Le regroupement des résultats observés dans les nombreux essais, sur plusieurs années et différents fongicides, démontre que ceux-ci conservent une importante efficacité avec les réductions de dose : 94 % à 3/4 de dose, 90 % à 2/3 de dose, 87 % à 1/2 dose, 71-72 % à 1/3 et 1/4 de dose !!

Ces observations confirment les résultats des essais « programmes de protection ». Il faut bien comprendre que les baisses d'efficacité des fongicides avec les réductions de dose concernent les gains maximum de rendement liés aux fongicides et non les rendements de la

parcelle. A Lonzée où le gain de rendement moyen lié au seul fongicide du stade dernière feuille est 10 qx/ha (environ), une efficacité de 90 % (environ) lorsque la réduction de dose est de 50 % signifie que le gain de rendement lié au fongicide ½ dose est toujours de 9 qx, et que la « perte » à l'hectare lorsqu'on applique une dose réduite de 50 % n'est que de 1 quintal/ha en moyenne.

Dit autrement pour être bien compris : quand on compare les efficacités des traitements à dose normale et à dose réduite de 50 %, appliquer une dose entière de fongicide au stade dernière feuille n'apporte en moyenne que 1 quintal de plus qu'un traitement appliqué à ½ dose. Ce gain de seulement 1 quintal en moyenne ne permet pas de rentabiliser la ½ dose supplémentaire !!

Il est important pour éviter les résistances d'alterner les matières actives lorsque les maladies présentes justifient un double traitement fongicide.

Perspectives : En réponse aux IPM exigeant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires les essais menés à Lonzée démontrent que des réductions de doses sont possibles et même justifiées économiquement !!

2.10.6.3 Améliorer le protocole de prise de décision du traitement de montaison

Le protocole actuel inspiré des Bulletins du végétal en France, demande d'observer les maladies sur les 3 premières feuilles développées (étalées) dès le stade 30 (redressement) pour décider le traitement fongicide de montaison. En 2017 le conseil était de traiter à partir du stade 31 si les maladies étaient présentes sur ces feuilles. Ensuite à partir du stade 32 le conseil a été de ne plus traiter en montaison sauf exception. D'où vient cette contradiction ?

Une tige d'escourgeon porte généralement 5 feuilles, la F5 étant issue du plateau de tallage, la F4 du 1^{er} nœud, la F3 du 2^{ème} nœud, etc ...

Tableau 5.19 – Evolution du feuillage des escourgeons (et autres céréales) :

Repérer la F4 définitive issue du 1er nœud et qui apparaît pointante au stade redressement, enroulée au stade 1er nœud, 1ère feuille étalée au stade 2è nœud

feuille observée '()	F0 p (**)	F-1 enr (***)	F-2 et (****)	F-3 et	F-4 et	origine F0p
stade (*)						
30 = redressement	F4	F5	F6 (****)	F7 (****)	F8 (****)	1er nœud
31 = 1er nœud	F3	F4	F5	F6	F7	2ème nœud
32 = 2è nœud	F2 = ADF	F3	F4	F5	F6	3ème nœud
33 = 3è nœud = 37	F1 = DF p	F2 = ADF	F3	F4	F5	4ème nœud
39 = df étalée	F1 = DF et	F2 = ADF et	F3	F4	F5	4ème nœud

() : numérotation habituelle des feuilles observées pendant la montaison

en gras : feuilles définitives avec leur numéro d'ordre, F1 étant la "dernière feuille", F2 l'avant dernière feuille ...

(*) : stade selon l'élongation des entrenœuds et nouvelle feuille pointante (juste visible)

(**) : F0p = nouvelle feuille pointante à l'intérieur de la feuille somitale enroulée

(***) : F-1 enr = feuille enroulée et en développement, ligules non visibles

(****) : F-2 et = feuille ligules visibles puis étalée

(*****) : F6, F7, F8 ... feuilles définitives souvent accolées à un nouveau talle en formation

Au stade 30 (voir tableau) les premières feuilles étalées sont des F6, F7, F8, soit de vieilles feuilles formées pendant le tallage qu'on demande d'observer alors qu'elles sont en partie déjà bien souvent dépériées et donc porteuses de toutes les maladies ...

5. Lutte intégrée contre les maladies

Le but de la protection fongicide en montaison est d'empêcher les maladies présentes dans le bas du feuillage d'atteindre les deux derniers niveaux ((la F2, visible (pointante) à partir du stade 32 et la F1, visible (pointante) à partir du stade 33, stade 33 renommé 37 à cette apparition. Une décision de traitement aux stades 30 ou 31 est trop hâtive et aboutira le plus souvent à une décision de traitement fongicide malgré l'absence de symptôme sur les dernières nouvelles feuilles. Les maladies peuvent être très présentes dans le vieux feuillage mais ne pas infecter le nouveau feuillage si le climat devient non favorable aux maladies, ce qui est courant et de nouveau souvent constaté en 2017.

Un nouveau protocole simplifié d'observations des maladies en montaison est proposé :

- a. **observer uniquement l'apparition des maladies sur la F4 définitive, feuille issue du 1^{er} nœud de la tige, étant aussi la F-2 et donc 1^{ère} feuille déployée au stade 2^{ème} nœud**, et ne plus tenir compte des vieilles feuilles du tallage.
- b. Les symptômes de maladies sont rarement présents sur les feuilles pointantes ou enroulées. Au prélèvement des plantes à observer il convient d'éliminer toutes les feuilles développées et non attachées au 1^{er} nœud de la tige
- c. La F4 ne devient étalée qu'à partir du stade 2^{ème} nœud et un traitement en montaison ne devrait pas être décidé avant ce stade, surtout si le climat n'est pas favorable à l'extension des maladies. Si des maladies sont présentes au stade 2^{ème} nœud sur la F4 (=F-2 à ce stade) un traitement montaison à ½ dose est justifié.
- d. Si les symptômes de maladies sont absents des F5 et F4 pendant la montaison il ne faut pas traiter en montaison
- e. Dans tous les cas où un traitement en montaison est décidé, il ne faut pas dépasser la ½ dose.

Conclusion : malgré qu'un double traitement fongicide à ½ doses soit souvent justifié en escourgeons, des économies supplémentaires sont encore possibles si l'agriculteur attend le stade 2^{ème} nœud pour ne faire le traitement montaison (à ½ dose) que si des symptômes de maladies sont présents sur la F4 à ce stade.

2.11 Conclusions

Dans tous les essais, **les SDHI** confirment encore leur efficacité, que ce soit sur helminthosporiose ou sur rouille naine. Par contre, elles montrent une faiblesse sur ramulariose liée à l'apparition de résistance. En présence de ramulariose, le chlorothalonil améliore l'efficacité et le rendement, que ce soit en association aux SDHI ou bien aux associations triazole-strobilurine.

En ce qui concerne la modulation de dose : attention, changer de dose équivaut en quelque sorte à utiliser un autre produit.

Dans la lutte contre la rouille naine, le Fandango reste très performant.

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.

L'utilisation de deux SDHI dans un programme est déconseillée pour éviter l'apparition de résistance. De plus, elle n'apporte rien de plus en termes d'efficacité.