

Sommaire

- 1. Aperçu climatologique pour les années culturales 2018-2020**
- 2. Lutte contre les mauvaises herbes**
- 3. La fertilisation azotée**
- 4. Lutte contre la verse**
- 5. Lutte intégrée contre les maladies**
- 6. Lutte intégrée contre les ravageurs**
- 7. Orges brassicoles**
- 8. Variétés en céréales de printemps**
- 9. Fertilisation des céréales en agriculture biologique**
- 10. Perspectives**

Commander le Livre Blanc

23,00 € (15 € + 8 € pour frais d'envoi en Belgique)
sur le compte IBAN *BE62 3401 5580 3761* – BIC *BBRUBEBB*

Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech – Passage des Déportés, 2 à 5030 Gembloux
En communication « Livre Blanc Céréales »

Le Livre Blanc sur internet

<http://www.cereales.be>
<http://www.cra.wallonie.be>
<http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/>
<http://www.centrespilotes.be>
<http://www.livre-blanc-cereales.be>



Avertissements « CePiCOP – Actualités »

Un système d'avertissements et d'informations sur les céréales en cours de saison

Recevoir* dès après rédaction les **avertissements céréales, colza**
par fax ou courriel

Contact : Xavier Bertel: 0468/383972 ; xb.cepicop@centrespilotes.be

Les avertissements sont également consultables sur <https://centrespilotes.be>

**La gratuité est réservée aux agriculteurs.*

Services ayant collaboré à cette édition :

UNIVERSITÉ DE LIÈGE – GEMBLoux AGRO-BIO TECH

AXE PLANT SCIENCES

Phytotechnie

Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux – Tél: 081/62 21 41 – E-mail: b.bodson@uliege.be

B. Bodson, J. Pierreux, L. Fagnant, B. Dumont

Plant Genetics

Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux – Tél: 081/62 24 50 – E-mail: pierre.delaplace@uliege.be

P. Delaplace

AXE ECHANGES EAU-SOL-PLANTES / GREneRA

Avenue Maréchal Juin 27 – 5030 Gembloux, tél: 081 62.25.40 – Email: gilles.colinet@uliege.be et c.vandenberghe@uliege.be

G. Colinet, Ch. Vandenberghe

AXE BIOSYSTEMS DYNAMICS AND EXCHANGES (BIODYNE)

Avenue de la Faculté 8 – 5030 Gembloux, tél: 081 62.24.39 – Email: bernard.longdoz@uliege.be

B. Longdoz, B. Heinesch, M. Lognoul

CENTRE PILOTE des Céréales et Oléo-Protéagineux asbl (CePiCOP asbl)

Subventionné par : Service Public de Wallonie, Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGARNE)

Numéro d'entreprise : 0871985854

Siège social : Maison de l'Agriculture et de la Ruralité, chaussée de Namur, 47 à 5030 Gembloux

Adresse bureau : CePiCOP asbl, Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux

Personnel sur la convention :

- Xavier Bertel (Coordonnateur) : 0468/38 39 72 ; xb.cepicop@centrespilotes.be
- Rémi Meurs: 081/62 21 39 ; 0496/68 71 44 ; rm.cepicop@centrespilotes.be
- Christine Cartryse: 081/62 21 37 ; 0497/53 84 47 ; cc.cepicop@centrespilotes.be
- Rémy Blanchard: 081/62 21 39 ; 0493/81 39 52 ; rb.cepicop@centrespilotes.be

OBJECTIF QUALITÉ asbl – Laboratoire Requasud

Science des Aliments et Formulation

Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux – Tél: 081/62 22 61 – E-mail: atisa.gembloux@uliege.be

V. Van Remoortel

CENTRE WALLON DE RECHERCHES AGRONOMIQUES (CRA-W) GEMBLoux
--

DIRECTION GENERALE

Rue de Liroux, 9 – 5030 Gembloux – Tél: 081/87 41 00 – fax: 081/87 40 11

R. Poismans (D.G.) – J-P. Goffart (DGA)

DIRECTION COORDINATION ET STRATEGIE

Cellule d'appui de REQUASUD
Rue de Liroux, 9 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 58 94

E. Pitchugina
e.pitchugina@cra.wallonie.be

DEPARTEMENT SCIENCES DU VIVANT

Chaussée de Charleroi, 234 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 40 08 – fax: 081/87 40 18

B. Watillon, Chef de Département
b.watillon@cra.wallonie.be

Unité Biodiversité et Amélioration des Plantes & Forêts

Rue de Liroux, 4 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 40 04 – fax: 081/87 40 14

M. Lateur, Directeur Scientifique
m.lateur@cra.wallonie.be

E. Escarnot

Unité Santé des Plantes & Forêts

Rue du Bordia, 11 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 49 00 – fax: 081/87 40 17

M. De Proft, Directeur Scientifique
m.deproft@cra.wallonie.be

**M. Duvivier, F. Henriët, C. Bataille,
L. Hautier, A. Clinckemaillie, P. Hellin**

DEPARTEMENT PRODUCTIONS AGRICOLES

Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 45 00 – fax: 081/87 40 13

Y. Schenkel, Chef de Département
y.schenkel@cra.wallonie.be

Unité Productions Végétales

Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 53 00 – fax: 081/87 40 20

F. Rabier, Directrice Scientifique a.i.
f.rabier@cra.wallonie.be

G. Jacquemin, M. Abras, R. Meza, D. Eylembosch

Unité Productions Animales

Rue de Liroux, 8 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 45 01 – fax : 081/87 40 13

J. Wavreille, Directeur Scientifique
j.wavreille@cra.wallonie.be

V. Decruyenaere

Unité Agriculture, Territoire et Intégration Technologique

Rue de Liroux, 9 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 41 60 – fax: 081/87 40 11

V. Planchon, Directrice Scientifique
v.planchon@cra.wallonie.be

D. Rosillon, D. Goffart, Y. Curnel, J.P. Huart

DEPARTEMENT DURABILITÉ –
SYSTÈMES ET PROSPECTIVES
Rue de Serpont, 100 – 6800 Libramont
Tél: 061/23 10 10 – fax: 061/23 10 28

Unité Sols, Eaux et Productions intégrées
Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 43 00 – fax: 081/87 40 12

Unité Systèmes Agricoles
Rue de Serpont, 100 – 6800 Libramont
Tél: 061/23 10 10 – fax: 061/23 10 28

Unité Agriculture et Durabilité
Rue de Liroux, 8 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 45 02 – fax: 081/87 40 13

D. Stilmant, Chef de Département
d.stilmant@cra.wallonie.be

B. Huyghebaert, Directeur Scientifique a.i.
b.huyghebaert@cra.wallonie.be
M. Abras, J-L. Herman

M. Mathot, Directeur Scientifique a.i.
m.mathot@cra.wallonie.be

E. Froidmont, Directeur Scientifique a.i.
e.froidmont@cra.wallonie.be

DEPARTEMENT CONNAISSANCE ET
VALORISATION DES PRODUITS
Chaussée de Namur, 24 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 52 00 – fax: 081/87 40 19

**Unité Produits de Protection,
de Contrôle et Résidus**
Rue du Bordia, 11 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 48 00 – fax: 081/87 40 16

**Unité Valorisation des Produits,
de la Biomasse et du Bois**
Chaussée de Namur, 24 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 52 03 – fax: 081/87 40 19

Unité Qualité et Authentification des Produits
Chaussée de Namur, 24 – 5030 Gembloux
Tél: 081/87 52 01 – fax: 081/87 40 19

G. Berben, Chef de Département
g.berben@cra.wallonie.be

O. Pigeon, Directeur Scientifique a.i.
o.pigeon@cra.wallonie.be

G. Sinnaeve, Directeur Scientifique a.i.
g.sinnaeve@cra.wallonie.be
B. Godin, S. Gofflot, V. Reuter

V. Baeten, Directeur Scientifique
v.baeten@cra.wallonie.be
J. A. Fernández Pierna, D. Vincke

UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN UCL

Earth and Life Institute, Applied Microbiology
Croix du Sud 2 bte L7.05.03 – B-1348 Louvain-la-Neuve
Tél: 010/47 34 09 – E-mail: anne.legreve@uclouvain.be
A. Legrève, M. Delitte, O. De Vuyst, A. Nysten

Earth and Life Institute, Environmental science
Croix du Sud 2 bte L7.05.26 – B-1348 Louvain-la-Neuve
Tél: 010/47 92 86 – fax: 010/47 24 28 – E-mail: marc.detoffoli@uclouvain.be
M. De Toffoli

CORDER-Clinique des Plantes
Croix du Sud 2 bte L7.05.03 – B-1348 Louvain-la-Neuve
Tél: 010 47 37 52 – E-mail: cliniquedesplantes@uclouvain.be

PROVINCE DE LIÈGE – AGRICULTURE

CPL Végémar asbl (Centre Provincial Liégeois des Productions Végétales et Maraîchères)
Rue de Huy, 123 – 4300 Waremme
Tél: 04/279 68 77 – Fax: 04/279 58 58 – E-mail : benoit.heens@provincedeliege.be
B. Heens, J. Legrand

PROVINCE DE NAMUR – AGRICULTURE

OPA (Office Provincial Agricole Ciney)
Chemin d'Haljoux, 4 – 5590 Ciney
Tél: 081/77 68 16 – E-mail : amelie.vilret@province.namur.be
A. Vilret

HAINAUT DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL

CARAH asbl
Rue Paul Pastur, 11 – 7800 Ath
Tél: 068/264630 – E-mail: mahieu@carah.be
M. Van Koninckxloo, A. Stalport, G. Carboneille, O. Mahieu

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE**DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT (DGO3)**

De nombreuses expérimentations sont mises en place grâce au soutien financier de la Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement du Service Public de Wallonie – Département du Développement – Direction de la Recherche

COLLÈGE DES PRODUCTEURS – SoCoPro asbl

Avenue Comte de Smet de Nayer, 14 – 5000 Namur
Tél: 081/24 04 30 ou 0472/69 75 71 – E-mail: helene.louppe@collegedesproducteurs.be
H. Louppe

INSTITUUT VOOR LANDBOUW EN VISSERIJ ONDERZOEK (IVLO)

Eenheid Plant
Burg. Van Gansberghelaan 109 – B-9820 Merelbeke
Tel : 09/272 26 87 – E-mail: joke.pannecoucq@ilvo.vlaanderen.be
Dr. Ir. Joke Pannecoucq, Chercheur scientifique

LABORATOIRE D'ANALYSES DE SOLS DU RESEAU REQUASUD
--

Province de Liège

Station Provinciale d'Analyses Agricoles de Tinlot
Responsable: **Vanbergen M.**
Rue de Dinant, 110 – 4557 Tinlot
Tel: 04/279 38 00 E.mail: cecile.collin@provincedeliege.be
Contact: **C. Collin**

Province du Hainaut

CARAH asbl
Responsable service pédologie: **Ir. L. Blondiau**
Rue Paul Pastur, 11 – 7800 Ath
Tél: 068/26.46.90 – Fax : 068/26.46.99
E-mail : blondiau@carah.be

Province du Brabant Wallon

Centre Provincial de l'Agriculture et de la Ruralité (CPAR)
Direction: **Ir. F. Demeuse**
Rue Saint-Nicolas 17 – 1310 La Hulpe
Tel: 02/656 09 70
E-mail: labo.lahulpe@skynet.be
Contacts: **Ir. M. Renneson - Ir. P. Lizin - Ir. Q. Duchenne**

Province de Namur

Office Provincial Agricole (OPA)
Chemin d'Haljoux, 4 – 5590 Ciney
Tél: 081/77 68 16
E-mail : office.agricole@province.namur.be
Contact: **Ir A. Vilret, Ing R. Hermand**

Province du Luxembourg

Centre de Michamps
Direction: **R. Lambert**
Michamps – 6600 Bastogne
Tel: 061/21 08 20
centredemichamps@uclouvain.be
Contact: **J-P. Sacré, S. Crémer**

Site internet



En 2017, à l'occasion des 50 ans du Livre Blanc Céréales, un nouveau site internet et un logo "Livre Blanc Céréales" ont été créés. Une nouvelle présentation, une nouvelle structure, de nouveaux outils afin de conseiller les agriculteurs d'aujourd'hui et de demain.

Ce site internet a été élaboré par les équipes de recherche impliquées dans l'élaboration du Livre Blanc Céréales et a pour objectif de présenter une synthèse de pratiques culturales liées à la culture de céréales en Wallonie et d'être une aide dans les choix liés à la conduite de ces cultures. Il présente actuellement des recommandations principalement pour les cultures de froment, d'escourgeon et d'épeautre mais il est appelé à évoluer selon les résultats obtenus par les différentes équipes de recherches.

Le site internet "céréales.be" comprend plusieurs rubriques que nous vous présentons brièvement ici.

Au niveau de la page "**Accueil**", vous trouverez les dernières actualités publiées sur le site et un lien pour télécharger la version la plus récente du Livre Blanc Céréales.

La rubrique "**Actualités**" rassemble les principales actualités liées au Livre Blanc Céréales et aux céréales en Wallonie : liens vers les avertissements du CADCO, présentations power point présentées lors des séances d'information du Livre Blanc Céréales, articles divers.

Différentes "**Thématiques**" liées à la culture des céréales sont détaillées sur le site. Celles-ci concernent les rubriques qui étaient habituellement reprises dans le Livre Blanc Céréales : le désherbage, la fumure azotée, les maladies des céréales et leurs ravageurs, les régulateurs de croissance, le semis et le choix des variétés.

La rubrique "**Désherbage**" décrit les leviers de la gestion intégrée des populations d'adventices : rotation des cultures, travail du sol, conduite des cultures, lutte chimique, conditions d'application des herbicides... et présente de nombreux résultats d'essais sur les techniques de désherbage des céréales.

Au niveau de la "**Fumure**" sont présentés la fumure azotée de référence pour l'année en cours, en froment et en escourgeon, et un rappel des modalités d'applications. Vous y trouverez aussi des outils de calcul de la fumure azotée permettant de calculer la dose d'azote la mieux adaptée à la nature et à l'historique cultural de votre parcelle individuelle et à l'état de votre culture au moment de l'application.

La rubrique "**Maladies**" fait une description détaillée des maladies du froment, des situations à

risques et des méthodes de lutte. Cette rubrique est encore en cours d'élaboration et vous devriez bientôt y retrouver un descriptif des maladies de la culture d'escourgeon.

Dans la rubrique "**Régulateurs**" sont données les recommandations pratiques d'utilisation des régulateurs de croissance en froment et en escourgeon.

Dans la rubrique "**Semis**", vous retrouverez les conseils en termes de date et de densité de semis, de préparation du sol et de protection des semis. Quelques résultats d'essais sur l'effet d'un décalage de la date de semis ou d'une diminution des densités de semis de variétés lignées et hybrides y sont également présentés.

Derrière l'onglet "**Outils**", vous pourrez trouver différents outils d'aide à la décision. Plusieurs liens vous donneront accès aux bulletins agro-météorologiques ainsi qu'à des données météo récentes. Vous pourrez y télécharger des outils d'aide au choix variétal et de calcul de densités de semis et de fumure azotée.

Dans l'onglet "**Phyto**" la liste des produits phytopharmaceutiques autorisés en cultures de céréales est disponible. Cette liste correspond aux « pages jaunes » de la version papier du Livre Blanc Céréales.

Enfin, la page "**A propos**" présente l'origine et l'organisation générale des équipes du Livre Blanc Céréales et vous donne accès aux versions précédentes des Livre Blanc Céréales au format pdf.

Toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ce site internet sont reprises au niveau des "**Contacts**". N'hésitez pas à les contacter si le site n'a pas répondu à toutes vos interrogations.

Nous espérons que ce nouvel outil vous aidera à suivre au mieux vos cultures de céréales. Si vous avez des remarques et des suggestions par rapport à ce site, n'hésitez pas à nous en faire part pour qu'il puisse évoluer et répondre à vos besoins.

Le site internet du Livre Blanc Céréales est disponible aux adresses suivantes :

www.cereales.be ou www.livre-blanc-cereales.be

1. Aperçu climatologique pour les années culturales 2018-2020

D. Rosillon¹, E. Pitchugina², J.P. Huart¹, V. Planchon¹

1	Stations météorologiques exploitées	2
2	Bilan saisonnier en Wallonie	3
2.1	Saison 2018-2019	3
2.2	Saison 2019-2020	4
3	Climat à la station météorologique d’Ernage, Gembloux	5
4	2016 – 2019 : Retour sur quatre années de sécheresse consécutives	9

¹ CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Agriculture, Territoire et Intégration technologique

² CRA-W – Direction Coordination et stratégie (U13)

1 Stations météorologiques exploitées

Les données utilisées pour réaliser cet aperçu climatologique proviennent de 21 stations météorologiques issues de deux réseaux différents : la station IRM d'Ernage (Gembloux) suivie depuis de nombreuses années par le CRA-W et 20 stations du réseau Pameseb du CRA-W. Ces stations ont été choisies pour la longueur de leur historique et pour leur répartition spatiale au sein de la Wallonie, ce qui permet de couvrir un maximum de régions agricoles. La carte reprise à la figure 1.1 permet de localiser les différentes stations. Les six stations soulignées sont utilisées pour la réalisation des graphiques du bilan saisonnier présenté au point 2.

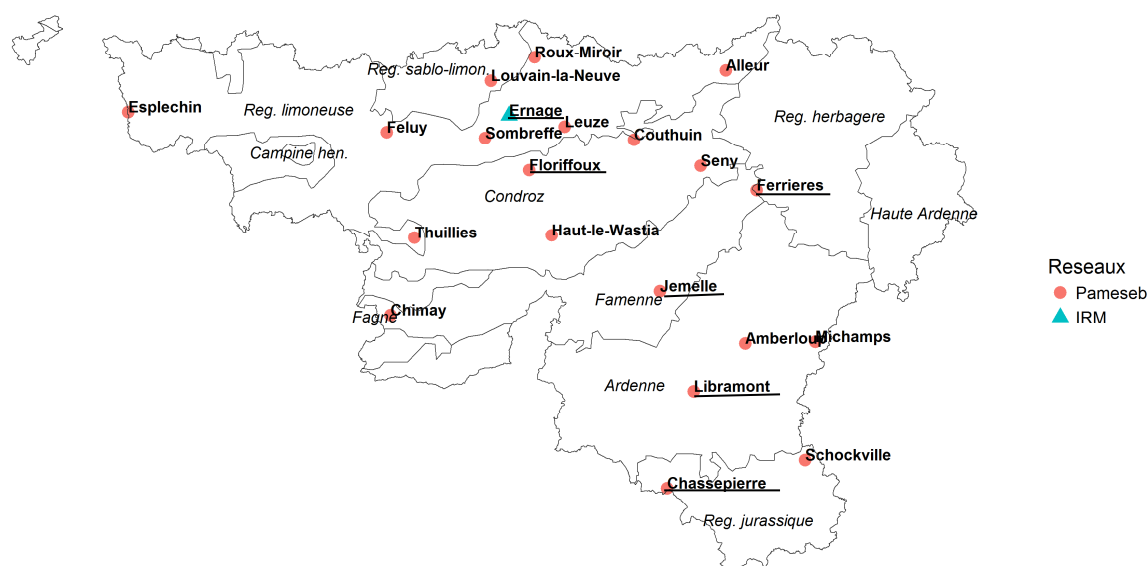


Figure 1.1 – Localisation des différentes stations météorologiques du réseau Pameseb du CRA-W et la station IRM d'Ernage-Gembloux.

Ces stations possèdent un historique suffisant pour pouvoir calculer des moyennes historiques représentatives du climat :

- l'historique de la station d'Ernage-Gembloux est suffisamment long pour calculer les valeurs normales sur la période 1981-2010. Ces valeurs normales sont les données de référence pour la station d'Ernage-Gembloux ;
- pour les stations du réseau Pameseb, les données historiques couvrent une période de 20 ans allant de 1997 à 2016. Comme la longueur de l'historique est inférieure à 30 ans (référence de l'OMS), nous utiliserons le terme de « moyennes » et non pas de « normales » pour ces données de références.

2 Bilan saisonnier en Wallonie

2.1 Saison 2018-2019

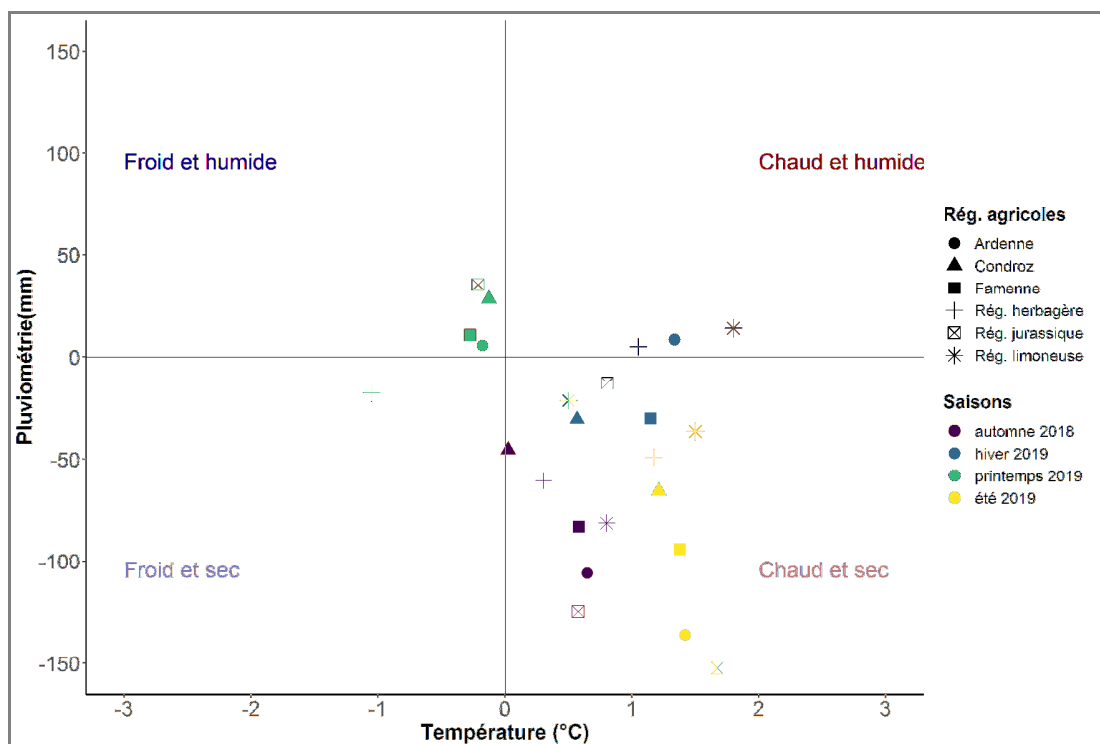


Figure 1.2 – Saison 2018-2019 – Température et pluviométrie : écart par rapport aux moyennes historiques.

L'**automne 2018** a été globalement **plus sec et légèrement plus chaud qu'une année moyenne**. Des déficits pluviométriques importants ont été enregistrés allant de -45mm dans le Condroz à -125 mm en région jurassique. Point de vue température, aucune anomalie n'a été enregistrée sur le Condroz. Pour les autres régions par contre, de faibles écarts aux moyennes vont de +0,3°C en région herbagère à +0,8°C en région limoneuse.

L'**hiver 2019** est **plus chaud** qu'une année moyenne. Les écarts en température varient de +0,6°C dans le Condroz à +1,8°C en région limoneuse. Les précipitations sont conformes aux moyennes historiques. Les écarts aux moyennes vont de -30 mm, déficit observé en Famenne et dans le Condroz, à +14 mm, excédent observé en région limoneuse.

Le **printemps 2019** a été **normal**. Les précipitations sont conformes aux précipitations attendues. Un léger déficit de respectivement -21 mm et -18 mm est à noter en région limoneuse et en région herbagère. En région jurassique, un léger excédent de + 35 mm est à noter. Les températures du printemps 2019 ont été proches des moyennes historiques à l'exception de la région herbagère pour laquelle les températures sont 1°C inférieures.

L'**été 2019** a été **plus sec et bien plus chaud** qu'une année moyenne. Les déficits

1. Aperçu climatologique

pluviométriques se sont particulièrement marqués sur le sud de la Wallonie. En Famenne, le déficit est de -94 mm, en Ardenne, il est de -136 mm et il atteint -152 mm dans la région jurassique. Les températures ont été partout supérieures aux moyennes historiques. Les écarts vont de +1,2°C en région herbagère à +1,7°C en région jurassique. L'été 2019 a été marqué par 3 vagues de chaleur. Elles ont systématiquement eu lieu lors de la dernière décennie des mois de juin, juillet et août.

2.2 Saison 2019-2020

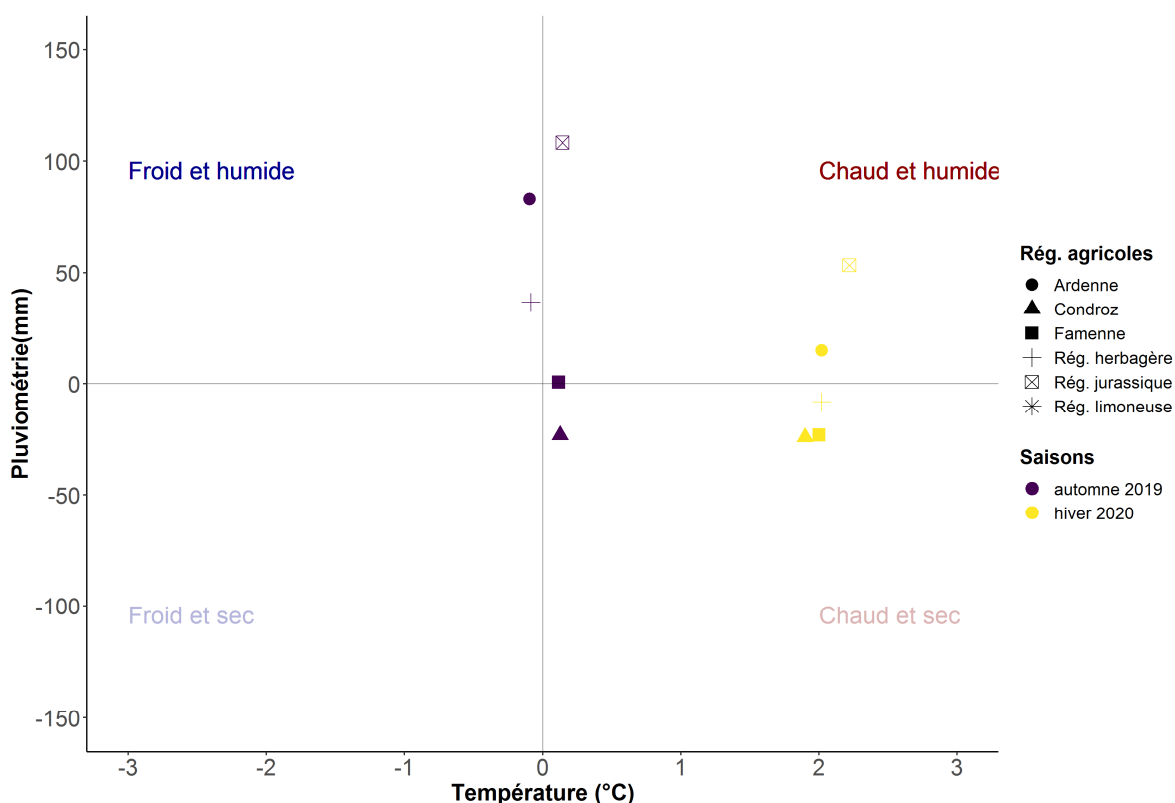


Figure 1.3 – Saison 2019-2020 - Température et pluviométrie : écart par rapport aux moyennes historiques.

L'automne 2019 a été globalement **plus humide qu'une année moyenne**. Un léger déficit de -23 mm est à noter dans le Condroz. Par contre, l'Ardenne avec 84 mm et la région jurassique avec 108 mm ont bénéficié de précipitations plus importantes qu'attendu. Les températures ont été normales pour toutes les régions.

Le **début de l'hiver 2020** (1^{er} décembre 2019 au 20 janvier 2020) est **plus chaud** qu'une année moyenne. Les températures sont supérieures aux normales d'environ 2°C sur toutes les régions. Les écarts mesurés vont de +1.9 °C dans le Condroz à +2,2°C en région jurassique. Les précipitations sont proches des normales. Un léger déficit de -23mm et -24 mm est observé en Famenne et dans le Condroz et un excédent de 53 mm a été enregistré en région jurassique.

3 Climat à la station météorologique d'Ernage, Gembloux

Les précipitations journalières (mm), les températures journalières (°C) ainsi que les températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM) sont présentées à la figure 1.4 pour la période allant du 1^{er} septembre 2017 au 28 février 2018, à la figure 1.6 pour la période allant du 1^{er} mars 2019 au 31 août 2019 et à la figure 1.8 pour la période allant du 1^{er} septembre 2019 au 31 décembre 2019.

Le bilan (Précipitations – ETP³) et le bilan (Précipitations – ETP) normal (en mm) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM) sont présentés par décade du 1^{er} septembre 2018 au 28 février 2019 à la figure 1.5, du 1^{er} mars 2019 au 31 août 2019 à la figure 1.7 et du 1^{er} septembre 2019 au 31 décembre 2019 à la figure 1.9.

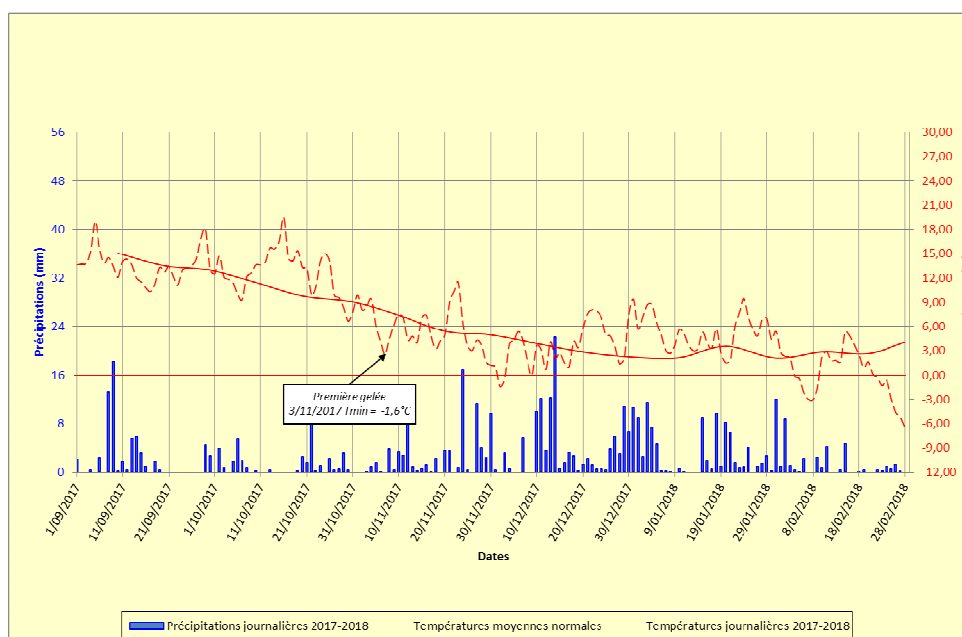


Figure 1.4 – Précipitations journalières (mm), températures journalières (°C), températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux, du 1er septembre 2017 au 28 février 2018.

³ ETP : Evapotranspiration

1. Aperçu climatologique

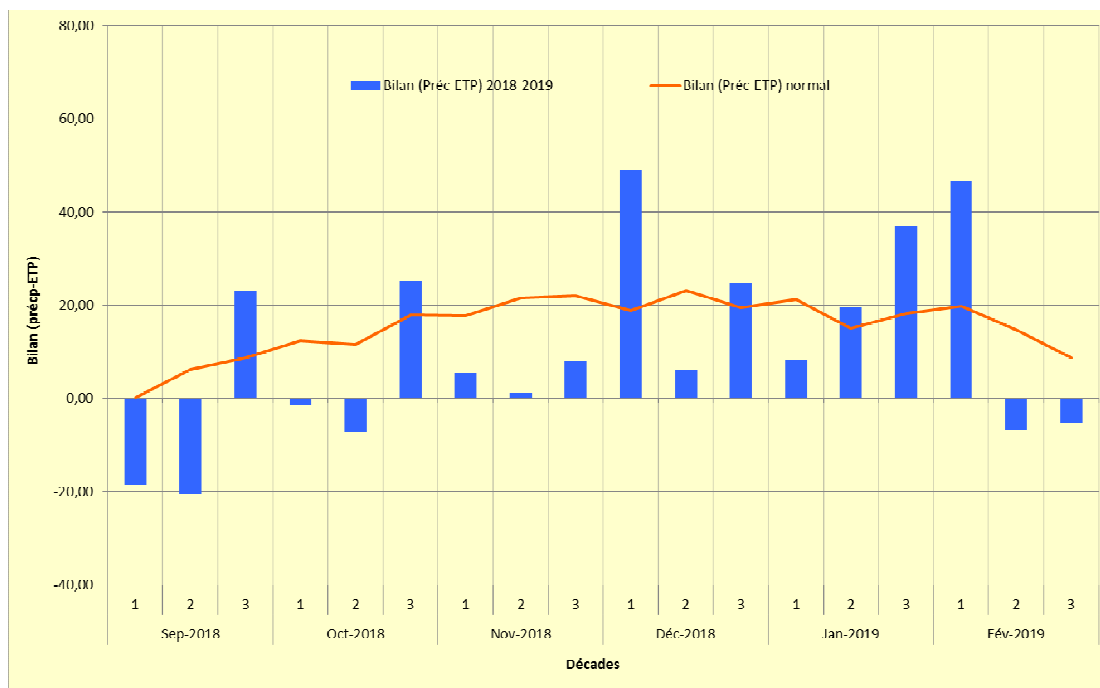


Figure 1.5 – Bilan (Précipitations – ETP) 2018-2019 et bilan (Précipitations - ETP- normal en mm, par décade du 1^{er} septembre 2018 au 28 février 2019 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM).

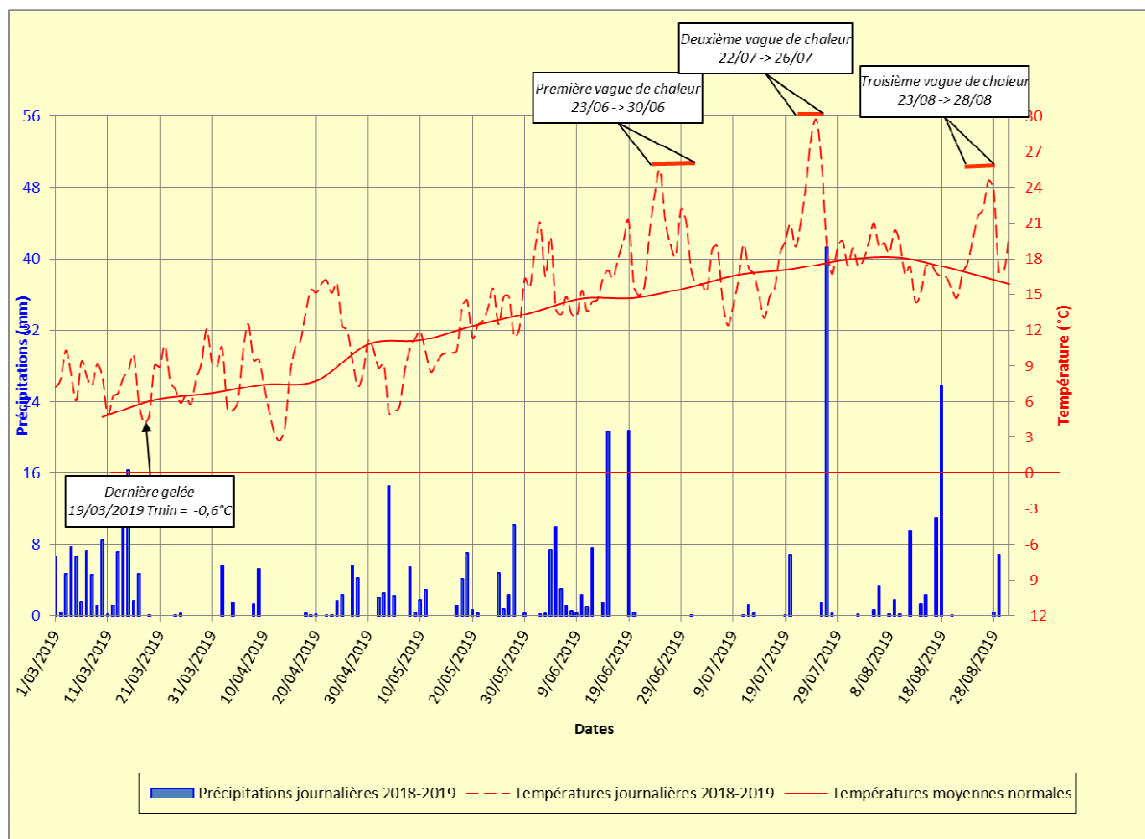


Figure 1.6 – Précipitations journalières (mm), températures journalières (°C), températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux, du 1^{er} mars 2019 au 31 août 2019.

1. Aperçu climatologique

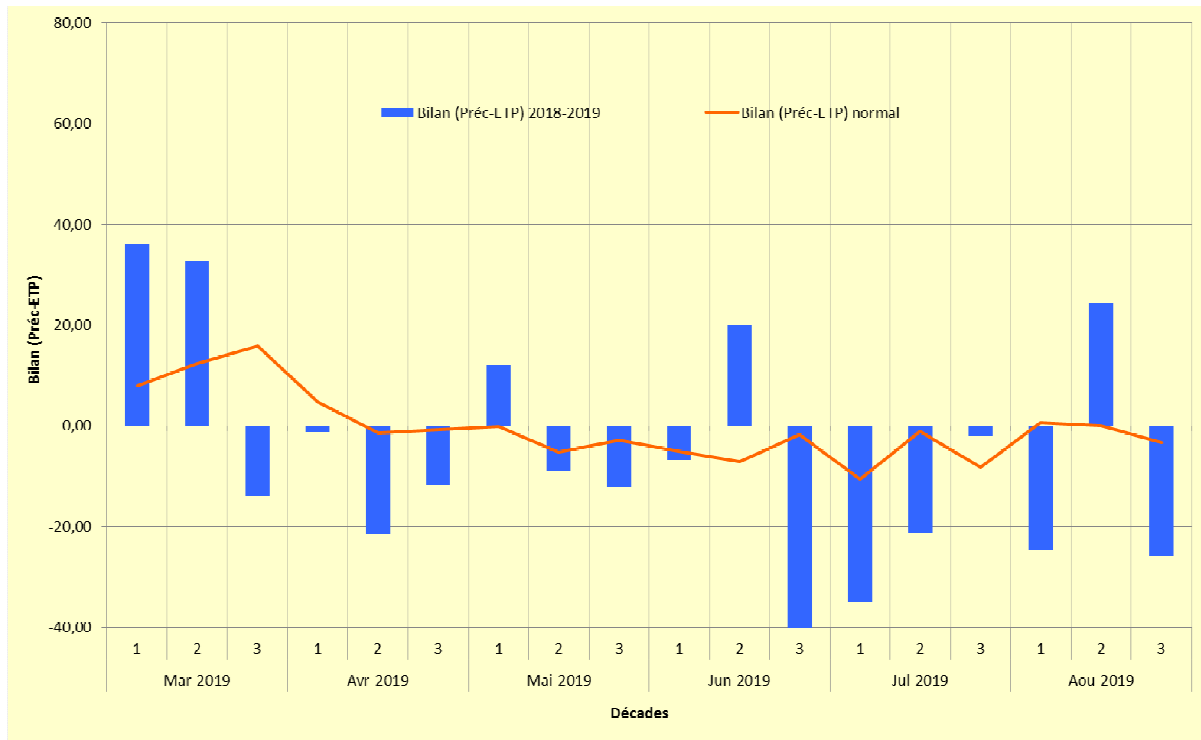


Figure 1.7 – Bilan (Précipitations – ETP) 2018-2019 et bilan (Précipitations – ETP) normal en mm, par décade du 1^{er} mars 2019 au 31 août 2019 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM).

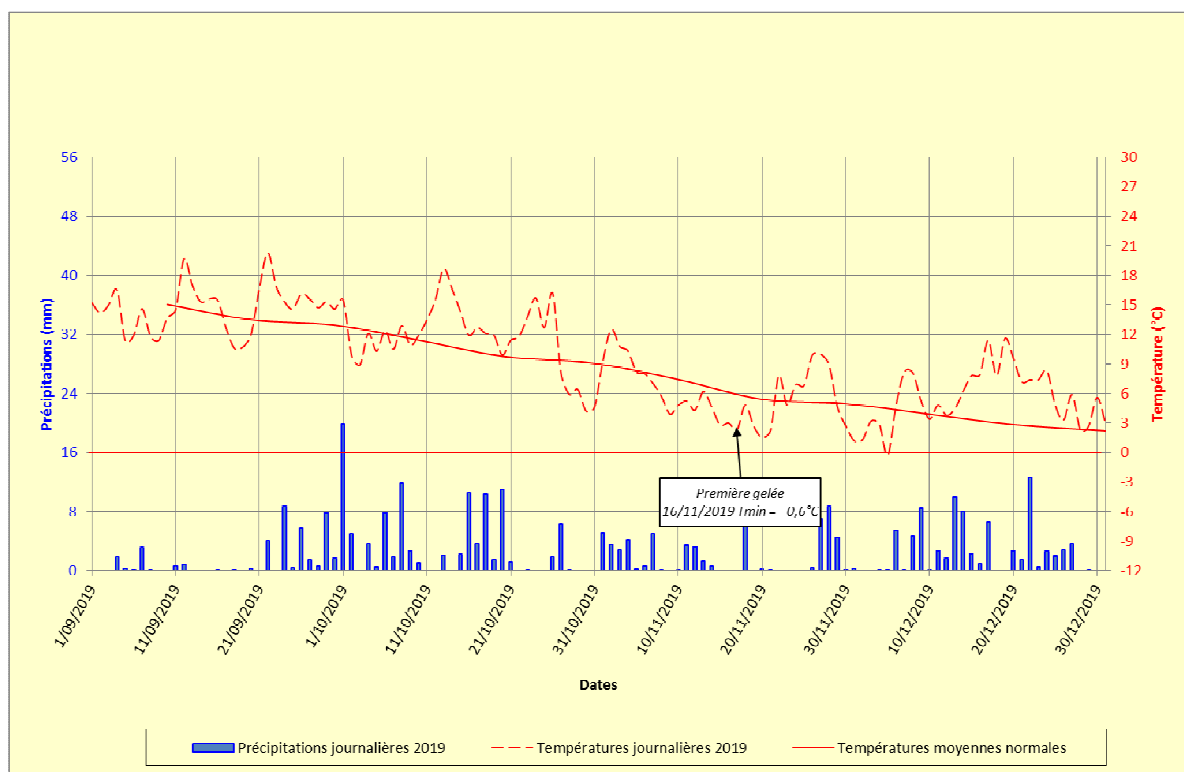


Figure 1.8 – Précipitations journalières (mm), températures journalières (°C), températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux, du 1^{er} septembre 2019 au 31 décembre 2019.

1. Aperçu climatologique

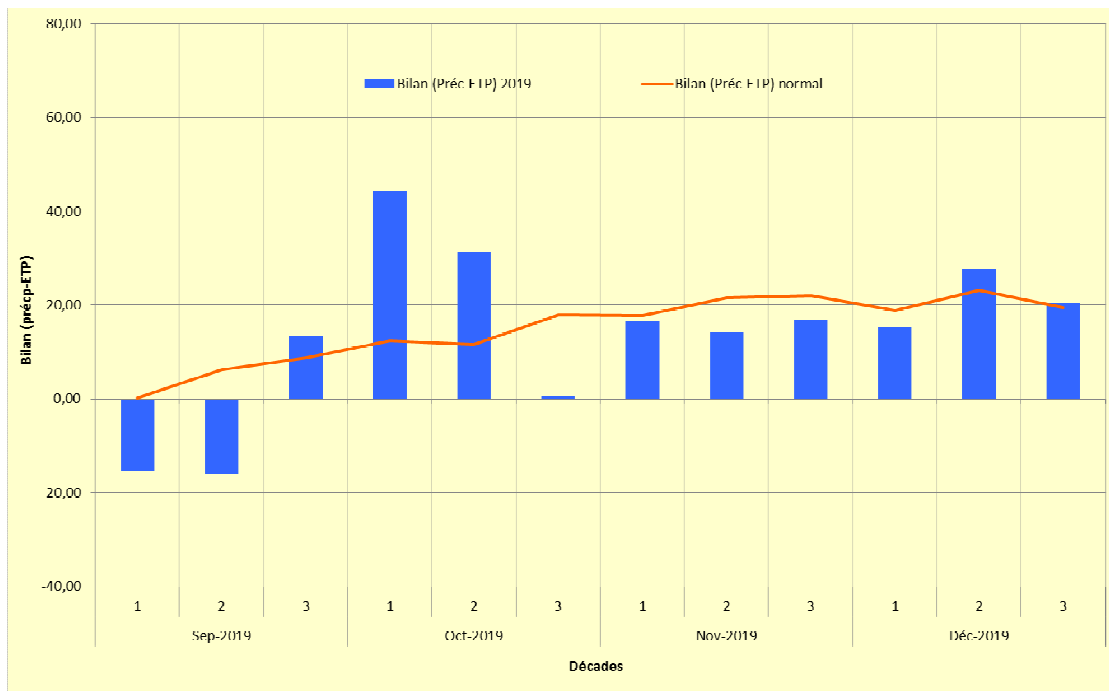


Figure 1.9 – Bilan (Précipitations - ETP) 2019 et bilan (Précipitations – ETP) normal en mm, par décade du 1^{er} septembre 2019 au 31 décembre 2019 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM).

4 2016 – 2019 : Retour sur quatre années de sécheresse consécutives

Depuis juillet 2016, les épisodes de sécheresse se sont succédé en Wallonie. 2016, 2017, 2018 et 2019 ont été quatre années consécutives marquées par la sécheresse. Alors que l'on attend annuellement respectivement 750 mm de pluie à Sombreffe et 1175 mm à Libramont, le déficit cumulé sur ces quatre années correspond à huit mois de précipitations.

Plusieurs analyses ont été faites pour caractériser les épisodes de sécheresse à l'échelle d'un mois, voire d'une saison ou d'une année. L'analyse présentée ci-dessous porte sur une période de quatre années et pour deux stations représentants des contextes topographiques et agricoles distincts : Libramont et Sombreffe.

L'impact de la sécheresse à Sombreffe en 2016 se marque peu sur le cumul annuel des précipitations car les premiers mois ont été plus arrosés qu'attendu. L'excédent pluviométrique de 164 mm en début juillet 2016 a été entièrement résorbé en fin d'année pour finalement atteindre un déficit de 29 mm. La situation est par contre bien différente au sud de la Wallonie où la sécheresse s'est plus marquée. Ainsi, à Libramont, malgré des précipitations des premiers mois conformes aux moyennes historiques, la quasi absence de précipitations à partir de juillet 2016 a entraîné un déficit pluviométrique cumulé de 321 mm.

Les stations de Libramont et Sombreffe présentent toutes les deux un déficit pluviométrique marqué pour 2017 et 2018. En 2017, à Libramont, le déficit s'est marqué dès le début de l'année. Il s'est accentué sur la période allant de mars à août pour atteindre un déficit cumulé égal à 212 mm en fin d'année. Sur les 1175 mm attendus, seuls 963 mm de pluie ont été enregistrés. A Sombreffe, le déficit ne s'est marqué qu'à partir du mois de mars et s'est creusé tout au long de l'année pour atteindre 147 mm. Sur les 750 mm attendus, seuls 603 mm de pluie ont été enregistrés.

En 2018, le déficit hydrique a commencé à se marquer à partir du mois de mai autant à Libramont qu'à Sombreffe. Le déficit s'est creusé à la faveur d'une longue période sèche allant de mi-mai à mi-septembre. Les précipitations de fin d'année, bien que normales, n'ont pas permis de combler le déficit pluviométrique. Fin 2018, le déficit à Sombreffe était de 330 mm et à Libramont, 282 mm.

En 2019 à nouveau, un déficit pluviométrique maximal est observé fin septembre aussi bien à Libramont (208 mm) qu'à Sombreffe (149 mm). A Libramont, les précipitations ont été supérieures aux moyennes historiques en octobre et en décembre. Ces pluies excédentaires ont permis de combler le déficit qui ne s'élève fin d'année qu'à 41 mm. A Sombreffe, seul le mois d'octobre a été excédentaire par rapport aux moyennes historiques. Le déficit s'est en partie comblé en fin d'année mais, avec 130 mm, reste plus prononcé qu'à Libramont.

1. Aperçu climatologique

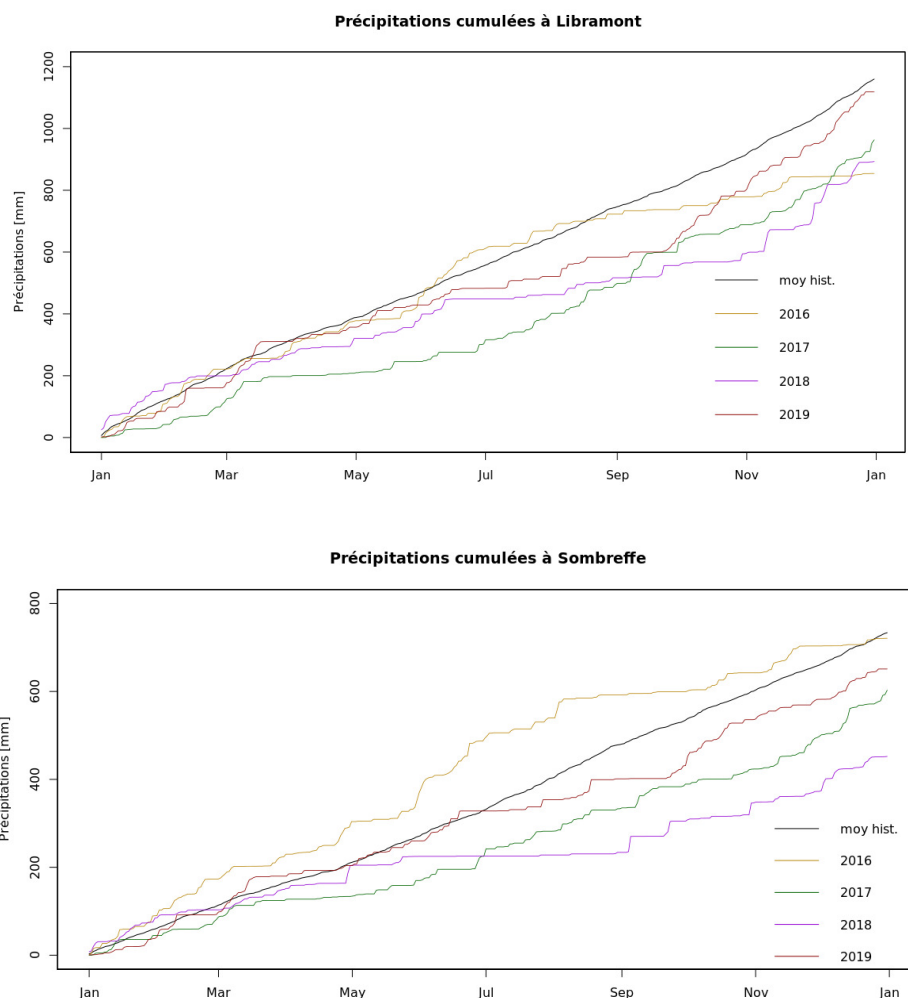


Figure 1.10 – Evolution des cumuls pluviométriques pour 2016, 2017, 2018 et 2019 et comparaison avec les cumuls historiques (moyenne de 1997 à 2017) pour deux stations météorologiques du réseau PAMESEB : Libramont et Sombreffe.

Depuis 2016, quatre années sèches se sont succédé. Le déficit pluviométrique cumulé du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2019 est de 810,8 mm à Libramont et 507,7 mm à Sombreffe. Ce déficit représente 70% des précipitations d’une année entière soit plus de 8 mois de pluie.

Les quelques mois durant lesquels les précipitations ont été supérieures aux moyennes historiques n’ont pas permis de résorber ce déficit. De plus, une partie de ces précipitations ont eu lieu sous forme d’orage. Leur effet sur le déficit hydrique doit être relativisé : en cas de précipitations violentes, surtout sur sol sec, une bonne partie de l’eau ne pénètre pas en profondeur dans le sol mais ruisselle à la surface engendrant, entre autres, des coulées de boue. Le déficit en eau disponible pour les cultures est donc plus marqué que ce que le déficit pluviométrique ne laisse présager.

Ces sécheresses à répétition ne sont pas sans impact sur l’agriculture. Dans un contexte de changements climatiques, ce type de situations pourrait être amené à devenir de plus en plus fréquent dans le futur.

2. Lutte contre les mauvaises herbes

F. Henriet¹

1	La saison 2019 et ses particularités	2
1.1	Automne-hiver 2018-2019	2
1.2	Printemps 2019	2
1.3	Automne-hiver 2019-2020	2
2	Expérimentations, résultats et perspectives.....	3
2.1	Lutte contre les graminées en froment d'hiver	3
2.2	Lutte contre les graminées, mélanger foliaire et racinaire au printemps	6
2.3	Lutte contre les graminées et techniques d'application.....	9
2.4	Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver.....	12
2.5	Nouveautés	14
3	Recommandations pratiques.....	16
3.1	Les grands principes	16
3.1.1	En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver	16
3.1.2	En froment, éviter les interventions avant l'hiver.....	16
3.1.3	En épeautre, seigle et triticales	17
3.1.4	Connaître la flore adventice de chaque parcelle	17
3.1.5	Exploiter l'apport des techniques culturales.....	17
3.2	Traitements automnaux.....	18
3.3	Traitements printaniers.....	19
3.3.1	Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver	19
3.3.2	Lutte contre les graminées en épeautre, froment, seigle et triticales	20
3.3.3	Lutte contre les dicotylées	23
3.4	Réussir son désherbage, c'est aussi.....	24
3.5	Quid de la résistance?	25
3.5.1	En quoi consiste la résistance?.....	25
3.5.2	Prévenir l'apparition de résistances.....	26
3.5.3	Gérer la résistance	26

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

1 La saison 2019 et ses particularités

F. Henriet

1.1 Automne-hiver 2018-2019

L'automne 2018 présenta des températures légèrement plus chaudes que la normale (11,8 °C au lieu de 10,9), des précipitations normales mais déficitaires (169 mm/m² au lieu de 220), un nombre de jours de pluie exceptionnellement faible (32 jours au lieu de 51) et un ensoleillement exceptionnellement important (471 heures au lieu de 322). Cet automne fut donc chaud, sec et ensoleillé. Les semis de céréales se sont déroulés « dans la poussière », d'autant plus que les précipitations furent déficitaires depuis le mois de mai 2018 (149 mm/m² au lieu de 291 entre mai et août 2018). Cette situation a évidemment impacté le désherbage automnal, principalement basé sur des solutions racinaires. Par crainte (justifiée !) de manque d'humidité dans le sol, le désherbage des escourgeons fut souvent retardé et complété par l'ajout d'un produit foliaire. Le désherbage des premiers froments semés a également pu être pénalisé.

1.2 Printemps 2019

En conjuguant une température moyenne et une durée d'ensoleillement très élevées à des précipitations quasi absentes, la seconde moitié du mois de février a sonné le retour du beau temps. Fait notable, c'est la première fois depuis 1901 que la température a dépassé les 20°C lors de ce mois (le 26/02) ! Le mois de mars fut un mois plutôt normal, moins ensoleillé que le mois de février (!), assez venteux mais très orageux (18 jours de pluie dont 11 d'orage). La majorité des désherbages a pu avoir lieu durant la seconde quinzaine de ce mois. Avril fut un peu plus chaud que la normale, très ensoleillé et déficitaire en précipitations (principalement concentrées en début et fin de mois).

1.3 Automne-hiver 2019-2020

L'automne 2019 présenta des températures légèrement plus chaudes que la normale (11,3 °C au lieu de 10,9), des précipitations normales (209 mm/m² au lieu de 220), un nombre de jours de pluie normal (53 jours au lieu de 51), un ensoleillement normal (322 heures) et une vitesse du vent normale (3,6 m/s). Nous n'étions plus habitués à avoir un automne aussi banal, surtout du point de vue des précipitations. Cela a, de manière générale, perturbé les arrachages, retardé le semis de céréales et empêché l'application d'herbicides.

2 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriët

2.1 Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Trois essais installés durant le printemps 2019 avaient pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées contre le vulpin et le jouet du vent. Le premier essai a été semé le 23 novembre 2018 à Biesmerée (région de Mettet), le second, le 8 octobre 2018 à Ciney et le troisième, le 16 octobre 2018 à Grand-Leez (Gembloux).

Le protocole prévoyait des traitements à deux stades : plein tallage (BBCH 25) et fin tallage (BBCH 29).

Le Tableau 2.1 reprend les dates d'application et la flore présente. Le Tableau 2.2 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la Figure 2.1 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins effectués fin juin 2019.

Tableau 2.1 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Date d'application		Flore présente dans les témoins lors de la dernière application
	BBCH 25-29	BBCH 29-30	
Biesmerée	01/04/2019	11/04/2019	13 vulpins/m ² (BBCH 25)
Ciney	28/03/2019	11/04/2019	134 vulpins/m ² (BBCH 30)
Grand-Leez	21/03/2019	04/04/2019	113 jouets du vent/m ² (BBCH 13-25)

Tableau 2.2 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L huile colza estérifiée
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12,5 g/L safener
CAPRI	WG	7,5 % pyroxulam + 7,5 % safener
CTU500SC	SC	500 g/L chlortoluron
FOXTROT	EW	69 g/L fenoxaprop + 34,5 g/L safener
SIGMA MAXX	OD	10 g/L mesosulfuron + 2 g/L iodosulfuron + 30 g/L safener

Résultats

Les essais ont présenté des résultats légèrement contrastés (Figure 2.1). Malgré une infestation en vulpins moins importante (probablement due à la date de semis plus tardive), l'essai de Biesmerée (61% d'efficacité moyenne) présentait des efficacités systématiquement inférieures à celles rencontrées dans l'essai de Ciney (82% d'efficacité moyenne). L'essai de Biesmerée était installé dans une terre connue pour abriter des « vulpins difficiles ». L'efficacité moyenne observée dans l'essai de Grand-Leez, mené contre jouet du vent, était de 62%.

Parmi les traitements effectués au **stade plein tallage**, le SIGMA MAXX présentait une

2. Lutte contre les mauvaises herbes

efficacité moyenne insatisfaisante de 70% (Figure 2.1). Il était possible d'améliorer l'efficacité en lui ajoutant du CAPRI (+9%), de l'AXIAL (+16%), du CTU500SC (+17%) ou de l'AXIAL + du CTU500SC (+21%). Le CAPRI était, comme attendu, légèrement en retrait (66%) et équivalent au mélange AXIAL + CTU500SC (66%). Les autres traitements testés, AXIAL et AXIAL + FOXTROT étaient encore moins efficaces : 54 et 52%, respectivement.

Appliqué au **stade fin tallage**, le SIGMA MAXX (0,9 L/ha) voyait son efficacité moyenne reculer (65%, -5%). A ce stade, il fut légèrement plus efficace de compléter le SIGMA MAXX par du CAPRI (74%, +9%) que d'augmenter la dose de SIGMA MAXX à 1,5 L/ha (71%, +6%) ou de le compléter par de l'AXIAL (71%, +6%). Retarder l'application était clairement néfaste pour l'AXIAL (44%, -10%) et pour le mélange AXIAL + FOXTROT (47%, -5%).

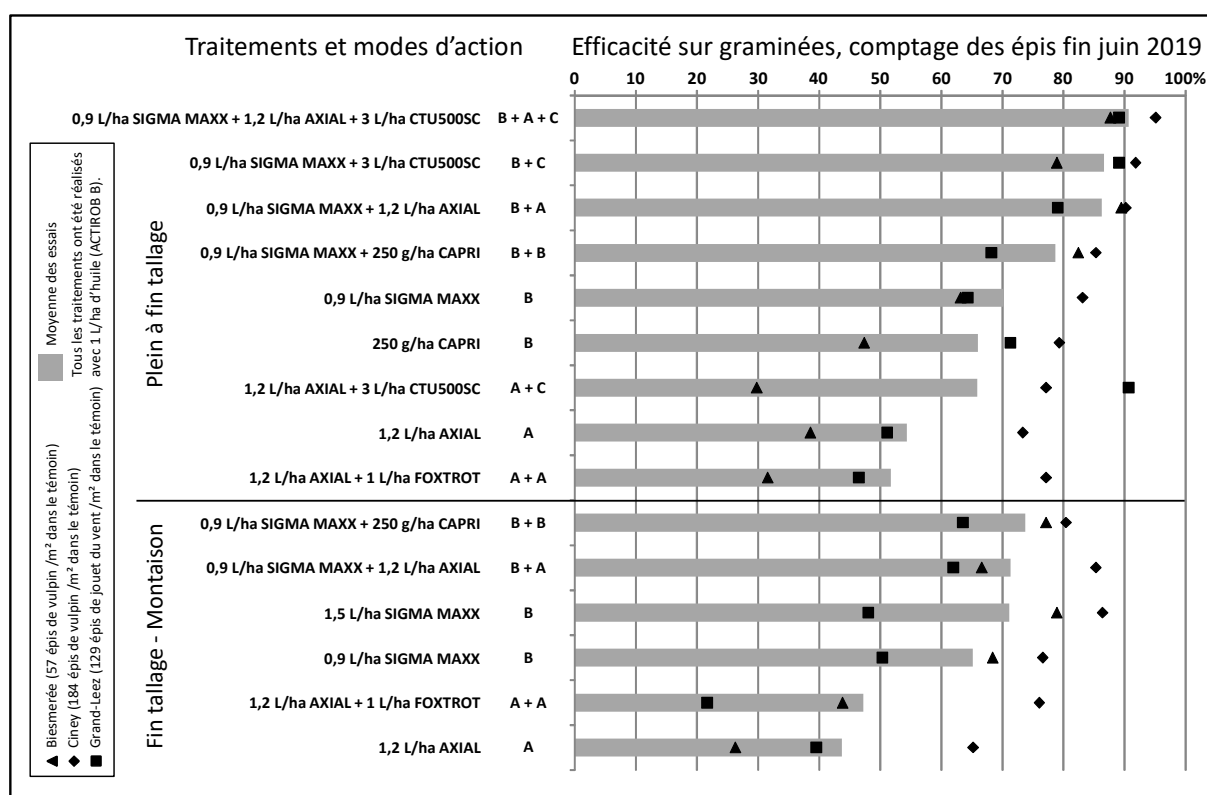


Figure 2.1 – Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$.

Discussion - conclusions

- Il est généralement admis qu'il est plus facile de lutter contre le jouet du vent que contre le vulpin. Les résultats obtenus cette année montrent que ce n'est pas si simple et qu'il faut désormais considérer le jouet du vent comme aussi « difficile » que le vulpin. A confirmer : l'apport très intéressant du *chlortoluron* (CTU500SC) contre le jouet du vent.
- C'est devenu une constante depuis quelques années : considérant les produits antigaminées à pénétration foliaire, le SIGMA MAXX était supérieur au CAPRI, lui-même étant meilleur que l'AXIAL.
- Pour lutter durablement contre les graminées, l'efficacité finale, c'est-à-dire l'efficacité obtenue après la mise en œuvre de leviers agronomiques et la lutte en culture (chimique ou mécanique), doit être aussi complète que possible. Afin d'y parvenir dans des semis précoces non désherbés à l'automne, l'application de 0,9 L/ha de SIGMA MAXX (ou son équivalent en *mesosulfuron*) devrait constituer le traitement minimal.
- Si ce type de traitement est, sur base de la flore en présence et de l'historique de la parcelle, pressenti insuffisant, il sera nécessaire de le compléter. La dose de SIGMA MAXX peut être portée à 1,5 L/ha ou un partenaire foliaire peut lui être ajouté. Ces deux essais montrent que l'AXIAL constitue un partenaire idéal et confirment les résultats obtenus dans une autre série d'essais (cfr Livre blanc de février 2018 : « Le point sur les mélanges d'antigaminées foliaires »).
- Dans ces essais, l'ajout d'un partenaire racinaire, le *chlortoluron* (CTU500SC) en l'occurrence, s'est révélé intéressant, aussi performant que l'ajout d'AXIAL. Une série d'essais présentée dans ce Livre blanc (cfr point 2.2 « Lutte contre les graminées, mélanger foliaire et racinaire au printemps ») montre que ce n'est manifestement pas le cas chaque année. Il est généralement conseillé de réserver l'utilisation des produits racinaires durant l'automne ou en sortie d'hiver sur des froments semés tardivement (et donc des graminées peu développées).
- Cela s'est encore confirmé cette année : en moyenne, postposer le traitement est une mauvaise option. Sur la moyenne de ces trois essais, retarder d'application de 13 jours fait perdre 5% d'efficacité. Si les conditions sont bonnes (humidité relative supérieure à 60% et sol humide), il n'est pas conseillé d'attendre, même si le SIGMA MAXX semble plus flexible que le CAPRI et l'AXIAL.

2. Lutte contre les mauvaises herbes

2.2 Lutte contre les graminées, mélanger foliaire et racinaire au printemps

Depuis 2016, cinq essais ont été installés en culture de froment d'hiver dans le but d'évaluer l'intérêt de mélanger, au printemps, un produit foliaire avec un produit racinaire pour lutter contre les graminées.

Le protocole mettait en œuvre un produit à pénétration foliaire : l'ATLANTIS WG ou le SIGMA MAXX (pour l'essai mené en 2019). Celui-ci était appliqué seul ou en mélange avec du *chlortoluron* (CTU500SC), de l'ATTRIBUT, du DEFI ou du STOMP AQUA. Afin de ne pas masquer les effets du mélange en utilisant des doses « trop efficaces », l'ATLANTIS WG ou le SIGMA MAXX étaient pulvérisés à une dose apportant 6 g/ha de *mesosulfuron*. Le protocole prévoyait des traitements à deux stades : plein tallage (BBCH 25) et fin tallage (BBCH 29). Tous les traitements ont été appliqués avec 1 L/ha d'ACTIROB B.

Le Tableau 2.3 reprend les dates d'application et la flore présente. Le Tableau 2.4 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la Figure 2.2 présente les résultats des comptages d'épis de vulpin effectués fin juin.

Tableau 2.3 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Date d'application		Flore présente dans les témoins lors de la dernière application
	BBCH 25-29	BBCH 29-30	
Grand-Leez 2016	06/04/2016	20/04/2016	40 vulpins/m ² (BBCH 29)
Horion 2016	11/04/2016	20/04/2016	18 vulpins/m ² (BBCH 30)
Arbre 2018	06/04/2018	18/04/2018	40 vulpins/m ² (BBCH 30)
Acoz 2018	06/04/2018	17/04/2018	52 vulpins/m ² (BBCH 25-29)
Orp-Jauche 2019	20/03/2019	05/04/2019	145 vulpins/m ² (BBCH 30)

Tableau 2.4 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ATLANTIS WG ²	WG	3% mesosulfuron + 0.6% iodosulfuron + 9% safener
ATTRIBUT	SG	70% propoxycarbazone
CTU500SC	SC	500 g/L chlortoluron
DEFI	EC	800 g/L prosulfocarbe
SIGMA MAXX ³	OD	10 g/L mesosulfuron + 2 g/L iodosulfuron + 30 g/L safener
STOMP AQUA	CS	455 g/L pendimethaline

² Produit utilisé dans les essais 2016 et 2018.

³ Produit utilisé dans l'essai 2019.

Résultats

L'application, au stade plein à fin tallage, de 200 et 300 g/ha d'ATLANTIS WG (ou son équivalent en SIGMA MAXX – essai 2019) procurait, en moyenne et respectivement, 64% et 72% d'efficacité. Ajouter les produits racinaires suivants n'améliorait pas l'efficacité : ATTRIBUT (63%), CTU500SC (64%) et STOMP AQUA (64%). L'adjonction de DEFI a par contre permis d'augmenter l'efficacité substantiellement pour présenter 76% (+12%) d'efficacité moyenne.

Lors d'une application plus tardive, au stade fin tallage à montaison, l'ATLANTIS WG (ou son équivalent en SIGMA MAXX – essai 2019) appliqué seul à la dose de 300 g/ha montrait une efficacité moyenne de 63%, soit 9% de moins que lors d'une pulvérisation plus précoce. L'application de 500 g/ha d'ATLANTIS WG permettait d'obtenir une efficacité de 72%. Comme lors d'une application plus précoce, le mélange avec DEFI proposait l'efficacité moyenne la plus intéressante (77% ; +14%) tandis que l'ajout d'autres produits racinaires n'apportait que des résultats intermédiaires : ATTRIBUT (65% ; +2%), CTU500SC (68%, +5%) et STOMP AQUA (68%, +5%).

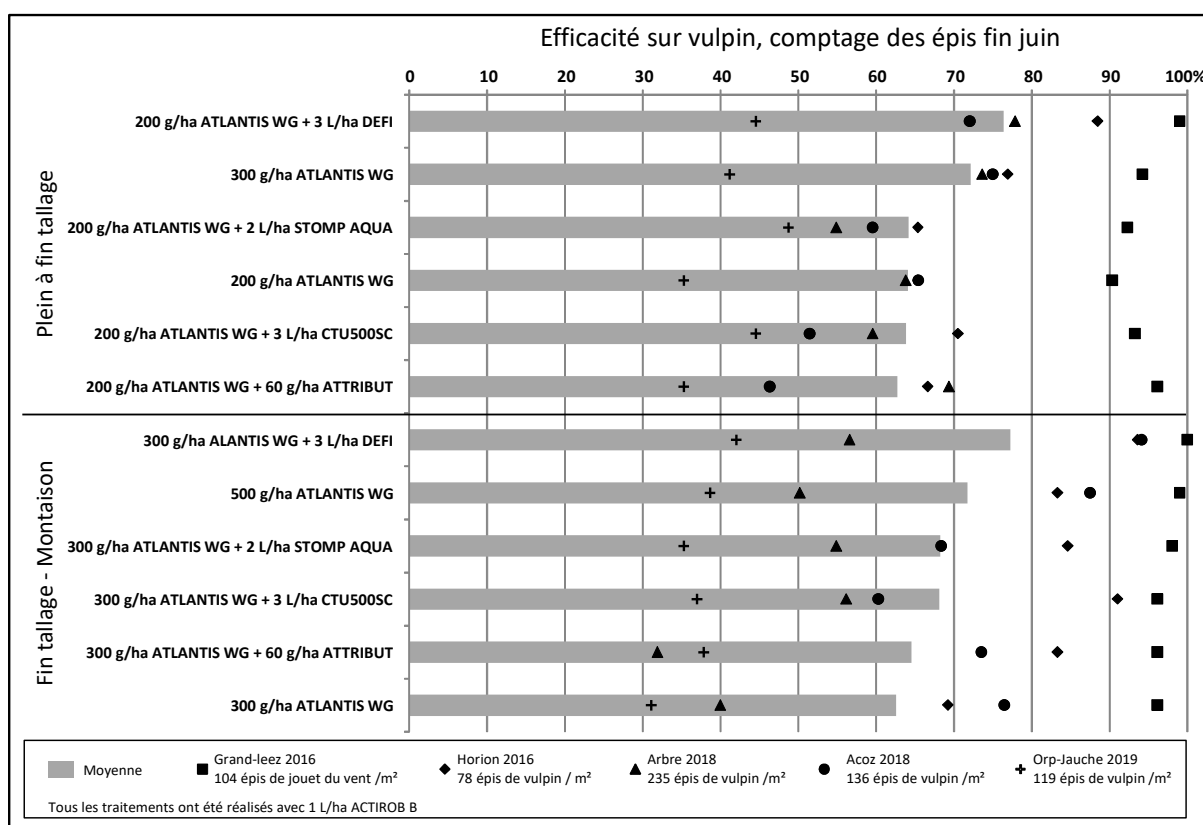


Figure 2.2 – Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$.

2. Lutte contre les mauvaises herbes

Discussion - conclusions

Des résultats d'essais similaires ont déjà été présentés dans le Livre blanc de février 2017. L'herbicide foliaire testé était également l'ATLANTIS WG et les racinaires associés étaient l'*isoproturon* (IPU500SC), le STOMP AQUA et l'ATTRIBUT.

Comme présenté en 2017 et comme observé régulièrement par ailleurs, une dose réduite d'ATLANTIS WG (ou équivalent SIGMA MAXX) est moins efficace. Reporter l'application fait également chuter l'efficacité. Sur la moyenne de ces cinq essais, retarder d'application de 12 jours fait perdre 9% d'efficacité. S'il est manifestement possible de compenser cette perte en portant la dose d'ATLANTIS WG à 500 g/ha (+ 200 g/ha), il est sans doute judicieux d'économiser ce complément ou préférable de l'apporter plus tôt afin d'améliorer l'efficacité.

Comme présenté en 2017 avec des produits similaires, l'intérêt d'ajouter un produit racinaire (*chlortoluron*, STOMP AQUA ou ATTRIBUT dans cette série d'essais) à un foliaire (l'ATLANTIS WG ou équivalent SIGMA MAXX) est apparu limité. Lors de l'application plus précoce, le gain d'efficacité était faible, voire nul. Lors de l'application plus tardive, le gain était plus élevé (de 2 à 5% en fonction du produit considéré) mais sans toutefois atteindre l'efficacité proposée par la dose maximale d'ATLANTIS WG (+9%). Il reste donc conseillé d'employer la dose pleine d'antigraminées foliaire sur des vulpins ou des jouets du vent ayant atteint (ou dépassé !) le stade plein tallage au moment du traitement.

Contrairement aux autres racinaires éprouvés dans cette série d'essais, le DEFI, non présenté en 2017 car non testé à l'époque, s'est révélé très intéressant. Il a en effet permis d'améliorer nettement l'efficacité, qu'il ait été appliqué plus précocement (+12%) ou plus tardivement (+14%). Une dose réduite d'ATLANTIS WG mélangée à 3 L/ha de DEFI était presque systématiquement meilleure que la dose pleine d'ATLANTIS WG. Généralement conseillé à l'automne, le DEFI semble donc constituer un partenaire de choix, même lorsqu'il est appliqué au printemps, sur un froment développé. Dans le cadre de cette série d'essais, la mise en œuvre du DEFI n'a pas strictement respecté ses conditions d'homologation : il peut être appliqué au printemps (à condition de ne pas avoir été appliqué durant l'automne), mais pas sur des céréales ayant dépassé le stade 3 feuilles (BBCH 13). Les résultats présentés sont néanmoins pertinents pour des applications printanières, sur des froments moins développés. Malgré les contraintes liées au stade de la culture, ces essais montrent toutefois que l'application printanière de DEFI peut constituer une alternative à ne pas négliger...

2.3 Lutte contre les graminées et techniques d'application

Depuis 2016, cinq essais ont été installés au printemps, en culture de froment d'hiver, afin d'évaluer, en termes d'efficacité contre le vulpin, l'influence de la technique d'application (volume / hectare et type de buses) et l'intérêt d'ajouter des mouillants à la préparation.

Trois techniques d'application ont été éprouvées :

- Volume hectare de 200L/ha et utilisation de buses à induction d'air AI110015 ;
- Volume hectare de 200L/ha et utilisation de buses à fentes classiques XR11002 ;
- Volume hectare de 80L/ha et utilisation de buse à fentes classiques XR11001.

Deux mélanges d'adjuvants ont été testés :

- 1% d'ACTIROB B ;
- 1% d'ACTIROB B + 0.01% mouillant + 0.5% sulfate d'ammoniaque (SAM).

Trois doses d'ATLANTIS WG ou de SIGMA MAXX (pour les essais menés en 2019) ont été pulvérisées pour chacune des 6 combinaisons. Les 18 traitements (3 techniques * 2 adjuvants * 3 doses) ont été appliqués au même moment.

Le Tableau 2.5 reprend les dates d'application et la flore présente. Le Tableau 2.6 détaille la composition des produits utilisés, et la Figure 2.3 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins en juin.

Tableau 2.5 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Date d'application	Stade d'application	Flore présente dans les témoins lors de la dernière application
Avin 2016	14/04/2016	BBCH 30	24 vulpins/m ² (BBCH 30)
Lavoir 2016	13/04/2016	BBCH 30	34 vulpins/m ² (BBCH 25-29)
Arbre 2018	18/04/2018	BBCH 30	29 vulpins/m ² (BBCH 30)
Fosses-la-Ville 2019	27/03/2019	BBCH 25-29	22 vulpins/m ² (BBCH 21-25)
Wasmes 2019	01/04/2019	BBCH 25-29	14 vulpins/m ² (BBCH 21-25)

Tableau 2.6 – Composition des produits utilisés.

Produit	Type	Dose	Composition
ACTIROB B	Huile	1%	EC: 812 g/L <i>huile colza estérifiée</i>
ATLANTIS WG ⁴	Herbicide	400/300/200 g/ha	WG: 3% <i>mesosulfuron</i> + 0,6% <i>iodosulfuron</i> + 9% <i>safener</i>
SIGMA MAXX ⁵	Herbicide	1,2/0,9/0,6 L/ha	OD: 10 g/L <i>mesosulfuron</i> + 2 g/L <i>iodosulfuron</i> + 30 g/L <i>safener</i>
SILWET L77 ⁶	Mouillant	0.01%	EC: 830 g/L <i>heptamethyltrisiloxane</i>
Sulfate d'ammoniaque	Humectant Correcteur de dureté	0.5%	21% azote ammoniacal + 60% anhydride sulfurique

⁴ Produit utilisé dans les essais 2016 et 2018.

⁵ Produit utilisé dans les essais 2019.

⁶ Produit non homologué en Belgique.

2. Lutte contre les mauvaises herbes

Résultats

Les essais ont présenté des résultats contrastés (Figure 2.3). Les essais de Avin 2016 (98% d'efficacité moyenne), Fosses-la-Ville 2019 (96%) et Wasmes 2019 (94%) montraient des efficacités élevées, généralement comprises entre 90 et 100%. Les efficacités obtenues au sein des deux autres essais, Lavoir 2016 (46% d'efficacité moyenne) et Arbre 2018 (54%), étaient beaucoup plus variables, comprises entre 27 et 72%. Ces différences peuvent s'expliquer par :

- l'infestation finale⁷, plus élevée à Lavoir 2016 et Arbre 2018 ;
- la présence de vulpins résistants à Lavoir 2016 (vulpins sensibles à Avin 2016 et non testés dans les autres essais) ;
- l'humidité relative extrêmement faible mesurée au moment du traitement à Arbre 2018 (environ 40% contre >60% dans les autres essais).

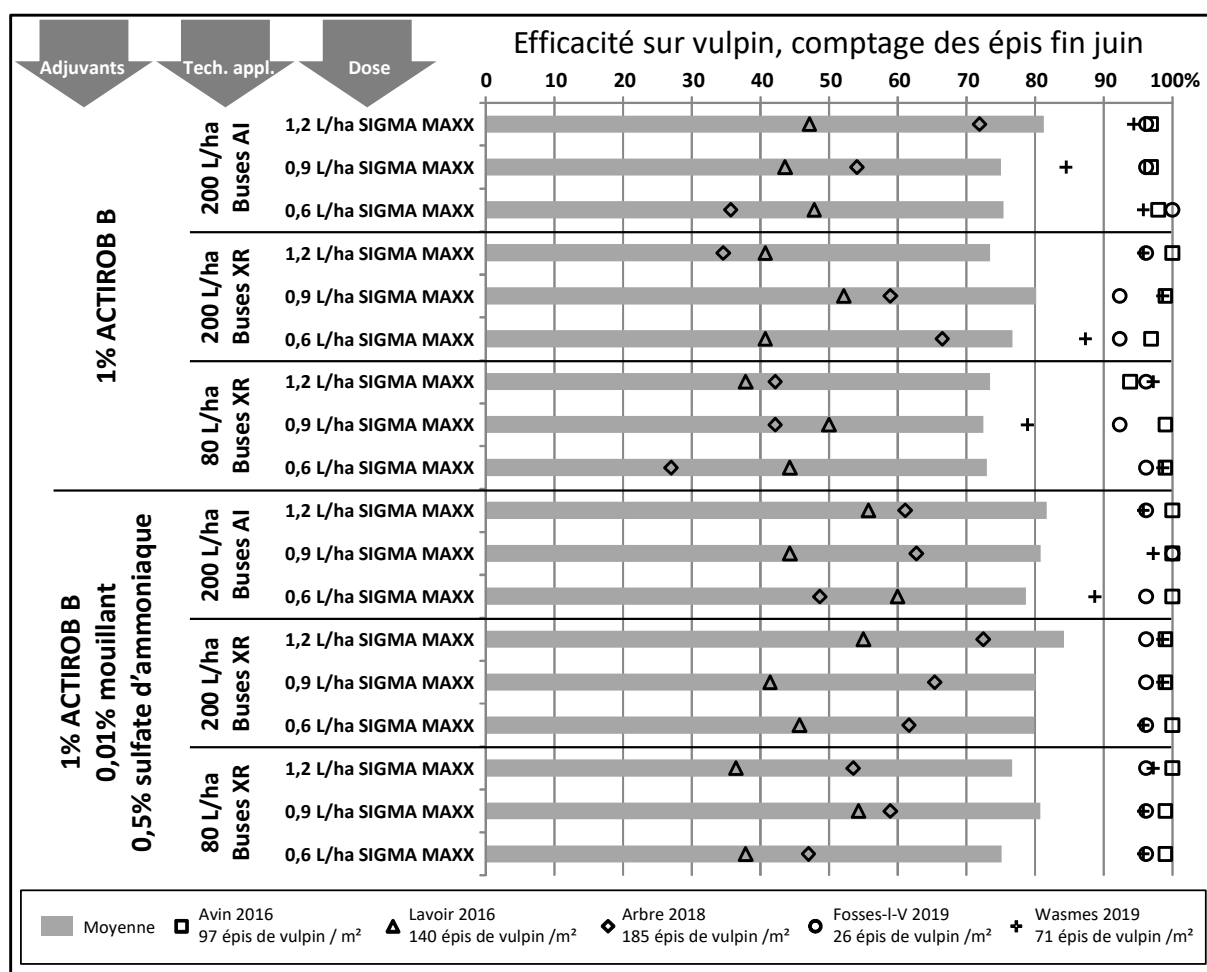


Figure 2.3 – Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$.

⁷ Infestation finale : nombre d'épis de vulpin / m² dans les témoins au mois de juin (cfr Figure 2.3).

Les efficacités moyennes (5 essais) étaient comprises entre 73 et 84%. Le meilleur traitement consistait en l'application à 200 L/ha, avec des buses classiques XR, de 400 g/ha d'ATLANTIS WG (ou équivalent SIGMA MAXX) en mélange avec des adjuvants supplémentaires (84%). Les efficacités les plus faibles (73-74%) étaient obtenues avec des traitements à 80 L/ha, sans adjuvants supplémentaires (quelle que soit la dose d'ATLANTIS appliquée) et, assez étonnamment, avec la dose élevée d'ATLANTIS WG appliquée à 200 L/ha, avec des buses classiques XR, sans adjuvant supplémentaire.

Le Tableau 2.7 résume les tendances observées en fonction des facteurs étudiés. Tous les autres facteurs étant confondus, l'ajout d'adjuvants supplémentaires permettait d'améliorer l'efficacité de 4%. A volume hectare constant (200 L/ha), le type de buses utilisées (AI ou XR) n'a pas eu d'influence. A buse équivalente (XR mais calibre différent), le recours à un volume hectare de 200 L/ha semblait préférable. L'utilisation de doses élevées d'ATLANTIS (400 ou 300 g/ha) permettait d'obtenir des efficacités équivalentes, la dose réduite décrochant très légèrement (-2%).

Tableau 2.7 – Moyenne générale par facteur, tous les autres facteurs étant confondus.

Adjuvants (n=45)		Volume hectare et buses (n=30)		Dose d'ATLANTIS WG (n=30)	
1% ACTIROB B	75,7%	200 L/ha + buses AI	78,8%	400 g/ha	78,5%
1% ACTIROB B 0.01% mouillant 0.5% SAM	79,8%	200 L/ha + buses XR	79,1%	300 g/ha	78,2%
différence	4,1%	80 L/ha + buses XR	75,3%	200 g/ha	76,5%

Discussion - conclusions

Ces résultats confirment les résultats obtenus par d'autres Institutions, Arvalis notamment.

L'utilisation d'adjuvants supplémentaires permet d'améliorer l'efficacité des antigraminées. Cette amélioration est probablement due plus au sulfate d'ammoniaque qu'au mouillant.

L'utilisation de buses à injection d'air, homologuées pour réduire la dérive, peut se faire sans crainte de voir l'efficacité des produits foliaires systémiques (antigraminées foliaires par exemple) diminuer.

La dose d'emploi du produit reste primordiale mais celle-ci peut être réduite si l'application a lieu dans de bonnes conditions (être attentif à l'hygrométrie, principalement).

Dans ces essais, la réduction du volume / hectare semble influencer négativement l'efficacité. Ce n'est pas observé par Arvalis qui peut conseiller de réduire le volume / hectare jusqu'à 50 L/ha, pour autant que les produits utilisés soient systémiques.

2. Lutte contre les mauvaises herbes

2.4 Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver

Au printemps 2019, un essai visant à étudier divers traitements antidicotylées a été implanté à Ciney. Tous les traitements ont été réalisés 28 mars 2019 au stade mi à fin tallage (BBCH 25-29) de la culture de froment d'hiver.

Le Tableau 2.8 reprend les différentes adventices et leur stade de développement au moment de l'application ; le Tableau 2.9 détaille la composition des produits utilisés. Les résultats obtenus dans cet essai concernent un nouveau produit, le REXADE TRIO, qui est présenté au point 2.5. Enfin, la Figure 2.4 présente les résultats des cotations visuelles effectuées 4 semaines après l'application.

Tableau 2.8 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Application		Flore présente lors de l'application	
	Date	Stade culture	Espèce	Densité (pl/m ²) ; stade
Ciney	28/03/2019	BBCH 25-29	Gaillet Myosotis Mouron des oiseaux Pensée sauvage Camomille Coquelicot	* ; BBCH 21-29 49 ; BBCH 14-18 40 ; BBCH 59 23 ; BBCH 12-16 10 ; BBCH 14-16 7 ; BBCH 14-18

* Il ne fut pas possible de compter les gaillets : l'infestation moyenne a été estimée à 37% de couverture du sol.

Tableau 2.9 – Composition des produits utilisés (en gras, nouveau produit).

Produit	Formulat.	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ALLIE	SG	20% metsulfuron
ALLIE EXPRESS	SG	40% carfentrazone + 10% metsulfuron
CAPRI	WG	7,5% pyroxsulam + 7,5% safener
CAPRI DUO	WG	7,08% pyroxsulam + 1,42% florasulam + 7,08% safener
CONNEX	WG	68,2% thifensulfuron + 6,8% metsulfuron
FOX 480 SC	SC	480 g/L bifenox
OMNERA	OD	135 g/L fluroxypyr + 30 g/L thifensulfuron + 5 g/L metsulfuron
PIXXARO EC	EC	280 g/L fluroxypyr + 12 g/L halauxifen + 12 g/L safener
REXADE TRIO	WG	24% pyroxsulam + 10% florasulam + 10% halauxifen + 21% safener
SIGMA MAXX	OD	10 g/L mesosulfuron + 2 g/L iodosulfuron + 30 g/L safener
SIGMA STAR	WG	4,5% mesosulfuron + 2,25% thiencarbazone + 0,9% iodosulfuron + 13,5% safener
TREVISTAR	EC	100 g/L fluroxypyr + 80 g/L clopyralide + 2,5 g/L florasulam
TREZAC	EC	30 g/L halauxifen + 25 g/L aminopyralide + 30 g/L safener
ZYPAR	OD	6 g/L halauxifen + 5 g/L florasulam + 6 g/L safener

Résultats - discussion

Quatre semaines après l'application, les traitements présentaient des spectres d'activité variés. Dans la Figure 2.4, les produits sont classés par ordre d'efficacité moyenne, l'OMNERA présentant l'efficacité moyenne la plus élevée et le FOX 480 SC, la plus faible. L'adventice la plus difficile à combattre reste la pensée sauvage (44% d'efficacité moyenne) alors que le mouron des oiseaux est plus facilement contrôlé (81% d'efficacité moyenne).

A ce moment, tous les traitements à l'exception du FOX 480 SC (25%) et de l'ALLIE (15%) étaient statistiquement équivalents contre le gaillet avec une efficacité comprise entre 70 (SIGMA MAXX) et 88% (PIXXARO EC). Deux semaines plus tard (données non présentées), l'efficacité des traitements était comprise entre 85 (CONNEX) et 95% (TREVISTAR), le FOX 480 SC et l'ALLIE restant nettement insuffisants.

Quatre semaines après l'application, les 6 traitements les plus efficaces (de 68 à 78%) contre le myosotis incluaient tous au moins une hormone. Les autres traitements n'atteignaient pas plus de 58%.

Contre le mouron des oiseaux, la plupart des traitements montraient une efficacité comprise entre 83 et 90%. L'ALLIE (70%) était insuffisant, et le FOX 480 SC (23%) inefficace.

Les produits les plus efficaces contre la pensée sauvage furent, quatre semaines après l'application, l'ALLIE EXPRESS (75%) et le CONNEX (68%). Une série de produits, menés par le FOX 480 SC (60%), présentait une efficacité moyenne comprise entre 60 et 40%. Les traitements les moins efficaces, PIXXARO EC (25%), TREZAC (23%), TREVISTAR (17%) et ZYPAR (15%), sont principalement constitués d'hormones et de *florasulam*, non actifs contre la pensée sauvage.

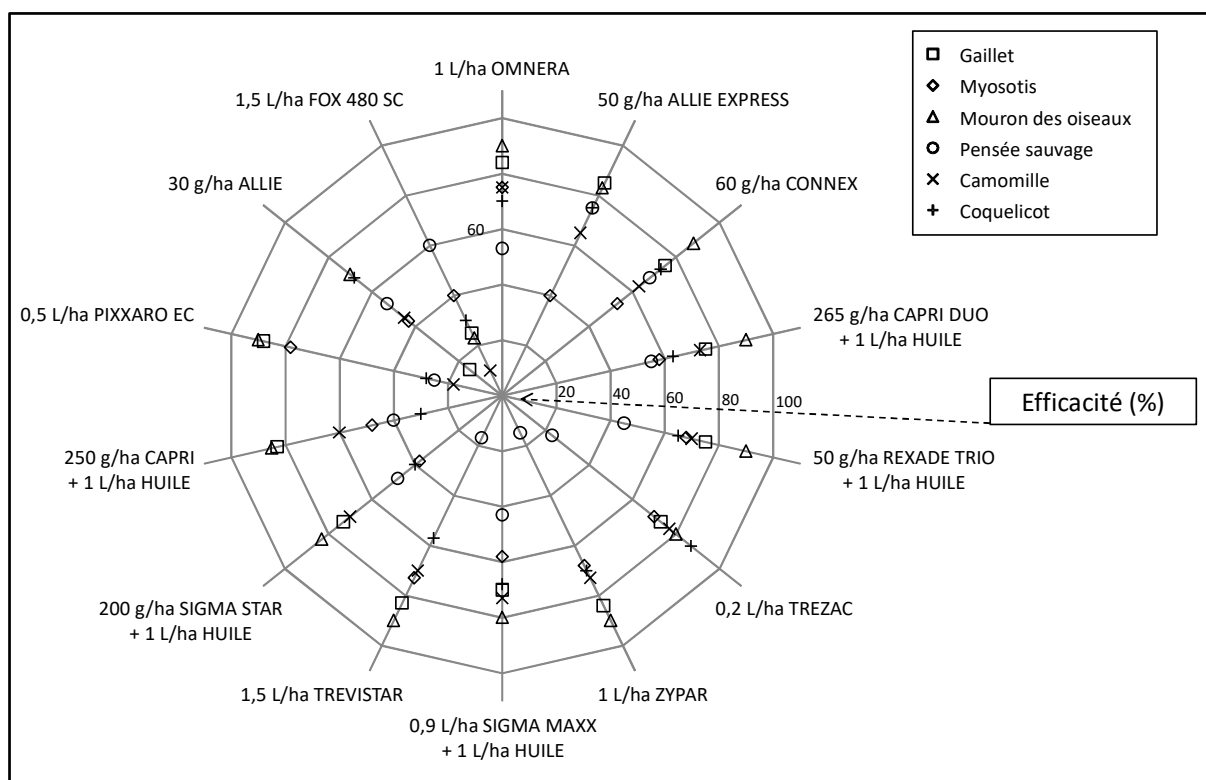


Figure 2.4 – Résultats de l'observation visuelle (efficacité en %) effectuée 4 semaines après l'application des traitements.

2. Lutte contre les mauvaises herbes

La camomille était bien maîtrisée (efficacité comprise entre 70 et 77%) par l'OMNERA et les produits incluant de l'*aminopyralide*, du *florasulam* ou de l'*iodosulfuron*. Certains produits comme l'ALLIE EXPRESS (65%), le CONNEX (63%) et le CAPRI (60%) étaient insuffisants tandis que l'ALLIE (45%), le PIXXARO EC (18%) et le FOX 480 SC (10%) restaient inefficaces.

Le TREZAC fut très efficace contre le coquelicot : 87%. Un groupe de produits aux compositions variées présentait, quatre semaines après l'application, une efficacité intéressante comprise entre 65 à 75%. Le CAPRI DUO (63%) et le TREVISTAR (57%) étaient intermédiaires alors que le SIGMA STAR (40%), le CAPRI (30%), le FOX 480 SC (30%) et le PIXXARO EC (28%) restaient, étonnamment pour certains, inefficaces.

2.5 Nouveautés

REXADE TRIO

Le REXADE TRIO regroupe au sein d'une même formulation le *pyroxsulam* du CAPRI, le *florasulam* du PRIMUS et l'*halauxifen* disponible dans le ZYPAR, le PIXXARO EC ou le TREZAC. Ces trois molécules sont des herbicides systémiques à pénétration foliaire.

Si le *pyroxsulam* et le *florasulam* sont deux Triazolopyrimidines (inhibiteurs de l'AcetoLactate Synthase – mode d'action B), le premier est très efficace contre les graminées, les véroniques et la pensée, tandis que le second est un antidiocotylées efficace contre le gaillet, la camomille, le mouron des oiseaux, ... L'*halauxifen*, quant à lui, est une auxine synthétique (hormones – mode d'action O) très efficace contre le coquelicot, le lamier, le fumeterre, le gaillet, les géraniums, le bleuet, ... Le REXADE TRIO constitue donc un produit à très large spectre. Utilisé à sa dose maximale, le produit devrait être en mesure de contrôler efficacement les jouets du vent sensibles. En présence de vulpin, il serait préférable de lui adjoindre un partenaire à base de *mesosulfuron*.

Le REXADE TRIO est un granulé à disperser dans l'eau (WG) contenant 24% *pyroxsulam* + 10% *florasulam* + 10% *halauxifen* + 21% safener. Il ne peut être utilisé qu'en sortie d'hiver / printemps, et une seule application par culture est autorisée. Il doit être mélangé avec un adjuvant à base d'huile de colza estérifiée (1 L/ha d'ACTIROB B, par exemple). En froment, seigle et triticales d'hiver, il est autorisé du stade début tallage au stade 2 nœuds (BBCH 21-32) à une dose maximale de 50 g/ha. En froment de printemps, il est autorisé du stade début tallage au stade 2 nœuds (BBCH 21-32) à une dose maximale de 40 g/ha.

CROUPIER OD

Le produit CROUPIER OD est une dispersion huileuse (OD) contenant 225 g/L *fluroxypyr* + 9 g/L *metsulfuron*. Ces deux substances actives sont utilisées depuis longtemps en céréales. Le *fluroxypyr* est une hormone disponible dans le STARANE tandis que le *metsulfuron* est la sulfonyleurée de l'ALLIE. La combinaison de ces deux substances fait du CROUPIER OD un produit antidicotylées à large spectre. Il devrait toutefois manquer d'efficacité contre les véroniques, la pensée, le fumeterre, ...

Le CROUPIER OD est homologué uniquement au printemps dans les céréales suivantes : froment (de printemps et d'hiver), orge (de printemps et d'hiver), seigle d'hiver et triticale d'hiver. Sa dose maximale d'utilisation dépend du stade atteint par la céréale :

- 0,67 L/ha du stade montaison au stade dernière feuille (BBCH 30-39) ;
- 0,55 L/ha du stade début tallage au stade fin tallage (BBCH 21-29) ;
- 0,45 L/ha du stade 3 feuilles au stade 9 feuilles (BBCH 13-19), uniquement sur céréales de printemps.

FLAME DUO

Formulé sous forme de granulés solubles dans l'eau (SG), le FLAME DUO contient 25% de *tribenuron* + 10.4% de *florasulam*. Ces deux substances actives sont également utilisées depuis longtemps en céréales. Le *tribenuron* est la sulfonyleurée du CAMEO alors que le *florasulam* est la triazolopyrimidine du PRIMUS. La combinaison de ces deux substances fait du FLAME DUO un produit antidicotylées à large spectre. Il devrait toutefois manquer d'efficacité contre les véroniques, la pensée, le fumeterre, ...

Il est autorisé uniquement au printemps, sur froment d'hiver, orge d'hiver et orge de printemps, du stade 3 talles visibles au stade dernière feuille (BBCH 23-39) à une dose maximale de 60 g/ha.

3 Recommandations pratiques

F. Henriët

3.1 Les grands principes

3.1.1 En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver

Semés fin septembre - début octobre, les escourgeons et les orges d'hiver commencent à taller fin octobre - début novembre. C'est donc à cette période qu'il faut intervenir car c'est à ce moment que la majorité des mauvaises herbes vont également germer et croître.

Jeunes et peu développées, les adventices sont éliminées facilement et économiquement en automne. En revanche, au printemps, les mauvaises herbes ayant passé l'hiver sont trop développées et la culture, en général dense et vigoureuse, perturbe la lutte (effet parapluie). Des rattrapages printaniers sont néanmoins possibles et quelques fois nécessaires.

3.1.2 En froment, éviter les interventions avant l'hiver

Semés plus tard que les orges, les froments d'hiver, dans la plupart des situations, ne demandent pas d'intervention herbicide avant le printemps, parce que :

- avant l'hiver, le développement des adventices est faible ou modéré ;
- grâce à la gamme d'herbicides agréés aujourd'hui, il est possible d'assurer le désherbage après l'hiver, même dans des situations difficiles ;
- les applications d'herbicides à l'automne ne suffisent presque jamais et doivent de toute façon être suivies d'un rattrapage printanier ;
- les dérivés de l'urée (*chlortoluron* par exemple) se dégradent assez rapidement. Appliqués avant l'hiver, leur concentration dans le sol est trop faible pour permettre d'éviter les levées de mauvaises herbes au retour des beaux jours.

Le désherbage du froment AVANT l'hiver EST justifié en présence d'adventices résistantes (voir point 3.5) ou en cas de développement précoce et important. Cela peut arriver notamment :

- lors d'un semis précoce suivi d'un automne doux et prolongé ;
- en cas d'échec ou d'absence de désherbage dans la culture précédente ;
- lorsqu'il n'y a pas eu de labour avant le semis.

Un désherbage automnal est presque toujours suivi par un complément au printemps. Le cas échéant, le désherbage est raisonné en programme.

3.1.3 En épeautre, seigle et triticale

Le désherbage de ces céréales peut se raisonner comme dans le cas du froment. Il est cependant possible que certains produits agréés en froment ne le soient pas dans ces cultures. Il faut donc vérifier systématiquement les autorisations.

3.1.4 Connaître la flore adventice de chaque parcelle

Contrairement aux insectes ou aux agents pathogènes, les mauvaises herbes ne se déplacent pas. Chaque parcelle présente donc une flore adventice propre et il est très utile de connaître sa composition (espèces en présence et niveaux d'infestation) pour déterminer les choix de désherbage de façon pertinente et rentable. Pourquoi, par exemple, faudrait-il utiliser des antigraminées coûteux si la parcelle est exempte de graminées ?

Il est également très utile d'avoir en tête quelques notions de base à propos de la biologie et de la nuisibilité des adventices. En effet, chaque espèce présente des caractéristiques propres telles que la ou les périodes de levée, les conditions de germination, la profondeur optimale pour stimuler la levée, la durée de vie de la semence dans le sol, ... La nuisibilité des adventices vis-à-vis de la culture est, elle-aussi, spécifique de l'espèce. La nuisibilité directe correspond à la perte de rendement due à la compétition pour l'eau et les nutriments. Elle dépend de l'intensité de l'infestation. La nuisibilité indirecte, également appelée nuisibilité pluriannuelle, est plus difficilement quantifiable et peut être la conséquence de problèmes mécaniques occasionnés lors de la récolte, d'un défaut de qualité de la récolte (humidité, impuretés, ...) ainsi que de la production de semences adventices restant dans la parcelle et susceptibles de poser des problèmes par la suite.

3.1.5 Exploiter l'apport des techniques culturales

Diverses techniques, ancestrales ou modernes, contribuent à la gestion des adventices.

1. La rotation

La présence dans un assolement d'une culture de printemps modifie et perturbe le cycle de développement des adventices nuisibles aux céréales d'hiver et les empêche de s'adapter à un système de culture trop répétitif. Contrairement à la monoculture, la rotation permet également de faire varier les modes d'action des herbicides utilisés.

2. Le régime de travail du sol

Le régime de travail du sol influence l'évolution de la flore adventice. En assurant un enfouissement profond des semences d'adventices, le labour réduit considérablement la viabilité du stock de semences. A titre d'exemple, il détruirait de l'ordre de 85 % des semences de vulpin et 50 % des semences de ray-grass. L'adoption de techniques sans labour induit des modifications progressives de la flore. Par ailleurs, ces techniques modifient aussi l'activité des herbicides racinaires. En Belgique, les assolements sont assez variés et les difficultés de désherbage inhérentes aux TCS (techniques culturales simplifiées) sont plutôt rares. Il reste cependant nécessaire d'être attentif en début de culture, car la concurrence des adventices ou des repousses se marque plus rapidement qu'en régime de labour. En non-labour permanent, un désherbage raté peut avoir des conséquences importantes dans les cultures suivantes, portant

2. Lutte contre les mauvaises herbes

quelquefois sur plusieurs rotations. C'est pourquoi, il est conseillé de labourer au moins une fois sur la rotation, ou bien une fois tous les 3 ou 4 ans là où les assolements ne sont pas réguliers.

3. Gestion de l'interculture

L'interculture est une occasion privilégiée pour lutter contre les adventices et préparer l'installation de la culture suivante sur des parcelles bien propres. En effet, des déchaumages soignés permettent d'épuiser une partie du stock semencier et d'éviter la prolifération des repousses. Par ailleurs, des herbicides totaux peuvent y être utilisés afin de détruire des plantes vivaces telles que le chiendent ou le chardon, difficiles à combattre lorsque les cultures sont en place. Enfin, l'interculture peut également être exploitée pour favoriser, par un travail du sol adéquat, la dégradation des résidus de pesticides pouvant poser problème pour la culture suivante (sulfonilurées en colza).

3.2 Traitements automnaux

Les traitements de préémergence doivent être raisonnés sur base de l'historique de la parcelle. Il est en effet difficile de choisir de façon pertinente un traitement sans connaître les adventices en présence. Adapté à la parcelle, ce type de traitement donne souvent satisfaction.

Le *chlortoluron* est un herbicide racinaire dont le comportement est fortement influencé par la pluviosité (trop de pluie induit un manque de sélectivité) et le type de sol (une teneur en matière organique élevée provoque une baisse d'efficacité). Sa persistance d'action est faible car il disparaît rapidement pendant la période hivernale. Il est très sélectif des céréales (excepté aux stades 1 à 3 feuilles, BBCH 11-13) et efficace contre les graminées annuelles peu développées dont le vulpin et les dicotylées classiques comme le mouron des oiseaux et la camomille. En froment d'hiver, le *chlortoluron* ne peut cependant être utilisé que sur des variétés tolérantes.

Largement utilisé par le passé, le *prosulfocarbe* n'est plus une référence contre les graminées. Il constitue toutefois un partenaire de choix contre un certain nombre de graminées et de dicotylées annuelles dont les VVL (violettes, véroniques, lamiers). Il est très valable contre le gaillet gratteron mais inefficace sur camomille.

La *pendiméthaline*, l'*isoxaben*, le *diflufenican* ou le *beflubutamide* complètent idéalement le *chlortoluron* ou le *prosulfocarbe* en élargissant leur spectre anticotylées aux VVL (mais pas au gaillet gratteron) et en renforçant leur activité sur les graminées. Au contraire de l'*isoxaben*, la *pendiméthaline*, le *diflufenican* et le *beflubutamide* sont peu efficaces contre la camomille. Ces herbicides doivent être appliqués quand les adventices sont encore relativement peu développées (maximum 2 feuilles, BBCH 12). L'association du *diflufenican* avec la *flurtamone* dans le BACARA élargit le spectre sur les renouées, mais surtout sur le jouet du vent.

Le *flufenacet*, actif contre les graminées et quelques dicotylées, doit être appliqué très tôt sur des adventices de petite taille ou non encore germées. Il peut dès lors être pulvérisé en préémergence et juste après la levée de la culture. Disponible seul dans plusieurs spécialités commerciales, le *flufenacet* est associé au *diflufenican* (dans le LIBERATOR et d'autres produits), à la *pendimethaline* (dans le MALIBU) ou au *picolinafen* (dans le PONTOS et le QUIRINUS) pour obtenir un spectre plus complet. Les camomilles et les gaillets peuvent toutefois échapper à ce type de traitement. Un manque de sélectivité peut être observé en cas de semis grossier et motteux.

En orge, la lutte contre les graminées développées, repose uniquement sur deux antigaminées spécifiques applicables dès le stade 3 feuilles (BBCH 13) : le *pinoxaden* (dans l'AXIAL et l'AXEO) et, dans une moindre mesure, le *fenoxaprop* (le FOXTROT - le PUMA S EW n'est pas agréé en orge) car les possibilités de rattrapage printanier sont plus que limitées (pas de sulfonyleurée antigaminées en orge !). En froment, ces traitements ne sont pas recommandés.

3.3 Traitements printaniers

Une fois l'hiver terminé, les conditions climatiques redeviennent propices au développement de la culture mais aussi à celui des mauvaises herbes en favorisant leur développement ou en provoquant de nouvelles germinations. Le céréalier devra vérifier l'efficacité des traitements effectués à l'automne (escourgeons et froments semés précocement) et, le cas échéant, réaliser un traitement de rattrapage adapté. Il devra également choisir un traitement pour la majorité des froments, non pulvérisés à l'automne.

Encore une fois, la sélection du traitement doit être raisonnée pour chaque parcelle en fonction de la flore adventice rencontrée. **Les espèces présentes déterminent les substances actives à utiliser alors que le niveau d'infestation et le stade de développement modulent les doses à appliquer.**

Il est indispensable que la céréale ait atteint un stade de développement suffisant pour éviter tout effet phytotoxique. Cela suppose qu'elle ait bien supporté l'hiver, sans déchaussement et qu'elle soit en bon état sanitaire. Le froment doit avoir atteint le stade début tallage (BBCH 21) : la première talle doit être visible!

3.3.1 Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver

Lorsqu'un rattrapage contre les graminées est nécessaire, les schémas de désherbage seront basés sur le *pinoxaden* de l'AXIAL (ou AXEO) ou le *fenoxaprop* (dans le FOXTROT). En effet, ces substances actives sont des antigaminées spécifiques, efficaces notamment contre le vulpin et le jouet de vent.

3.3.2 Lutte contre les graminées en épeautre, froment, seigle et triticale

Les céréales sont des graminées au même titre que le vulpin, le jouet du vent, la folle avoine, le ray-grass, le chiendent, etc. Logiquement, il est malaisé d'épargner les plantes cultivées et de détruire les mauvaises herbes quand les unes et les autres sont botaniquement proches. C'est pourquoi, la lutte contre les graminées reste le problème majeur du désherbage des céréales. Les antigraminées de dernière génération sont d'ailleurs presque systématiquement associés à un phytoprotecteur (ou safener). Ces produits permettent à la céréale de métaboliser l'herbicide qui, sans cela, pourrait s'avérer phytotoxique.

Il existe principalement 6 substances actives efficaces utilisables au printemps contre les graminées: le *chlortoluron*, la *propoxycarbazone*, le *mesosulfuron*, le *fenoxaprop*, le *pinoxaden* et le *pyroxsulam*. Le Tableau 2.10 en décrit les principales caractéristiques. Ces molécules présentent un spectre antigraminées qui leur est propre (consulter les pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales). Le *chlortoluron* présente une efficacité intrinsèque vis-à-vis de certaines dicotylées et peut en outre être associé à une substance active antidicotylées en vue d'élargir le spectre, alors que le *mesosulfuron* est toujours associé à une autre molécule dans les produits commerciaux disponibles.

Si la flore adventice le nécessite, il faut veiller à compléter ces traitements avec un antidicotylées approprié (voir point 3.3.3).

Comment choisir entre ces produits ?

Il faut tenir compte avant tout du stade de développement des graminées adventices. Si toutes les substances actives sont efficaces sur des vulpins faiblement développés, un manque d'efficacité du *chlortoluron* et de la *propoxycarbazone* est à craindre sur des vulpins plus développés.

Le *chlortoluron* est actif contre les graminées et les dicotylées classiques. Il présente aussi une activité secondaire sur d'autres adventices au stade cotylédonaire. De ce fait, il permet d'éliminer une bonne part des adventices les plus gênantes. Il doit être appliqué sur une culture ayant atteint le stade tallage (BBCH 25) et sur des mauvaises herbes peu développées. Il devra être complété ou corrigé ultérieurement, en fonction des espèces d'aventices rencontrées et de leur développement. Si des graminées trop développées pour le *chlortoluron* sont présentes, il est possible de l'associer à un antigraminées spécifique (*fenoxaprop* ou *pinoxaden*, par exemple) ou à un herbicide principalement antidicotylées mais ayant une action complémentaire sur les graminées (*pendimethaline*, *diflufenican*,...). Pour élargir le spectre sur dicotylées, les molécules ne manquent pas : hormones, sulfonylurées ou bien PPOIs.

Tableau 2.10 – Les substances actives efficaces sur les graminées utilisables au printemps.

Substance active	Mode d'action ⁽¹⁾	Voie de pénétration	Stade culture (BBCH)	Stade vulpin (BBCH)	Produits	Dose maximale
<i>chlortoluron</i>	C2	racinaire	25-29 21-25	00-13	Plusieurs produits TRINITY ⁽²⁾	3 à 5 L/ha ⁽¹²⁾ 2 L/ha
<i>propoxycarbazone</i>	B	plus racinaire que foliaire	21-31	00-21	ATTRIBUT SIGMA FLEX ⁽³⁾	60 g/ha 333 g/ha
<i>mesosulfuron</i>	B	plus foliaire que racinaire	21-29 21-29 21-31 21-31 21-31 21-32 21-32 21-31	00-31	OTHELLO ⁽⁴⁾ KALENKO ⁽⁴⁾ SIGMA FLEX ⁽⁵⁾ SIGMA MAXX ⁽⁶⁾ SIGMA PLUS ⁽⁷⁾ ARCHIPEL STAR ⁽⁸⁾ SIGMA STAR ⁽⁸⁾ SIGMA SUPRA ⁽⁷⁾	2 L/ha 1 L/ha 333 g/ha 1,5 L/ha 500 g/ha 200 g/ha 333 g/ha 500 g/ha
<i>fenoxaprop</i>	A	foliaire	13-31	12-30	FOXTROT ⁽⁹⁾ PUMA S EW ⁽⁹⁾	1 L/ha 0,6-0,8 L/ha
<i>pinoxaden</i>	A	foliaire	13-31	11-31	AXIAL ou AXEO ⁽⁹⁾	0,9-1,2 L/ha
<i>pyroxsulam</i>	B	foliaire	21-31	11-29	CAPRI ⁽⁹⁾ CAPRI TWIN ou BROADWAY ⁽¹⁰⁾ CAPRI DUO ⁽¹⁰⁾ REXADE TRIO ⁽¹¹⁾	250 g/ha 220 g/ha 265 g/ha 40-50 g/ha

ATTENTION: ajouter 1 L/ha d'huile lors de l'emploi de produits à base de *mesosulfuron*, de *clodinafop*, de *fenoxaprop*, de *pinoxaden* ou de *pyroxsulam*.

(1) Classification du HRAC (Herbicide Resistance Action Committee): <http://www.plantprotection.org/hrac/>

(2) en association avec la *pendimethaline* et le *diflufenican*

(3) en association avec le *mesosulfuron* et un safener

(4) en association avec l'*iodosulfuron*, le *diflufenican* et un safener

(5) en association avec la *propoxycarbazone* et un safener

(6) en association avec l'*iodosulfuron* et un safener

(7) en association avec l'*iodosulfuron*, l'*amidosulfuron* et un safener

(8) en association avec l'*iodosulfuron*, la *thiencarbazone* et un safener

(9) en association avec un safener

(10) en association avec le *florasulam* et un safener

(11) en association avec le *florasulam*, l'*halauxifen* et un safener

(12) en fonction du type de sol

La *propoxycarbazone*, disponible dans l'ATTRIBUT, est efficace uniquement contre les graminées et les crucifères (capselle, sené, moutarde, tabouret des champs, repousses de colza,...). Elle est particulièrement active sur le chiendent et les bromes. Du fait de son mode de pénétration principalement racinaire, elle peut agir tant en pré- qu'en postémurgence des graminées. Toutefois, en postémurgence (max. BBCH 25), la pénétration dans les adventices sera souvent meilleure et, avec elle, l'efficacité. Il sera éventuellement nécessaire de compléter ou de corriger ce traitement ultérieurement en présence de dicotylées. La *propoxycarbazone* est également disponible en association avec le *mesosulfuron* (voir ci-dessous,) une substance active essentiellement antigraminées, dans le SIGMA FLEX.

2. Lutte contre les mauvaises herbes

À l'heure actuelle, le *mesosulfuron* est l'antigraminée procurant l'efficacité la plus intéressante, même sur des vulpins difficiles. Non disponible seul, il est associé à la *propoxycarbazone* dans le SIGMA FLEX, ce qui renforce son efficacité contre graminées. Comme il est peu efficace sur les dicotylées, il est associé à l'*iodosulfuron* dans le SIGMA MAXX, ce qui élargit le spectre aux dicotylées classiques et renforce l'efficacité sur jouet du vent. L'OTHELLO et le KALENKO combinent, selon des ratios différents, le *mesosulfuron*, l'*iodosulfuron* et le *diflufenican*, ce qui permet d'étendre le spectre antidicotylées aux VVL. D'autres produits arrivés récemment sur le marché complètent la gamme. Le SIGMA PLUS (= SIGMA SUPRA), en plus du *mesosulfuron* et de l'*iodosulfuron*, renferme de l'*amidosulfuron*, très efficace contre le gaillet. Grâce à l'intégration de la *thiencarbazone* dans le SIGMA STAR et l'ARCHIPEL STAR, le spectre antidicotylées s'étend, notamment aux VVL. Tous ces produits incluant du *mesosulfuron* devront être pulvérisés en mélange avec 1 L/ha de produit à base d'huile de colza estérifiée. Le *mesosulfuron* doit être appliqué sur une culture ayant atteint le stade tallage (BBCH 21) et, en dépit de sa composante racinaire, sur des adventices déjà levées.

Le *fenoxaprop* et le *pinoxaden* sont efficaces uniquement sur les graminées. Ils sont toujours associés à un phytoprotecteur qui aide la culture à détoxifier l'herbicide. Tout comme le *mesosulfuron*, ils sont capables de détruire des vulpins ayant atteint le stade redressement (BBCH 30). En raison de leur mode de pénétration exclusivement foliaire, il ne faut les appliquer qu'en postémergence des adventices. En présence de dicotylées dans la parcelle, ce type de traitement devra obligatoirement être complété ou corrigé ultérieurement. Attention, le mélange de ces produits avec certains antidicotylées peut, par antagonisme, entraîner une baisse d'efficacité sur graminées.

Le *pyroxsulam* du CAPRI présente une efficacité contre vulpin et jouet du vent comparable à celle du *mesosulfuron*. Il contrôle en outre les véroniques, les pensées et d'autres dicotylées mais il est moins flexible. Son mode de pénétration est essentiellement foliaire. Il lui faudra donc attendre la présence des adventices pour être efficace. Toujours à pulvériser avec une huile, il peut être appliqué dès le stade début tallage (BBCH 21). Il sera nécessaire de le compléter par un antidicotylées adapté en présence de camomille ou de gaillet. Dans certains produits comme le CAPRI TWIN, le BROADWAY et le CAPRI DUO, le *florasulam*, est intégré directement, ce qui élargit le spectre aux camomille ou de gaillet, notamment. Le REXADE TRIO combine le *pyroxsulam*, le *florasulam* et l'*halauxifen*, ce qui permet de renforcer l'action sur coquelicot, étendre le spectre aux lamiers et fumeterre. Attention toutefois que la dose d'emploi de ce produit ne permettra pas un contrôle suffisant des graminées.

3.3.3 Lutte contre les dicotylées

En général, les produits antidicotylées sont utilisables aussi bien en escourgeon qu'en froment d'hiver. De petites différences quant à leur usage peuvent cependant apparaître. Il conviendra toujours de se référer à l'étiquette des produits et aux pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales pour s'assurer de les utiliser correctement et en toute sécurité.

Au printemps, les produits antidicotylées s'utilisent, soit mélangés à un antigraminées pour compléter le spectre de celui-ci, soit seuls s'il n'y a pas de graminées dans la parcelle. De nombreux produits associant deux, voire trois substances actives sont disponibles sur le marché et permettent de faire face à des flores très variées.

Le choix de l'herbicide antidicotylées doit avant tout tenir compte des adventices présentes (Tableau 2.11) et de leur stade de développement. En cas de mélange avec un antigraminées, il importe de s'assurer de l'absence d'effet antagoniste. Des produits sont antagonistes quand le mélange des deux réduit l'efficacité d'au moins un des partenaires par rapport à son utilisation seul. Il peut également être intéressant de combiner (association ou mélange) des substances actives efficaces sur la flore en place, avec d'autres assurant une persistance d'action suffisante pour prévenir de nouvelles germinations.

Tous les mélanges n'ont pas été testés. L'inocuité d'un mélange est reconnue si celui-ci est mentionné sur l'étiquette d'un des produits le composant. En effet, l'étiquette détaille les mélanges expérimentés et recommandés par le fabricant. Si des mélanges sont proposés par d'autres voies de communication, ils seront appliqués sous la responsabilité de l'utilisateur. En cas de doute, mieux vaut éviter le mélange, quitte à multiplier les passages.

Tableau 2.11 – Substances actives efficaces contre les dicotylées rencontrées le plus fréquemment. Elles sont tantôt disponibles seules, tantôt associées.

Adventice	Type de produits	Mode d'action (1)	Substances actives efficaces (liste non exhaustive)
Gaillet	Hormones ALSIs (2) PPOIs (3)	O B E	<i>dichlorprop-p, fluoxyppy, mecoprop-p amidosulfuron, florasulam, tritosulfuron carfentrazone</i>
Mouron des oiseaux	Hormones ALSIs (2) PDS (4)	O B F1	<i>dichlorprop-p, fluoxyppy, mecoprop-p iodosulfuron, florasulam, metsulfuron diflufenican, beflubutamide, picolinafen</i>
Camomille	ALSIs (2)	B	<i>iodosulfuron, florasulam, metsulfuron</i>
Véroniques et violettes (pensées)	ALSIs (2) PDS (4) PPOIs (3)	B F1 E	<i>thiencarbazone diflufenican, beflubutamide, picolinafen bifenox, carfentrazone</i>
Lamiers	Hormones PDS (4) PPOIs (3) ALSIs (2)	O F1 E B	<i>halauxifen diflufenican, beflubutamide, picolinafen bifenox, carfentrazone metsulfuron, thiencarbazone</i>
Coquelicot	Hormones ALSIs (2)	O B	<i>halauxifen, 2,4-D, aminopyralid florasulam, metsulfuron</i>

ATTENTION: toutes les substances actives ne sont pas agréées dans toutes les céréales (se référer aux pages jaunes).

(1) Classification du HRAC (Herbicide Resistance Action Committee): <http://www.plantprotection.org/hrac/>

(2) Inhibiteurs de l' AcetoLactate Synthase

(3) Inhibiteurs de la ProtoPorphyrinogène Oxidase

(4) Inhibiteurs de la synthèse des caroténoïdes à la Phytoène DeSaturase

3.4 Réussir son désherbage, c'est aussi...

- **Semer sur une parcelle propre** : cette précaution évite tout repiquage précoce de mauvaises herbes.
- **Traiter lorsque les adventices annuelles sont jeunes** : elles sont d'autant plus sensibles, ce qui permet souvent des économies par la réduction des doses.
- **Adapter le traitement en cas de fortes densités de mauvaises herbes** : utiliser la dose maximale agréée ou raisonner « en programme » en incluant un passage à l'automne et un autre en sortie d'hiver.
- **Alterner les produits de modes d'actions différents** : dans la culture comme au fil des rotations, pour éviter l'apparition de résistances.
- **Ne pas réduire exagérément les doses** au risque de devoir multiplier les interventions.
- **Prendre garde aux cultures suivantes** : certains herbicides persistent longtemps dans le sol et ne sont pas forcément sélectifs de la culture suivante. Consulter l'étiquette des produits.
- **Rester prudent lors de mélanges d'herbicides et d'autres types de produits** : les mélanges de produits sont courants, mais peuvent réserver des surprises. Les mélanges avec de l'azote liquide sont à proscrire. A cause de risque d'incompatibilité physico-chimique, il est déconseillé d'associer dans une même bouillie des émulsions (EC, EW) avec des formulations solides de type WG, WP ou SG. Enfin, il faut considérer que tout produit ajouté à une bouillie herbicide comporte le risque d'accroître la pénétration de l'herbicide dans les plantes et de provoquer de la phytotoxicité. Consulter l'étiquette des produits pour connaître les mélanges expérimentés et recommandés.
- **Etre attentif aux conditions d'applications** : certains types de produits requièrent des conditions d'applications particulières :
 - l'efficacité des produits racinaires est influencée par la teneur en eau (mobilité du produit) et en matière organique des sols : trop de m.o. [3-4 %] séquestre le produit ;
 - des températures élevées (> 14-15 °C) sont nécessaires pour les hormones et les antidiotyloées de contact ;
 - les sulfonilurées et les antigaminées foliaires (FOPs et DEN) demandent un temps « poussant » et un niveau d'hygrométrie suffisant (> 60-70 %). Eviter également les températures extrêmes et les périodes à brusques changements de température (gel nocturne par exemple).

Si de bonnes conditions ne sont pas rencontrées, il est conseillé de différer le traitement.

3.5 Quid de la résistance?

La résistance des adventices aux herbicides est un phénomène qui, malheureusement, prend de l'ampleur. Dans le monde, plus de 200 espèces d'adventices et tous les modes d'action herbicides sont concernés (Source: <http://www.weedscience.org/>). Actuellement, en Europe, environ 90 % des cas de résistances sont attribués à 4 modes d'action : les FOPs et les DIMs (A), les sulfonylurées (B), les triazines (C1) et les urées (C2). Cela concerne majoritairement les graminées adventices. En Belgique, le vulpin est la mauvaise herbe susceptible de poser le plus de problèmes aux céréaliers. Dans les paragraphes qui suivent, il ne sera question que des graminées résistantes et plus particulièrement du vulpin.

3.5.1 En quoi consiste la résistance?

La résistance est définie comme la capacité naturelle et héritable qu'ont certains individus issus d'une population déterminée de survivre à un traitement herbicide létal pour les autres individus de la population. La résistance est une caractéristique génétique que certains individus possèdent naturellement. Les traitements herbicides ne « créent » donc pas la résistance, mais ils la révèlent en sélectionnant, parmi une population donnée, les individus qui leur survivent, ces derniers trouvant alors un avantage certain pour assurer leur multiplication. Il existe quelque part dans le monde au moins une plante résistante à chaque herbicide, ancien ou à venir ! De la même façon, certaines variétés de froment sont tolérantes au *chlortoluron* alors que d'autres ne le sont pas.

Les mécanismes de résistance correspondent à la méthode par laquelle une plante résistante inhibe l'effet de l'herbicide. Il en existe trois :

- la résistance par mutation de cible : l'herbicide ne reconnaît plus sa cible car celle-ci a changé de structure. Cela se traduit généralement par une résistance totale et la possibilité élevée de résistance croisée envers d'autres herbicides du même mode d'action. Chez le vulpin, ce type de mécanisme affecte les FOPs, les DIMs et le DEN (mode d'action A) et les sulfonylurées (mode d'action B) ;
- la résistance métabolique : une plante résistante dégrade l'herbicide plus vite qu'une plante sensible. Cela se traduit par une résistance partielle (à des degrés divers), en fonction de la dégradation plus ou moins rapide de l'herbicide par la plante. Ce type de mécanisme peut concerner plusieurs modes d'action car c'est la structure de la molécule herbicide qui est en cause. Chez le vulpin, cela concerne les urées substituées (mode d'action C2), les FOPs, les DIMs et le DEN (mode d'action A) et les sulfonylurées (mode d'action B) ;
- la résistance par séquestration : l'herbicide est transféré d'une partie sensible de la plante vers une partie plus tolérante. C'est le mécanisme le moins répandu.

La résistance croisée est définie comme la résistance à un herbicide, induite par la pression sélective exercée par un autre produit (généralement de même mode d'action). Lorsque plusieurs mécanismes de résistance sont rencontrés dans la même plante, il s'agit alors de résistance multiple.

2. Lutte contre les mauvaises herbes

Contrairement aux champignons pathogènes, les mauvaises herbes ont un cycle de vie très long et se déplacent plus lentement. Cela explique que la résistance évolue plus lentement et qu'elle reste géographiquement plus confinée.

Un désherbage raté ne signifie pas forcément qu'il y ait résistance...

Vers la fin du mois de juin, des épis de graminées (vulpin, jouet du vent, chiendent) dépassant les froments peuvent apparaître dans les champs. Avant de parler de résistance, il importe d'éliminer d'autres hypothèses. Certains mélanges peuvent être antagonistes (modes d'action des herbicides, incompatibilité physico-chimique des formulations, absence de mouillant, ...). De même, les conditions climatiques influencent l'activité de certains produits. Après avoir écarté ces éventualités, la question de la résistance peut enfin être posée. Dans tous les cas, seul un test en conditions contrôlées déterminera de façon formelle le caractère résistant ou non d'une population de graminées.

3.5.2 Prévenir l'apparition de résistances

Le mot d'ordre pour prévenir l'apparition de la résistance est **diversité**. Il est en effet important de faire varier tout ce qui peut l'être afin d'éviter de sélectionner des adventices capables de résister dans un système de culture trop répétitif.

Quelques conseils :

- dans la mesure du possible, proscrire la monoculture et promouvoir l'introduction d'une culture de printemps dans la rotation permettant de « casser » le cycle de multiplication des adventices des céréales d'hiver ;
- ne pas négliger certaines pratiques culturales : décalage de la date de semis, labour, intervention à l'interculture, faux semis ou déchaumages ;
- alterner les modes d'action herbicides dans la culture et dans la rotation. En céréales, il existe 11 modes d'action pour lutter contre les dicotylées et 4 pour lutter contre les graminées (A, B, C2 et K3 [flufenacet]) ;
- limiter l'application d'un mode d'action donné à un passage par an, même si ce mode d'action vise à la fois les dicotylées et les graminées ;
- ne pas mélanger deux produits de modes d'action différents et préférer les appliquer en séquence (applications séparées dans le temps) ;
- éviter les doses trop faibles.

3.5.3 Gérer la résistance

Si malgré toutes les précautions prises, des adventices résistantes (le vulpin essentiellement) apparaissent, il importe de suivre les mesures qui suivent :

- adopter sans plus tarder les conseils décrits au point 3.5.2 ;
- privilégier les programmes de traitement. La pulvérisation d'un produit racinaire à l'automne permet de présensibiliser le vulpin avant l'application d'un produit foliaire efficace au printemps ;
- appliquer la dose maximale agréée, dans tous les cas ;
- ne pas pulvériser des produits de modes d'action différents en même temps mais séparer leur application.

3. La fertilisation azotée

R. Blanchard¹, R. Meurs¹, C. Vandenberghe², J. Pierreux³, O. Mahieu⁴, C. Collin⁵, V. Reuter⁶, G. Sinnaeve⁶, J.L. Herman⁷, M. Renneson⁸, L. Blondiau⁹, A. Vilret¹⁰, S. Crémer¹¹, M. De Toffoli¹², B. Bodson³ et B. Dumont³

1	Bilan de la saison culturale	3
1.1	Influence des conditions climatiques de la saison 2018-2019 sur l'alimentation azotée des cultures	3
2	La fertilisation azotée en Froment d'hiver	5
2.1	Expérimentations et résultats de la saison 2018-2019	5
2.1.1	Résultats des essais en fumure de 2019.....	6
2.1.2	Analyse des protocoles et des résultats de l'essai fumure mené à Ath en 2019 (Carah) ..	7
2.1.3	Résultats obtenus en région limoneuse (Lonzée)	9

¹ CePiCOP asbl – Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux

² ULiège – Gx-ABT – Axe Echanges Eau-Sol-Plantes – GRENeRA

³ ULiège – Gx-ABT – Axe Plant Science – Phytotechnie

⁴ C.A.R.A.H. asbl. – Centre Agronomique de Recherches Appliquées de la Province de Hainaut

⁵ Requasud – Laboratoire de la Province de Liège

⁶ CRA-W – Département Connaissance et Valorisation des Produits – Unité Valorisation des Produits, de la Biomasse et du Bois

⁷ CRA-W – Département Productions Agricoles – Unité Productions Végétales

⁸ Centre Provincial de l'Agriculture et de la Ruralité (CPAR)

⁹ C.A.R.A.H. asbl. – Centre Agronomique de Recherches Appliquées de la Province de Hainaut – Service Pédologie

¹⁰ O.P.A. – Office Provincial Agricole

¹¹ Centre de Michamps ASBL

¹² UCL – Earth & Life Institute – Pôle Agronomie

3. Fertilisation azotée

2.2	Les éléments à considérer pour une recommandation pratique.....	18
2.3	La détermination pratique de la fertilisation azotée.....	22
2.4	Calcul de la fumure azotée pour 2020.....	25
2.4.1	Détermination de N.TER, fonction du contexte sol-climat.....	26
2.4.2	Détermination de N.ORGAN, fonction de la richesse organique du sol.....	28
2.4.3	Détermination de N.PREC, fonction du précédent.....	29
2.4.4	Détermination N.ETAT, en fonction de l'état de la culture.....	30
2.4.5	Détermination DE N.CORR.....	33
2.4.6	Calcul de la fumure.....	37
3	La fertilisation azotée en Escourgeon.....	38
3.1	Les particularités de la saison culturale 2018-2019.....	38
3.2	Résultats des expérimentations en 2019.....	39
3.2.1	Analyse de l'essai fumure réalisé à Ath (Carah).....	39
3.2.2	Analyse des essais fumures réalisés à Loncée (ULiège Gx-ABT).....	41
3.3	Recommandations pratiques.....	45
3.3.1	Conditions particulières de 2020, profil en azote minéral du sol en escourgeon en sortie d'hiver.....	45
3.3.2	Conseil de fertilisation pour la saison culturale 2019-2020.....	46
3.3.3	Considération pratique pour adapter le conseil en fonction des situations.....	46
3.3.4	Calcul des doses à appliquer :.....	48
4	La fertilisation azotée en froment-pois.....	52
4.1	Etat de l'association en sortie d'hiver.....	52
4.2	La fumure conseillée pour la saison 2019-2020.....	52

1 Bilan de la saison culturale

1.1 Influence des conditions climatiques de la saison 2018-2019 sur l'alimentation azotée des cultures

L'implantation des froments a été réalisée dans de bonnes conditions pour les semis les plus précoces (octobre) jusqu'aux semis tardifs (mi-décembre). Des précipitations inférieures à la normale ont été observées de septembre jusque novembre 2018 (Figure 3.1) ainsi que des températures supérieures aux moyennes de septembre jusque décembre 2018 (Figure 3.2). Ces températures élevées ont notamment impliqué un traitement insecticide contre des pucerons alors fortement présents dans certaines régions (par exemple : Ath et Tournai).

Les froments se sont bien développés en décembre avec des précipitations et des températures supérieures à la normale. Le mois de janvier a permis de ralentir le développement des froments avec des températures plus froides sans gel trop sévère. Quant aux précipitations du mois de décembre, de janvier et de mars ont été plus importantes que la normale. Elles ont permis de reconstituer partiellement les réserves d'eau. Ce temps favorable qui a persisté tout l'hiver a permis aux plants de taller de façon optimale. Les premiers éléments permettant d'obtenir un rendement en grain optimal (à travers le nombre d'épis) étaient donc déjà en place.

À la sortie de l'hiver, les résultats des analyses de sol montraient que l'azote était présent en quantité importante. Il y avait cependant une variabilité importante entre les surfaces agricoles et les précédents agricole. Plus que jamais, certaines cultures n'avaient donc pas valorisé l'azote apporté la saison précédente et ces analyses de reliquats ont permis d'éviter des surdosages. Cela souligne l'importance d'adapter en cours de saison la fertilisation de référence donnée lors du Livre Blanc, Cette adaptation doit être réalisée fonction des paramètres présentés dans le Livre Blanc (article en fertilisation azotée en froment d'hiver et en escourgeon).

Les températures élevées de fin février ont permis une bonne reprise de la végétation. Les mois de mars et d'avril ont également connus des températures supérieures à la normale. Ces températures ont permis d'accélérer le développement des plants jusqu'au mois de mai. En effet, les températures ont alors chuté et cette diminution a permis de ralentir le développement des plants. Quant à la pluviométrie, elle a été suffisante et régulière ce qui a permis un bon développement des plants.

Enfin, les conditions du mois de juin et de juillet ont permis un bon remplissage des grains malgré la vague de chaleur présente dans la seconde partie du mois de juin. Les valeurs maximales de températures à Gembloux atteignaient les 30°C. Cependant, dans la plupart des situations, le seuil des 32°C n'a pas été dépassé. L'échaudage tant redouté n'a de ce fait concerné que quelques cas de variétés tardives et les cultures situées dans des zones plus exposées telles que sur des sols à faible capacité de réserve en eau. Le bilan climatique de la

3. Fertilisation azotée

saison est disponible dans la partie « Aperçu climatique » de ce Livre Blanc.

Fin juillet, la moisson des froments a débuté et les premiers rendements étaient très bons, voir même, exceptionnels. En plus d'une production en quantité, la récolte a également été de qualité. Le 27 juillet, une forte pluie a imposé un temps d'arrêt dans la campagne. Les travaux ont repris mais la qualité de la récolte avait chuté suite à cette pluie (article complet sur la qualité de la récolte présente dans le Live Blanc de Septembre 2019 dans la partie « Qualité froment »).

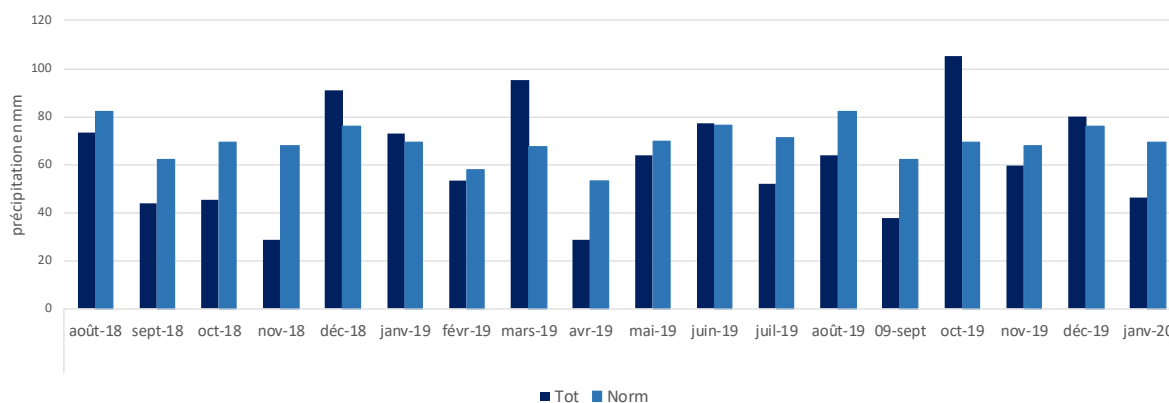


Figure 3.1 – Précipitation en mm à Ernage-Gembloux depuis août 2018 jusque décembre 2019.

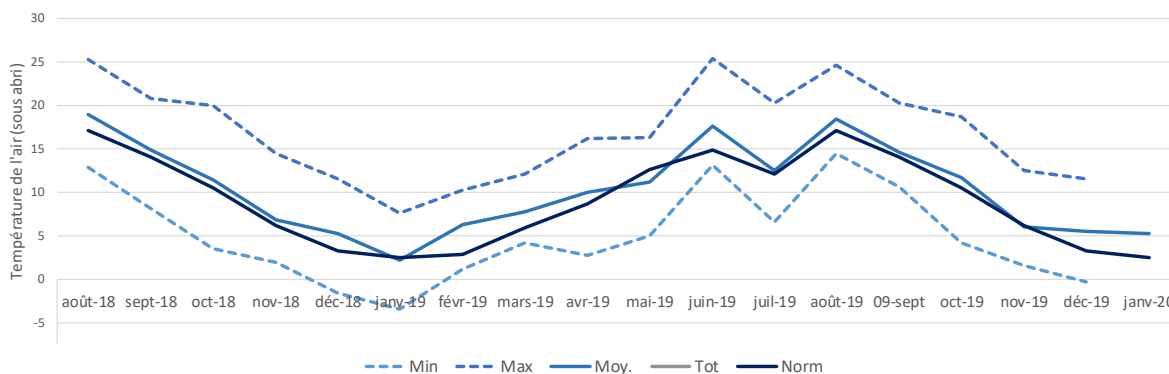


Figure 3.2 – Températures de l'air (sous abri) à Ernage-Gembloux depuis août 2018 jusque décembre 2019.

2 La fertilisation azotée en Froment d'hiver

2.1 Expérimentations et résultats de la saison 2018-2019

Les résultats des essais sont présentés ci-dessous : deux d'entre eux ont été implantés dans la région de Gembloux (Lonzée) par la Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège en collaboration avec le Centre Pilote Wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux (CePiCOP) et le second a été réalisé par le CARAH à Ath.

Pour l'interprétation des résultats, il convient de rappeler quelques définitions importantes :

- le **rendement phytotechnique** est défini comme le rendement brut, exprimé en tonnes ou en quintaux à l'hectare, récolté sur la parcelle ;
- le **rendement économique** représente le rendement phytotechnique duquel on déduit l'équivalent en poids de grain (t/ha ou qx/ha) correspondant au coût de la quantité totale d'engrais azoté appliquée.

Dans une démarche économique pour l'agriculteur, mais également plus respectueuse de l'environnement, ce sont les résultats exprimés en terme de rendement économique qu'il faut retenir.

Le prix de vente retenu pour le froment d'hiver en 2019 est de 150 €/T et le prix moyen de la tonne d'azote (ammonitrate 27 %) est de 240 €. Les rendements économiques qui sont repris dans ce chapitre sont donc exprimés selon le rapport 5.93 à savoir qu'1 kilogramme d'azote correspond à 5.93 kilogramme de froment (1 kg N = 5.93 kg de froment).

2.1.1 Résultats des essais en fumure de 2019

- **Analyse de la conduite culturale de ces essais**

Les itinéraires techniques suivis dans les essais « fumure » mis en place par Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège en collaboration avec le Centre Pilote Wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux (CePiCOP), et le CARAH sont détaillés dans le Tableau 3.1. Les deux essais de Loncée ont des itinéraires techniques relativement proches tandis que l'essai à Ath est caractérisé par une conduite culturale propre à la région concernée. Ces itinéraires sont influencés par les sites d'implantations et également par les conditions environnementales présentes sur ces parcelles. L'ensemble des opérations culturales a été réalisé au moment le plus adéquat.

Les deux itinéraires culturaux des essais menés à Loncée sont caractérisés par la réalisation d'un désherbage, l'emploi d'un raccourcisseur et l'application de deux fongicides. De plus, grâce aux conditions climatiques et à la faible pression en puceron, le traitement insecticide n'a pas été réalisé. Ces essais se distinguent par la variété employée (Mentor et Safari), le précédent cultural (épinard et pommes de terre) ou encore l'application de fumures spécifiques (ce point sera abordé ultérieurement). De plus le profil azoté de ces sites est important. En effet, l'essai après un précédent pomme de terre avec la variété Safari possède un reliquat azoté de 100 kg N/ha sur une profondeur de 90 cm. Un profil azoté de 165 kg N/ha sur une profondeur de 90 cm est présent pour le second essai avec la variété Mentor réalisé après une culture d'épinard.

Ensuite, le troisième essai a été implanté avec la variété Mentor à Ath avec un précédant betterave. Le site d'implantation se caractérise par un profil azoté à la sortie de l'hiver de 24 kg N/ha sur une profondeur de 90 cm. Ce site est marqué par la réalisation de traitements supplémentaires dû à son environnement. En effet, un premier désherbage ainsi qu'un premier traitement insecticide ont dû être réalisés en novembre. Ce traitement insecticide a notamment permis de lutter contre les pucerons déjà présents en nombre. Après l'hiver, un second traitement herbicide a été appliqué. Ensuite, deux raccourcisseurs, trois applications de fongicides et un dernier insecticide ont été appliqués afin de protéger la culture.

Finalement, ces essais ont été récoltés fin juillet et les résultats de ces essais sont présentés dans le point suivant ainsi que les protocoles en fumure azotée qui ont été appliqués.

Tableau 3.1 – Conduite culturale des essais « fumure azotée » en 2019 mené à Lonzée (Gx-ABT, ULiège) et à Ath (CARAH).

Intervention	Caractéristique	Date / Donnée	Caractéristique	Date / Donnée	Caractéristique	Date / Donnée	Intervention
Choix variétal	Safari	-	Mentor	-	Mentor	-	Choix variétal
Lieu	Lonzée		Lonzée		Ath		Lieu
Date de semis	250 grains/m ²	17-oct	250 grains/m ²	17-oct	300 grains/m ²	24-oct	Date de semis
Précédent	pommes de terres	-	Epinards	-	Betteraves	-	Précédent
Profil azoté réalisé en Janvier 2019	P : 0-30 cm	14,91	P : 0-30 cm	45,64	P : 0-30 cm	10,5	Profil azoté réalisé en Janvier 2019
	P : 30-60 cm	38,58	P : 30-60 cm	73,96	P : 30-60 cm	6,4	
	P : 60-90 cm	46,64	P : 60-90 cm	45,43	P : 60-90 cm	7,4	
	Total N minéral	100,13	Total N minéral	165,03	Total N minéral	24,3	
Apport de fumure	T	26-mars	T	26-mars	T	08-mars	Apport de fumure
	TR	04-avr	TR	04-avr	TR	-	
	R	11-avr	R	11-avr	R	28-mars	
	DF	21-mai	DF	21-mai	DF	16-mai	
	DFL	12-juin	DFL	12-juin	DFL	-	
Désherbage	Capri (200g/ha)	05-avr	Capri (200g/ha)	05-avr	Herold (0.6 l/ha)	16-nov	Désherbage
	+ Pacifica (300g/ha)		+ Pacifica (300g/ha)		Allié (20g/ha)	30-mars	
	+ Biathon duo (70 g/ha)		+ Biathon duo (70 g/ha)		+ Starane Forte (0.2 l/ha)		
Raccourcisseur	CCC (1 L/ha)	17-avr	CCC (1 L/ha)	17-avr	Tempo (0.2 l/ha)	30-mars	Raccourcisseur
					+ Cycofix (1 L/ha)		
					Tempo (0.1 l/ha)	07-mai	
Fongicide	Opus plus (1,5L/ha)	07-mai	Opus plus (1,5L/ha)	30-avr	Palazzo (1.8 l/ha)	06-mai	Fongicide
	+ Pugil (1L/ha)		+ Pugil (1L/ha)		+ Pugil (1 l/ha)		
	Adexar (1,5L/ha)	11-juin	Adexar (1,5L/ha)	11-juin	Librax (1.5 l/ha)	27-mai	
Insecticide	-	-	-	-	karate zeon (50 ml/ha)	16-nov	Insecticide
					karate zeon (50 ml/ha)	04-juin	
Récolte	-	30-juil	-	31-juil	-	31-juil	Récolte

P : profondur; T : tallage; TR : Tallage-Redressement; R : Redressement; DF : Dernière feuille; DFL : début floraison

2.1.2 Analyse des protocoles et des résultats de l'essai fumure mené à Ath en 2019 (Carah)

La première analyse concerne l'essai mené par le Carah. Ces résultats sont repris dans le Tableau 3.2 avec comme données, le protocole en fumure appliqué, les rendements phytotechniques et économiques, le poids à l'hectolitre, la teneur en protéines, l'indice Zélény et le rapport Z/P.

Ce protocole est défini avec un premier objet qui sert de témoin. Il n'a donc pas d'apport d'azote minéral. Les objets 2 à 3 et 5 à 10 comportent des fumures en trois fractions. L'objet 5 décrit la fumure liée aux recommandations du Livre Blanc ; l'objet 6 est la fumure conseillée par le CARAH pour les conditions de la parcelle ; l'objet 7 se différencie de l'objet 6 par des apports d'engrais azotés sous forme de sulfonitrate (26 N/32S). Enfin, l'objet 4 est caractérisé par une fumure totale également de 175 kg N/ha appliquée en seulement deux fractions basés sur le conseil donné lors du Livre Blanc.

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

Tableau 3.2 – Résultat de l'essai « fumure » à Ath (CARAH) en 2019.

N°Objet	T 08-mars	Red 28-mars	DF 16-mai	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [qx/ha]	Rdt Eco [qx/ha]	P/HL [kg/hl]	Prot. [%]	Zel [ml]	Z/P	Hag [sec.]
1	0	0	0	0,0	77,3	77,3	82,3	8,9	23,8	2,7	346
2	30	50	50	130	122,1	114,4	84,3	10,8	32,7	3,0	364
3	50	50	50	150	123,0	114,1	84,5	11,3	35,4	3,1	340
4	-	90	75	165	122,6	112,8	84,3	11,5	38,0	3,3	349
5	50	50	65	165	122,8	113,1	84,7*	11,5	37,5	3,2	362
6	60	50	60	170	124,5	114,4	84,4	11,5	38,3	3,3	341
7	60**	50	60	170	122,1	112,1	84,3	11,4	36,6	3,2	346
8	60	60	70	190	127,1*	115,8*	84,5	11,8	39,0	2,5	352
9	75	60	75	210	125,6	113,2	84,5	12,0	41,3*	3,4*	338
10	75	70	85	230	126,1	112,5	84,5	12,1*	40,9	3,4	350

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique, le rendement économique, le nombre d'épis/m² et la teneur en protéines. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

** Avec du Sulfonitrate 26N/32S

• Rendements phytotechnique et économique

Le rendement phytotechnique maximal, soit 127.4 qx/ha est obtenu avec une fumure totale de 190 kg N/ha (60-60-70). Les rendements phytotechniques observés pour les objets 2 à 7, obtenus avec des fumures totales moindres sont certes plus faibles mais ne sont pas statistiquement différents de ce rendement maximal. Pour les objets 8 à 10, les rendements phytotechniques obtenus avec des fumures totales supérieures sont également plus faibles mais ils ne sont pas statistiquement différents de ce rendement maximal. Au niveau des rendements économiques, l'optimum est aussi obtenu grâce à l'objet 8 avec un rendement de 115.8 qx/ha. Cependant, tant les fumures plus élevées que les fumures plus faibles, hormis la fumure nulle, ont également permis d'obtenir des rendements économiques statistiquement équivalents. Enfin, l'objet 7 est caractérisé par des apports contenant aussi du soufre (sulfonitrate), l'analyse statistique ne montre pas de différence significative du rendement phytotechnique suite à cet ajout de soufre.

La fumure de référence en trois fractions conseillée lors le Livre Blanc de février 2019 et qui a été adaptée selon les recommandations aux conditions de l'essai et de la culture (objet 5) a permis d'atteindre l'optimum du rendement phytotechnique et du rendement économique.

- **Poids à l'hectolitre (P/HL)**

Le poids à l'hectolitre est le plus élevé pour l'objet 5 (84.7 kg/hl). Cependant, la valeur moyenne des poids à l'hectolitre est élevée (84.2 kg/hl). Il n'y a pas de différence statistique entre les différentes fumures (objets 2 à 10).

- **Teneur en protéines, Indice Zélény et rapport Zélény sur Protéines (Z/P)**

L'objet 10 possède la teneur en protéines la plus élevée. La comparaison de la teneur en protéine entre l'objet 6 et l'objet 7 permet de montrer que la fumure, dont le premier apport est caractérisé par 26% d'azote et 32% de soufre, possède une teneur en protéine plus faible de manière significative. L'indice Zélény ainsi que le rapport Z/P est le plus élevé pour l'objet 9. Les moyennes de ces données sont de 11.3% pour la teneur en protéines, de 36.3 ml pour le Zélény et de 3.2 pour le rapport Z/P.

2.1.3 Résultats obtenus en région limoneuse (Lonzée)

La seconde analyse est réalisée sur les deux essais en fumure azotée implantés à Lonzée par la faculté de Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège en collaboration avec le Centre Pilote Wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux (CePiCOP). Les Tableaux 3.3 et 3.4 reprennent les protocoles employés et les rendements obtenus.

Ces essais sont réalisés avec la variété Mentor pour l'essai « panifiable » et avec la variété Safari pour l'essai « fourrager ». Respectivement, trente et trente-deux modalités de fumure différentes caractérisent ces essais. Celles-ci variaient à la fois sur la dose totale d'azote apportée et sur le fractionnement de la fumure. Pour ces deux essais, les objets 1 à 22 constituent le protocole factoriel avec des apports de 60, 90 et 120 kg N/ha permettant le calcul des surfaces de réponse.

Ensuite, pour l'essai avec une variété panifiable (Tableau 3.4), les objets 23 à 26, sont issus de la fumure conseillée lors du Livre Blanc de Février 2019 avec un fractionnement en deux et en trois apports. Les objets 23 et 24 correspondent à la fumure conseillée du Livre Blanc en trois fractions et l'objet 24 a reçu une fumure qui a été adaptée en fonction de l'état de la culture et de divers paramètres présentés dans le Livre Blanc de février 2019. Ensuite, les objets 25 et 26 sont caractérisés par une fumure conseillée au Livre Blanc de février 2019 en deux apports. L'objet 26 répond à cette fumure en deux apports tout en étant adapté avec les mêmes paramètres que l'objet 24. Les objets 27 à 30 visent à expérimenter le fractionnement ou l'ajout de 30 kg N/ha sur l'apport à la dernière feuille ou en début de la floraison. L'objectif de cette démarche est de vérifier l'éventuel intérêt d'apports tardifs pour améliorer les qualités protéiniques pour les variétés planifiables.

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

Tableau 3.3 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha), nombre de grains/m² (grains/m²), la quantité d'azote dans les grains (kg N/ha), le poids de 1000 grains PMG (g), le poids à l'hectolitre PHL (kg/hl), la teneur en protéines (%), du Zélény (ml), la valeur du rapport du zélény sur le taux de protéine, le nombre de grains/m² (grains/m²), le nombre d'épis/m² (épis/m²), le nombre de grains/épis (grains/épis) et la quantité d'azote exportée par le grains (kgN/ha) qui ont été mesurés dans l'essai « fumure azotée » de Lonzée pour une variété fourragère (Safari).

N°	T	TR	Red	DF	Deb Flo	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [qx /ha]	Rdt Eco [qx /ha]	P/HL [kg /hl]	Prot. [%]	Zel [ml]	Z/P	PMG [g]	Nbr grains [grains / m ²]	nbre épis [épis / m ²]	grains / épi	Qtot N grains [Kg N/ha]
1						0	90,3	90,3	75,0	9,3	22,4	2,4	49,9	18112	303,3	59,8	134,3
2				60		60	103,2	99,6	76,6	10,5	26,3	2,5	50,02*	20867	293,3	65,3	175,9
3			60			60	101,2	97,6	76,0	10,6	25,3	2,4	47,6	21253	389,0	57,1	171,1
4	60					60	105,7	102,1	75,8	9,7	22,9	2,4	48,2	21928	401,3	56,4	164,8
5			60	60		120	118,0	110,9	77,4	11,2	27,5	2,5	48,3	24465	373,3	63,9	211,3
6	60			60		120	122,0	114,9*	77,1	10,7	26,4	2,5	48,8	24985	387,7	66,3	209,6
7	60		60			120	116,7	109,6	76,4	10,5	25,2	2,4	46,5	25168	417,7	59,6	196,1
8	60		60	60		180	117,3	106,6	77,4	11,4	27,4	2,4	46,3	25756	422,0	56,0	217,2
9				90		90	106,0	100,6	77,1	11,0	27,3	2,5	49,1	20540	354,3	58,0	195,5
10			90			90	116,8	111,5	76,3	10,4	24,7	2,4	47,6	24592	445,3	54,3	194,3
11	90					90	107,7	102,3	76,2	10,1	24,2	2,4	48,7	22130	441,3	46,6	173,3
12			90	90		180	119,8	109,1	77,8	11,9	29,4	2,5	47,5	26047	364,3	71,4	235,0*
13	90			90		180	116,8	106,1	77,6	11,4	27,8	2,4	47,3	24697	427,7	56,4	212,3
14	90		90	-		180	114,4	103,7	77,0	11,0	26,7	2,4	46,0	24864	495,7	47,8	201,9
15	90		90	90		270	122,45*	106,5	77,5	11,9	30,3	2,56*	46,0	26657	508,7	51,7	232,3
16				120		120	113,5	106,4	77,4	11,5	29,1	2,5	46,8	25391	321,0	76,9*	218,9
17			120			120	113,3	106,2	77,1	10,8	26,3	2,4	46,6	24332	397,7	62,2	196,6
18	120					120	113,1	106,0	76,6	10,8	25,8	2,4	45,6	24845	422,3	53,5	194,8
19			120	120		240	119,0	104,7	77,7	11,8	29,1	2,5	45,1	26297	361,3	67,5	223,6
20	120		-	120		240	120,3	106,1	77,7	11,9	28,8	2,4	46,7	26050	454,7	58,6	231,1
21	120		120	-		240	119,7	105,4	77,2	11,8	29,6	2,5	45,5	26328	454,3	58,7	225,5
22	120		120	120		360	115,1	93,8	77,3	12,3*	31,1*	2,5	41,5	27810	483,3	64,8	225,8
23	60		50	65		175	119,3	108,9	77,3	11,2	27,1	2,4	47,9	25025	424,3	74,3	212,9
24	50		40	55		145	112,0	103,4	77,5	11,2	27,3	2,4	47,8	23425	378,7	63,9	200,8
25		90		85		175	121,8	111,4	77,5	11,6	29,0	2,5	46,2	26359	451,0	58,9	226,0
26		80		75		155	115,6	106,4	77,7	11,5	28,2	2,4	48,7	24115	484,7	52,9	216,8
27	90		30	60		180	119,2	108,6	77,8	11,5	28,4	2,5	46,9	25490	468,7	54,6	220,1
28	90		60	30		180	117,0	106,4	77,4	11,4	28,3	2,5	45,8	25564	436,7	58,5	212,9
29	80		40	60		180	115,6	104,9	77,3	11,1	27,0	2,4	46,0	25203	426,7	58,8	205,9
30	50		40	55	30	175	118,5	108,2	77,9*	11,0	27,0	2,4	48,4	24555	489,0	49,7	209,2
31	30		30	30		90	100,8	95,5	76,6	10,5	24,8	2,4	48,1	20961	350,3	59,9	168,7
32	105		105	105		315	114,2	95,5	77,5	12,1	30,8	2,5	44,2	25556	509,23*	49,4	217,8

** Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique (qx/ha), le rendement économique (qx/ha), le poids à l'hectolitre (kg/hl), le taux de protéine (%), le zélény (ml), la valeur du rapport du zélény sur le taux de protéine, le poids de 1000 grains (g), le nombre de grains/m² (grains/m²), le nombre d'épis/m² (épis/m²), le nombre de grains/épis (grains/épis) et la quantité d'azote exportée par le grains (kgN/ha). Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

Tableau 3.4 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha), nombre de grains/m² (grains/m²), la quantité d'azote dans les grains (kg N/ha), le poids de 1000 grains PMG (g), le poids à l'hectolitre PHL (kg/hl), la teneur en protéines (%), du Zélény (ml), la valeur du rapport du zélény sur le taux de protéine, le nombre de grains/m² (grains/m²), le nombre d'épis/m² (épis/m²), le nombre de grains/épis (grains/épis) et la quantité d'azote exportée par le grains (kgN/ha) qui ont été mesurés dans l'essai « fumure azotée » de Loncée pour une variété panifiable (Mentor).

N°	T	TR	Red	DF	Deb Flo	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [qx/ha]	Rdt Eco [qx/ha]	P/HL [kg/hl]	Prot. [%]	Zel [ml]	Z/P	PMG [g]	Nbr grains [grains/m ²]	nbre épis [épis/m ²]	grains / épi	Qtot N grains [Kg N/ha]
1						0	100,3	100,3	77,0	9,4	24,8	2,6	43,6*	23028	329,0	74,6	150,5
2				60		60	111,3	110,7	76,7	11,1	31,6	2,8	37,6	29911	398,0	80,2*	197,0
3			60			60	115,5	115,0	77,6	10,0	26,9	2,7	40,7	28423	466,3	60,5	184,9
4	60					60	113,2	112,7	77,4	9,9	26,1	2,6	41,4	27335	444,7	61,3	178,6
5			60	60		120	118,5	117,4	77,6	10,7	30,3	2,8	39,6	29922	436,7	70,4	203,4
6	60			60		120	119,9	118,8	77,9	10,8	29,0	2,7	40,1	29957	451,0	67,2	206,6
7	60		60			120	118,4	117,3	77,4	10,5	28,3	2,7	38,0	31180	453,3	68,7	199,2
8	60		60	60		180	119,3	117,7	77,0	11,6	33,4	2,9	36,4	32761	490,0	66,7	220,5
9				90		90	115,9	115,1	78,2	11,2	30,8	2,7	40,8	28481	389,7	72,3	208,4
10			90			90	113,9	113,1	77,4	10,5	28,3	2,7	39,6	28789	430,0	66,7	190,6
11	90					90	114,7	113,9	77,5	10,1	26,4	2,6	39,4	29135	447,7	64,8	184,7
12			90	90		180	120,6	119,0	77,4	11,9	34,7	2,9	38,6	31295	464,7	67,8	228,8
13	90			90		180	120,8	119,2	77,3	11,3	32,0	2,8	37,3	32409	469,0	70,3	217,9
14	90		90	-		180	118,2	116,6	76,8	11,3	32,5	2,9	35,6	33208	475,7	69,0	213,0
15	90		90	90		270	115,1	112,7	75,6	12,3	37,4	3,0	33,0	34910*	521,0	67,6	226,7
16				120		120	117,8	116,7	78,4*	11,6	33,6	2,9	41,2	28633	376,7	75,0	218,9
17			120			120	115,9	114,8	77,1	10,6	29,1	2,8	38,7	29961	455,3	65,6	195,7
18	120					120	118,6	117,5	77,6	10,8	29,9	2,8	38,2	31028	496,7	63,0	205,1
19			120	120		240	120,4	118,2	76,9	12,2	37,8*	3,1*	36,7	32844	440,0	73,8	235,6*
20	120		-	120		240	119,9	117,8	76,5	11,9	35,1	3,0	34,7	34593	460,0	76,2	228,1
21	120		120	-		240	112,4	110,2	76,1	12,0	37,0	3,1	34,4	32687	536,7*	60,9	215,8
22	120		120	120		360	112,6	109,4	75,1	12,5*	37,7	3,0	33,8	33552	520,0	63,7	223,9
23	60		50	65		175	119,9	118,4	77,2	11,1	31,4	2,8	37,4	32121	462,0	70,1	212,6
24	50		40	55		145	119,7	118,4	77,5	10,9	29,9	2,7	36,9	32464	435,3	74,2	209,2
25		90		85		175	121,4	119,9*	77,3	11,5	32,8	2,9	37,6	32256	447,7	72,5	223,2
26		80		75		155	120,2	118,8	77,7	11,2	32,5	2,9	37,9	31726	443,3	71,5	215,3
27	60		60	30	30	180	119,8	118,2	77,8	11,4	33,1	2,9	37,5	31965	482,3	66,7	218,2
28	60		60	60	30	210	120,6	118,7	77,5	11,7	34,1	2,9	36,3	33255	454,3	74,0	225,6
29	60		60	90		210	120,6	118,7	76,6	12,0	35,1	2,9	35,7	33753	483,3	69,3	231,8
30	50		40	55	30	175	120,7	119,2	77,4	11,7	34,2	2,9	36,5	33122	446,7	74,2	226,5

** Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique (qx/ha), le rendement économique (qx/ha), le poids à l'hectolitre (kg/hl), le taux de protéine (%), le zélény (ml), la valeur du rapport du zélény sur le taux de protéine, le poids de 1000 grains (g), le nombre de grains/m² (grains/m²), le nombre d'épis/m² (épis/m²), le nombre de grains/épis (grains/épis) et la quantité d'azote exportée par le grains (kgN/ha). Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

Enfin, l'essai caractérisé par une variété fourragère (Tableau 3.3) est défini avec 32 modalités. Les 22 premières modalités permettent de déterminer les surfaces de réponse. Les objets 23 à 26 sont issus du conseil de fumure du Livre Blanc de Février 2019. Les modalités 27 et 29 correspondent à des fumures issues de la méta-analyse présentée dans le Livre Blanc de février 2018. Les objets 28 et de 30 à 32 correspondent à des fumures plus spécifiques. La modalité 28 est une fumure dégressive. Un fractionnement en 4 apports est présent pour l'objet 30 et les objets 31 et 32 sont caractérisés par des fumures extrêmes (Fumure total de 90 kg N/ha et de 315 kg N/ha).

- **Rendements phytotechnique et économique**

Le rendement phytotechnique maximal pour une variété fourragère s'élève à 122.45 qx/ha (Tableau 3.3). Il est obtenu avec une fumure totale de 270 kg N/ha (90-90-90). Des rendements statistiquement équivalents sont obtenus avec des fumures totales plus élevées et avec des fumures totales beaucoup plus faibles. Ces fumures sont mises en évidence dans les cellules en gris dans la colonne « Rdt Phyto [qx/ha] » du Tableau 3.3. Pour la variété Mentor, panifiable, le rendement phytotechnique maximal s'élève à 121.4 qx/ha (Tableau 3.4). Il est obtenu avec une fumure totale de 175 kg N/ha. Le fractionnement est réalisé en deux apports. Le premier est appliqué au stade de tallage-redressement et le second à la dernière feuille. Des rendements statistiquement équivalents sont obtenus avec des fumures totales plus élevées et également avec des fumures totales beaucoup plus faibles. Ces fumures sont mises en évidence dans les cellules en gris dans la colonne « Rdt Phyto [qx/ha] » du Tableau 3.4.

Les résultats de ces essais aboutissent à une surface de réponse du rendement phytotechnique à la fertilisation azotée relativement lissée (Figure 3.3). Cela signifie qu'une majorité des fumures appliquées donne des rendements équivalents d'un point de vue statistique. Pour la variété Safari, fourragère, le rendement économique optimal s'élève à 114,9 qx/ha et est obtenu avec une fumure totale de 120 kg N/ha (60-00-60). D'autres fumures ont permis d'atteindre ce rendement économique statistiquement équivalent (cellules en gris dans la colonne « Rdt eco [qx/ha] » du Tableau 3.3. En effet, tenant compte du coût de l'engrais, et plus précisément du coût de l'engrais exprimé en équivalent rendement, les fumures excessives n'apportent pas un gain supplémentaire. Pour illustrer cela, la Figure 3.5 présente le rendement économique et le coût en équivalent rendement de la fertilisation appliquée, en fonction des doses totales croissantes d'engrais (variété Safari en haut et variété Mentor en bas). Dans les deux situations, une sur-fertilisation conduit à des pertes économiques.

Le rendement économique optimal de la variété panifiable, Mentor, s'élève à 119,9 qx/ha et est obtenu avec une fumure totale de 175 kg N/ha (fractionnement en deux apports). Comme pour l'essai avec une variété fourragère, une fertilisation faible entraîne des rendements économiques moins importants (Figure 3.4). Cela s'explique par la capacité à ne pas développer de manière optimale ces composantes de rendements (voir article détaillé sur les composantes du rendement dans le Livre Blanc de Février 2018 dans le point 2.2 de la partie sur la fertilisation azotée).

L'essai avec la variété Safari, permet de justifier le conseil adapté issu du Livre Blanc de Février 2019. En effet, les objets 23 à 26 ont tous atteint les rendements phytotechniques et économiques optimums avec un fractionnement de la fumure en deux (fumure totale de 145 kg N/ha) ou en trois apports (fumure totale de 145 kg N/ha). La variété Mentor permet également de justifier le conseil adapté du Livre Blanc en fumure azotée de 2019. L'application de la fumure en deux apports (objet 26 ; 80N au tallage-redressement – 75N à la dernière feuille) et en trois apports (objet 24 ; 50N au tallage – 40N au redressement – 55N à la dernière feuille) ont permis d'atteindre des rendements phytotechniques et économiques optimums.

Dans les deux essais réalisés à Lonzée, les deux fumures qui avaient été préconisées lors du Livre Blanc de Février 2019 et adaptées selon les recommandations aux conditions de l'essai et de la culture ont permis d'atteindre des rendements phytotechniques et des rendements économiques optimum.*

**en trois fractions : 60N au tallage – 50 N au redressement – 65 N à la dernière feuille ; en deux fractions : 90 N au tallage-redressement – 85 N à la dernière feuille.*

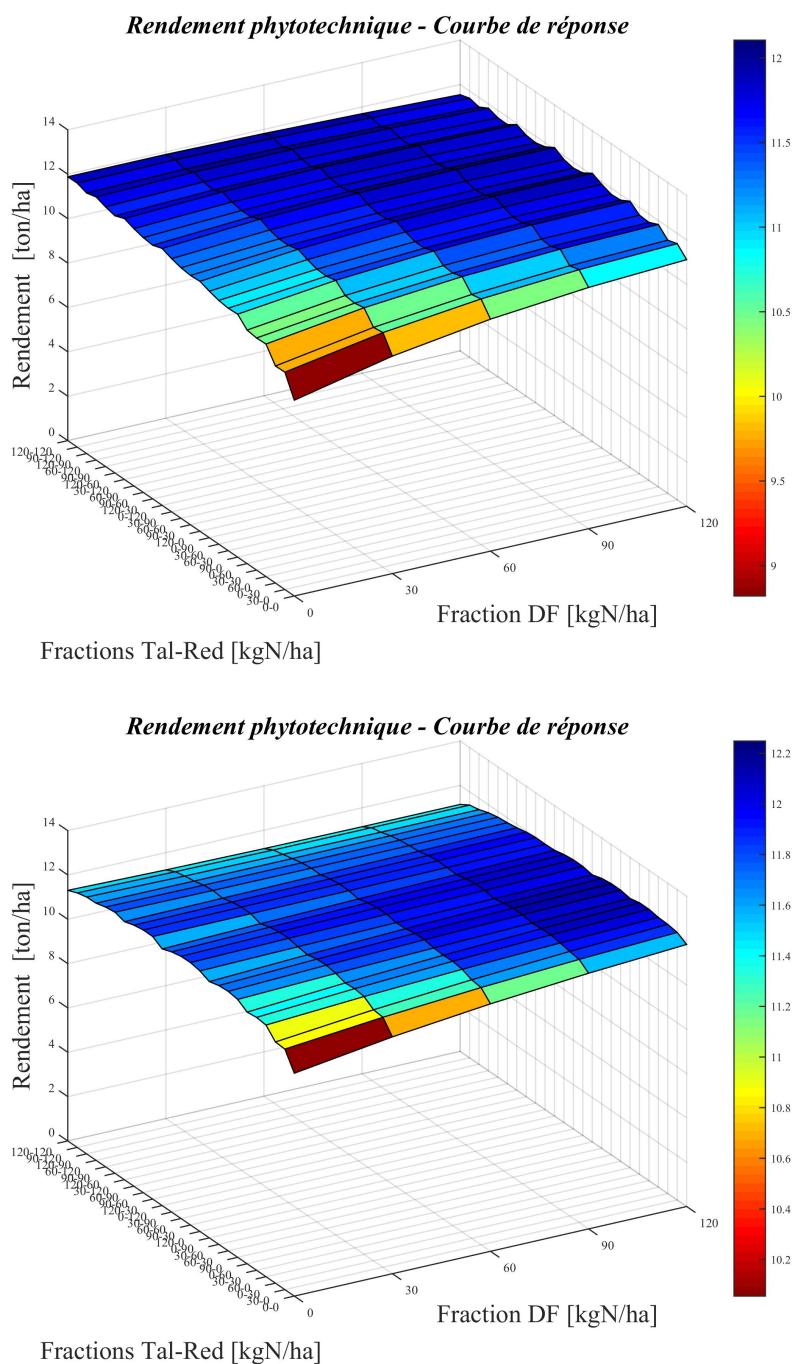


Figure 3.3 – Surface de réponse à la fertilisation azotée du rendement phytotechnique observée dans l'essai fumure pour une variété fourragère (en haut) et pour une variété panifiable (en bas) sur un plan à trois dimensions pour respectivement les variétés Safari et Mentor - Lonzée 2019.

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

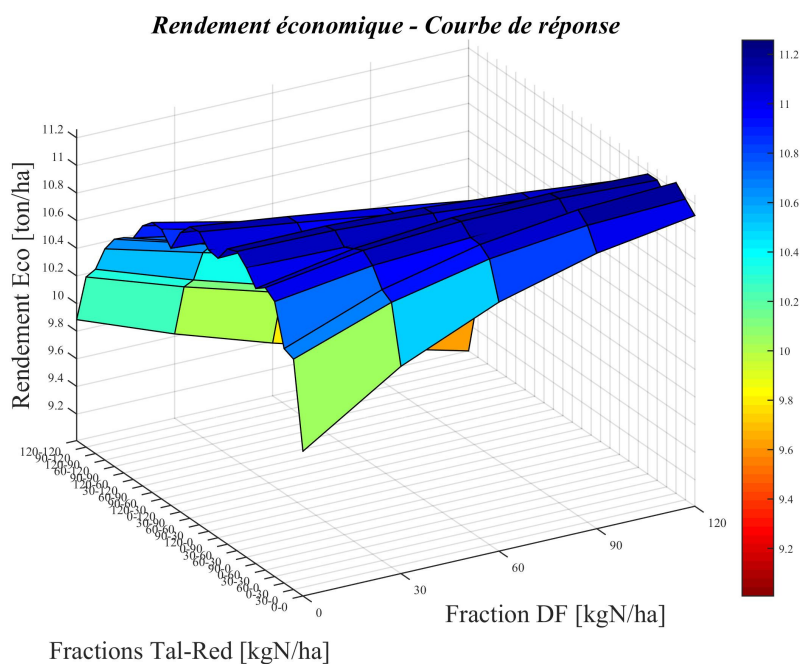
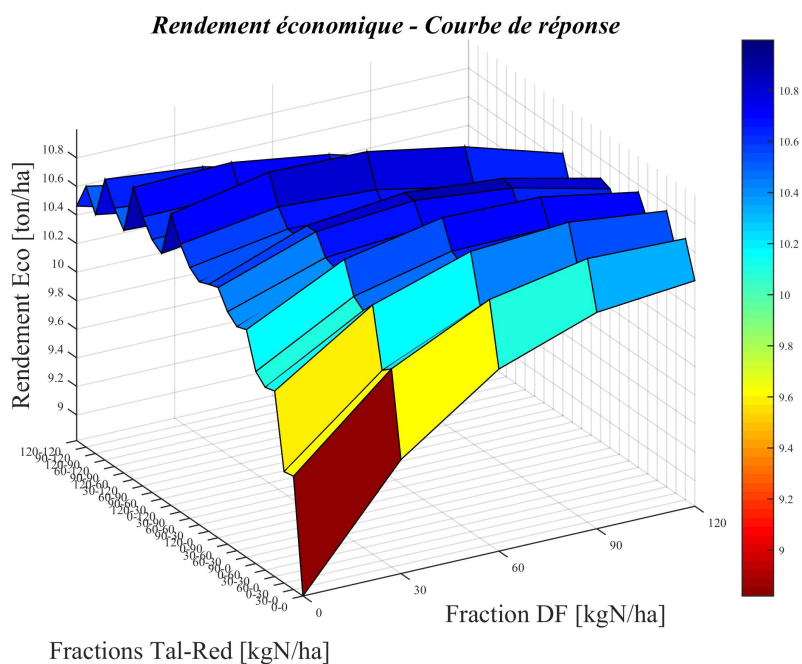


Figure 3.4 – Surface de réponse à la fertilisation azotée du rendement économique observée dans l'essai fumure pour une variété fourragère (en haut) et pour une variété panifiable (en bas) sur un plan à trois dimensions pour respectivement les variétés Safari et Mentor. Les rendements économiques (Qx/ha) sont exprimés - Lonzée 2019.

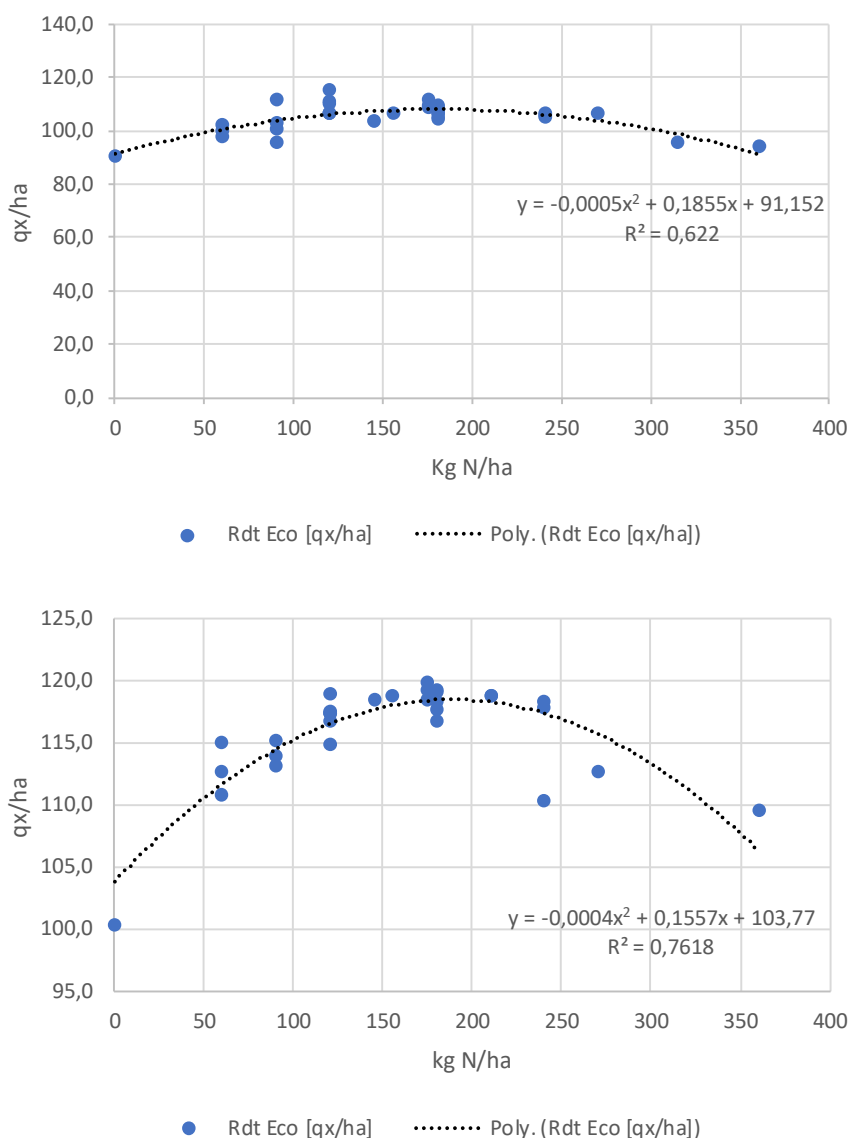


Figure 3.5 – Courbe de réponse du rendement économique du froment à la dose totale de fumure azotée appliquée – Essais Fumures de Lonzée pour la variété Safari (en haut) et la variété Mentor (en bas) 2019 Gx-ABT, ULiège.

- **Poids de mille grains (PMG) et Poids à l'hectolitre (P/HL)**

Les poids de mille grains sont faibles pour l'essai avec la variété Mentor ; 37.8 grammes en moyenne. L'année 2018 a été marquée par des valeurs plus élevées avec par exemple une moyenne à 52.4 grammes pour l'essai fumure avec la variété Edgar. Le second essai (variété Safari) possède des poids de mille grains plus proches de ceux de l'année 2018 ; 47.0 grammes en moyenne. Un poids de mille grains minimal de 41,5 grammes et maximal de 50,0 est obtenu pour cet essai.

Ensuite, le poids à l'hectolitre de ces deux essais est inférieur à 80 kg/hl. Une valeur moyenne de 77,1 kg/hl et 77,2 kg/hl caractérise, respectivement, le poids à l'hectolitre pour l'essai « Mentor » et l'essai « Safari ». Le poids à l'hectolitre caractérisant l'essai « Safari », ayant été obtenu avec des fumures totales inférieures à 120 kg N/ha et n'ayant pas reçu de

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

fertilisation à la dernière feuille, est plus faible. Les objets 1, 3, 4, 7, 10, 11 et 18 sont donc statiquement différents de l'objet 30 (poids à l'hectolitre le plus élevé). De plus, ce constat est également valable pour les objets 2 et 31, ceux-ci étant caractérisés par un apport à la dernière feuille de fumure, mais la fumure totale est alors inférieure à 100 kg N/ha.

Pour l'essai « Mentor », le poids à l'hectolitre le plus important est observé pour l'objet 16 avec une valeur de 78,4 kg/hl. Les fumures totales ayant reçu plus de 210 kg N/ha offrent des poids spécifiques plus faibles hormis pour les objets 28 et 32. Ces deux objets sont alors statistiquement équivalents à l'objet 16.

- **Teneur en protéines, Indice Zélény et rapport Zélény sur Protéines (Z/P)**

Dans les deux essais « Safari » et « Mentor », l'objet 22, caractérisé par la fumure la plus forte (360 kg N/ha), présente logiquement la teneur en protéines la plus élevée. Ce taux élevé de protéines est dû à la fertilisation azotée exagérée de cet objet. Cette année, les taux de protéines ont été impactés négativement par les rendements élevés qui ont été observés. En moyenne, le taux de protéines est légèrement supérieur à 11%.

Ensuite, l'essai « Safari » possède des valeurs de teneurs en protéines statistiquement équivalentes à l'objet 22 pour les modalités ayant reçues des fumures totales égales ou supérieures à 175 kgN/ha hormis pour les objets 14, 29 et 30. Quant à l'essai « Mentor », les objets 12, 15, 16, de 19 à 21 et de 28 à 30, ayant reçu des fumures totales égales ou supérieures à 175 kgN/ha, sont statistiquement équivalents à l'objet 22 au contraire des protocoles 8, 13, 14, 25 et 27.

L'indice Zélény a une valeur moyenne de 27,2 ml et de 31,9 ml pour, respectivement, l'essai « Safari » et l'essai « Mentor ». Les rapports moyens Z/P de ces essais sont 2,45 pour l'essai « Safari » et de 2,84 propre à l'essai « Mentor ».

- **Nombres de grains/m², nombres d'épis/m², nombres de grains/épis et quantité d'azote dans les grains (Kg N/ha).**

Un nombre de grains par mètre carré et un nombre d'épis par mètre carré élevé est lié à des fertilisations azotées importantes. Les données les plus élevées sont, respectivement, de 27810 grains/m² (objet 22 ; 360 kg N/ha) et de 509 épis/m² (objet 32 ; 315 kg N/ha) pour l'essai « Safari » ainsi que de 34910 grains/m² (objet 15 ; 270 kg N/ha) et de 536 épis/m² (objet 21 ; 240 kg N/ha) pour l'essai « Mentor ».

Une fertilisation relativement faible a permis d'obtenir un nombre de grains par épis plus important. L'objet 16 (120 kg N/ha ; essai « Safari ») et l'objet 2 (60 kg N/ha ; essai « Mentor ») possède le plus grand nombre de grains/épis avec des valeurs respectives de 76,9 grains/épis et de 80,2 grains/épis.

Les données de l'essai « Mentor » concernant la quantité d'azote présente dans les grains ont illustré l'importance de l'apport de la fumure à la dernière feuille. En effet, l'ensemble des objets ayant reçu au minimum de 180 kg N/ha comme fumure totale ainsi qu'un apport de fertilisation à la dernière feuille ont alors des valeurs de quantité d'azote dans les grains statiquement équivalents à la valeur la plus élevée (236,5 kg N/ha pour l'objet 19). Seul l'objet 25 ne répond pas à cette observation puisqu'il s'agit d'une fumure en deux apports.

Néanmoins, la fumure totale (175 kg N/ha) de cet objet est très proche de la fumure de 180 kgN/ha et l'apport appliqué à la dernière feuille est important (85 kgN/ha), cet objet est donc également statistiquement équivalent à l'objet 19.

Les objets 14 et 21 ont bien des fumures égales ou supérieures à 180 kg N/ha cependant ils exportent une quantité d'azote dans les grains plus faible car ils n'ont pas reçu de fertilisation à la dernière feuille.

- **Efficacité d'un quatrième apport sur la teneur en protéine**

Les objets présents dans le Tableau 3.5 permettent de tester l'efficacité d'un quatrième apport d'azote au stade floraison. Les objets 27, 28 et 30 sont conduits avec une fertilisation en 4 passages. Ces 2 premiers objets sont dérivés, de l'objet 8 (60-60-60 kg N/ha). L'objet 29 représente également une forme dérivée de la fumure de l'objet 8 tout en conservant une fumure en trois passages. Ces objets diffèrent de l'objet 8 par :

- la division de l'apport de dernière feuille (60 kg N/ha) en deux fractions, un premier apport réduit au stade dernière feuille (30 kg N/ha) et ensuite un apport de 30 kg N/ha au début de la floraison pour l'objet 27 ;
- l'ajout de 30 kg N/ha au début de la floraison (objet 28) ;
- l'ajout de 30 kg N/ha au stade dernière feuille (objet 29).

Tableau 3.5 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha), poids à l'hectolitre PHL (kg/hl), la teneur en protéines (%), Zélény (ml) et le rapport Zélény sur la teneur en protéines, poids de 1000 grains PMG (g), nombre de grains/m² (grains/m²), nombre de épis/m² (épis/m²), nombre de grains/épis, et de la quantité d'azote dans les grains (Kg N/ha) observés dans l'essai « fumure azotée » de la variété Mentor pour les objets 1, 8, 24 et 27 à 30 de Lonzée.

N°	T	TR	Red	DF	Deb Flo	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [qx/ha]	Rdt Eco [qx/ha]	P/HL [kg/hl]	Prot. [%]	Zel [ml]	Z/P	PMG [g]	Nbr grains [grains / m ²]	nbre épis [épis / m ²]	grains / épis	Qtot N grains [Kg N/ha]
1						0	100,3	100,3	77,0	9,4	24,8	2,6	43,6*	23028	329,0	74,6	150,5
8	60		60	60		180	119,3	117,7	77,0	11,6	33,4	2,9	36,4	32761	490,0	66,7	220,5
24	50		40	55		145	119,7	118,4	77,5	10,9	29,9	2,7	36,9	32464	435,3	74,2	209,2
27	60		60	30	30	180	119,8	118,2	77,8	11,4	33,1	2,9	37,5	31965	482,3	66,7	218,2
28	60		60	60	30	210	120,6	118,7	77,5	11,7	34,1	2,9	36,3	33255	454,3	74,0	225,6
29	60		60	90		210	120,6	118,7	76,6	12,0	35,1	2,9	35,7	33753	483,3	69,3	231,8
30	50		40	55	30	175	120,7	119,2	77,4	11,7	34,2	2,9	36,5	33122	446,7	74,2	226,5

** Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique (qx/ha), le rendement économique (qx/ha), le pois à l'hectolitre (kg/hl), le taux de protéine (%), le zélény (ml), la valeur du rapport du zélény sur le taux de protéine, le poids de 1000 grains (g), le nombre de grains/m² (grains/m²), le nombre d'épis/m² (épis/m²), le nombre de grains/épis (grains/épis) et la quantité d'azote exportée par le grains (kgN/ha). Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

Ensuite, l'objet 30 est comparable à l'objet 24 (50-40-55 kg N/ha – fumure conseillée et adaptée selon le Livre Blanc de février 2019). Cet objet a alors reçu 30 kg N/ha qui a été appliqué lors d'une quatrième fraction. Cet apport supplémentaire est réalisé au début de la floraison. La fumure totale passe donc de 145 kg N/ha à 175 kg N/ha.

L'apport d'une fumure supplémentaire de 30 kg N/ha au stade floraison n'apporte qu'une centaine de kilogrammes de rendement en plus (non significatif statistiquement) cependant un gain en qualité est bien présent (significatif statistiquement) pour les objets 24 et 30. Les valeurs du taux de protéines, du Zélény et du rapport Z/P sont plus intéressantes avec cet ajout de fertilisation (30 kg N /ha) au stade début floraison.

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

Cette observation peut également être réalisée entre les objets 8 et 28 et l'ajout de cette fertilisation à la dernière feuille permet un effet positif sur le taux de protéines. L'analyse de l'objet 29 par rapport aux objets 8 et 28 nuance cependant cet effet positif. Cet objet est également caractérisé par un ajout supplémentaire de 30 kg N/ha qui est alors appliqué à la dernière feuille. De plus, cet apport en trois passages est plus intéressant que ce même apport en quatre passages (non significatif statistiquement).

Dans le cadre d'un quatrième passage, ces gains ne sont donc pas rentabilisés compte tenu de l'accroissement du coût de fertilisation.

2.2 Les éléments à considérer pour une recommandation pratique

- **Les objectifs de la recommandation**

Le raisonnement de la fumure selon la méthode du « Livre Blanc Céréales » a et a toujours eu pour objectif principal de s'approcher le plus près possible de l'optimum économique (rendement phytotechnique duquel sont soustraits les coûts liés à la fertilisation).

Le raisonnement de la fumure est intégré dans un mode de conduite de la culture où la densité de semis est modérée et où les interventions visant à protéger la culture de la verse et des maladies cryptogamiques sont raisonnées elles aussi en fonction de leur rentabilité.

Les recommandations de fractionnement visent à :

- ❖ Minimiser le risque de mauvais rendements ;
- ❖ Optimiser la rentabilité (rendement économique) ;
- ❖ Réduire les risques de verse ;
- ❖ Minimiser le risque de développement des maladies ;
- ❖ Satisfaire aux normes technologiques.

Les fumures azotées préconisées permettent également de limiter au maximum les déperditions d'azote nuisibles à l'environnement en :

- ❖ Réduisant au minimum les reliquats d'azote après culture et en les limitant dans les horizons supérieurs du profil ;
- ❖ Epuisant les reliquats azotés de la culture précédente ;
- ❖ Limitant les pertes par voie gazeuse.

Une fertilisation azotée raisonnée permet d'optimiser la production et la rentabilité de la culture, tout en minimisant les risques de pertes culturales (maladie, verse) et environnementales (émissions de N₂O, reliquat).

- **Les conditions climatiques lors de l'automne et de l'hiver 2019-2020**

Du mois d'août jusqu'au mois d'octobre inclus, la température moyenne sous abri enregistrée sur la station d'Ernage était supérieure à la normale saisonnière (Tableau 3.6). Ensuite le mois de novembre a connu un retour à des températures légèrement inférieures à la moyenne

saisonnière. Des températures supérieures à la normale saisonnière ont été enregistrées pour le mois de décembre (supérieur de plus de 2 degrés). La somme des températures est donc plus élevée pour ce début de saison culturale. De plus, le nombre de jours de gel comptabilisés est à ce jour (6/2/20) très faible.

Ensuite, la pluviométrie pour le mois d'août et le mois de septembre a été inférieure aux précipitations normales observées. Octobre a été marqué par des précipitations abondantes. En effet, on a pu observer des précipitations de l'ordre de 105,1 mm plutôt que 69,2 mm qui sont normalement attendus. Ensuite, les mois de novembre et de décembre ont connu une pluviométrie proche de la normale. Enfin, le mois de janvier a été plus chaud qu'à l'habitude (5.3°C en moyenne). La saison hivernale peut être considérée comme une saison chaude et humide par rapport aux dernières années.

Tableau 3.6 – Températures moyenne de de l'air sous abri et précipitations moyennes enregistrées en 2018-2019 (Ernage - Gembloux).

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Température moyennes Air [C°]						
Observées	18,4	14,6	11,7	6,1	5,5	5,3
Normales	17,1	14,1	10,6	6,2	3,3	2,5
Précipitations [mm]						
Observées	64	37,8	105,1	59,5	80	46,3
Normales	82	62,4	69,2	67,9	75,8	69,4

- **La situation moyenne du profil en azote minéral du sol au 5 février 2020**

Au 5 février 2020, pas moins de 101 parcelles ont déjà été échantillonnées par les services provinciaux du Hainaut(Ath), par le CRA-W Unité Fertilité des sols et Protection des eaux, par Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège (GRENeRA et Unité de Phytotechnie) sur une grande partie de la Région wallonne en veillant à l'étendre à des situations culturales suffisamment contrastées, notamment en fonction des précédents culturaux. De plus, des résultats postérieurs seront également disponibles grâce à la collaboration entre ces organismes et également grâce aux travaux réalisés par les services provinciaux de Liège (Tinlot), du Brabant Wallon (La Hulpe), de Namur (Ciney) et du Luxembourg (Michamps). L'échantillonnage des profils en froment d'hiver a été réalisé sur 90 cm de profondeur.

Tableau 3.7 – Comparaison pour les 10 dernières années des réserves en azote minéral du profil du sol (kg N-NO3/ha) – CRA-W, Services provinciaux (Ath et Tinlot), GRENeRA de Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège et de l'unité de Phytotechnie de Gx-ABT, ULiège.

	Année	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
	Nombre de situations	101	179	138	148	163	137	156	118	48	45
Profondeur (cm)	0-30	14	12	9	22	9	9	11	10	13	14
	30-60	20	30	11	34	12	13	14	13	20	19
	60-90	25	43	18	24	17	16	18	17	24	19
Total (cm)	0-90	59	85	39	79	39	38	43	40	57	52

Le Tableau 3.7 révèle que le profil moyen en sortie d'hiver est moins riche qu'en 2019. Il est,

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

avec les données récoltées jusqu'au 5 février de 59 kg N/ha. La disponibilité en azote est donc plus faible que l'an dernier néanmoins elle reste plus importante que la teneur moyenne en azote minéral sur ces dix dernières années (53 kg N/ha). Cette richesse est due aux températures élevées des sols durant la fin de l'été et l'automne qui ont stimulé la minéralisation.

Il est également très intéressant de s'attarder sur la répartition de cet azote en profondeur. La première partie du profil (de 0 à 30 cm) contient 14 kg N/ha soit presque 25% de l'azote présent dans le profil azoté sur 90 cm de profondeur. La partie comprise entre 30 et 60 cm comporte 20 kg N/ha et le bas du profil compris entre 60 et 90 cm de profondeur est riche puisqu'on y observe en moyenne 25 kg N/ha (plus de 40% de l'azote présent dans le profil azoté).

La Figure 3.6 illustre l'évolution de la quantité d'azote présente dans le profil du sol en fonction du temps. Entre les mois d'octobre et de janvier, l'azote présent initialement dans le premier horizon a migré vers les deuxième et troisième horizons. De plus de 44 kg N/ha présent en octobre dans l'horizon 0-30 cm, on se retrouve en janvier avec en moyenne de seulement 13 kg N/ha dans ce même horizon. Cette importante migration de l'azote est due à la lixiviation consécutive aux précipitations importantes que nous avons connues ces derniers mois.

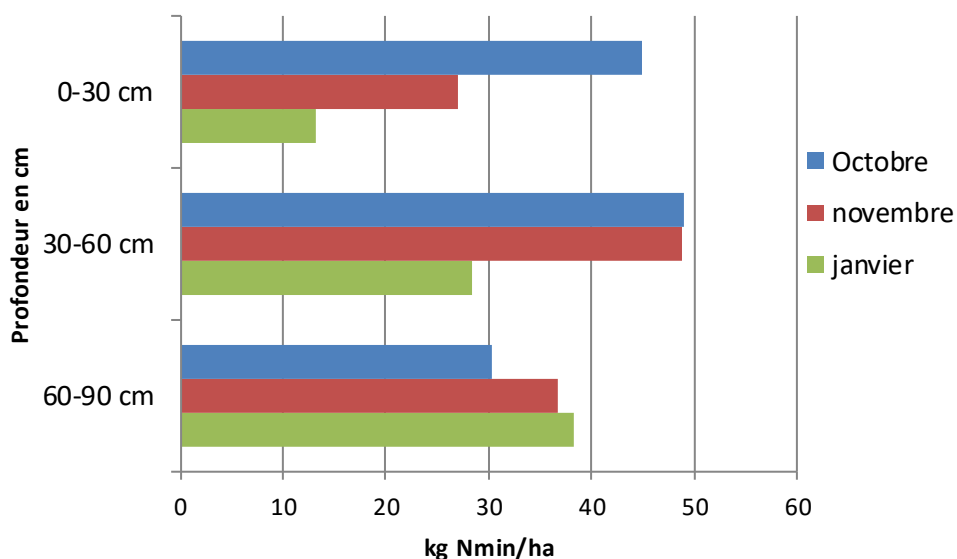


Figure 3.6 – Illustration de la lixiviation observée durant l'automne et l'hiver 2019-2020 après cultures de pommes de terre dans le réseau de surveillance de GRENeRA. Quantités moyennes d'azote minéral en kg N/ha observées sur 10 parcelles en octobre, décembre et en janvier.

Le reflet des profils azotés pour la Wallonie et pour l'ensemble des différents précédents est présenté dans le Tableau 3.8. Les profils les plus élevés sont pour les précédents culturaux de pomme de terre ainsi que des légumineuses. Dans ces deux situations, on retrouve plus de 80 kg N/ha. Les précédents froment*, lin, betteraves, chicorée ainsi que colza montrent des profils azotés compris entre 40 kg N/ha et 53 kg N/ha (* données présentes pour moins de 5 profils azotés). Enfin, après un précédent maïs on observe un profil azoté moyen de 64 kg N/ha.

Il est important de préciser que ces données sont le résultat de prélèvements et d'analyses réalisées dans la seconde partie du mois de janvier. Suite aux conditions climatiques de mi-janvier jusque début février (pluviométrie importante), il est fort probable que la quantité d'azote présente dans le profil soit plus faible dû à ces précipitations. La Figure 3.6 illustre ces propos entre des prélèvements réalisés en octobre jusque Janvier. De plus, une grande variabilité est présente dans les profils d'une part dû aux différentes conditions pédo-climatiques rencontrées en Wallonie et d'autre part dû aux nombres, peu importants, de profils pour certains précédents.

Tableau 3.8 – Profils azotés moyens (en kg N/ha) observés sur 90 cm en froment d'hiver à travers des différentes provinces de Wallonie pour différents précédents culturaux (betterave, pommes de terre, colza, légumineuse, maïs, lin, froment d'hiver et chicorée).

		Wallonie									
		Précédent	Betterave	P.d.Terre	Colza	Légumineuse	Maïs	Lin	Froment *	Chicorée	moyenne
		Nb situation	21	30	8	9	18	5	4	6	101
Profondeur	0-30 cm	16	15	13	22	14	10	14	11	14	
	30-60 cm	14	31	15	30	21	14	15	19	20	
	60-90 cm	13	46	20	31	29	16	23	22	25	
Total	0-90 cm	43	92	47	83	64	40	52	53	59	
	Min	21	55	33	36	19	32	37	23		
	Max	71	164	64	147	118	56	70	98		

• Etat des cultures en sortie hiver

Dans les semis de la plateforme de Loncée, à la date du 05 février 2020, les stades des froments observés dans les essais « dates de semis » sont :

- ❖ Semis de mi-octobre : plein tallage ;
- ❖ Semis de mi-novembre : 3-4 feuilles ;
- ❖ Semis de mi-janvier : germination.

Dans la majorité des emblavements, les cultures sont en bon état.

Il est conseillé de réaliser des profils azotés dans vos parcelles afin de connaître la structure de votre sol et ainsi d'adapter au mieux la fertilisation azotée de vos cultures.

2.3 La détermination pratique de la fertilisation azotée

Ci-dessous vous trouverez quelques liens utiles afin de réaliser une fertilisation azotée optimale :

- ❖ Le rappel des principes théoriques d'une bonne fertilisation :
<http://www.cereales.be/thematiques/fumures/froment/>
- ❖ Le rappel des étapes pour adapter sa fumure selon la méthode Livre Blanc :
<http://www.cereales.be/thematiques/fumures/froment/determiner-sa-fumure/>
- ❖ Les tableaux pratiques pour le calcul de votre fumure sur champs :
<http://www.cereales.be/thematiques/fumures/froment/determiner-sa-fumure/>

L'entièreté des documents présentés dans le Livre Blanc Céréales sont également disponibles sur le site internet (www.livre-blanc-cereales.be), accessible en suivant le lien ou en utilisant le QR code à la Figure 3.7.



Figure 3.7 – QR code pour se rendre sur le site internet www.livre-blanc-cereales.be.

- **Les fumures de référence pour la saison 2019-2020**

La fumure de référence pour 2020 est basée sur les résultats d'une analyse pluriannuelle des essais fumures, ainsi que sur base des observations de ce début de saison décrites précédemment.

Il est important de préciser que même si les profils azotés sont élevés. L'azote est majoritairement présent dans le second et le troisième horizon et peu dans l'horizon superficiel à cause de la lixiviation. La fraction de tallage est donc, pour ces raisons, maintenue à 60 N. Les fractions de redressement et de dernière feuille sont maintenues par rapport à une année normale.

La fumure en deux fractions sera réservée aux situations les plus favorables. Une fumure totale de 185 kg N/ha est donc conseillée pour l'année culturale 2019-2020.

Il est donc déconseillé de faire l'impasse d'un apport en sortie d'hiver pour les cultures qui ne seront à la reprise de la végétation qu'au stade début tallage.

Cependant pour éviter une surfertilisation de la culture, en fonction du précédent cultural et de l'état de la culture une réduction de l'apport en azote au stade redressement et/ou dernière

feuille pourrait s'avérer nécessaire il faudra être très attentif aux correctifs proposés dans les tableaux ci-après et en cours de saison à l'état de la culture dans chaque parcelle.

Les deux fumures de références proposées en 2020 sont :

En trois fractions :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) :	60 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction) :	60 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) :	65 N

En deux fractions :

Fraction intermédiaire « T-R »	90 N
Fraction de la dernière feuille	95 N

Le conseil pourra évoluer en cours de saison en fonction des conditions de développement et de croissance des cultures.

Restez attentifs aux communiqués du CePiCOP durant la saison.

- **Choisir un schéma en deux ou en trois fractions**

A ce stade, les deux schémas de fractionnement sont adaptés. Le choix du schéma de fractionnement sera réfléchi selon votre parcelle et votre précédent. Dans tous les cas, il vous est recommandé de calquer votre schéma d'apport sur base des prévisions de précipitations et d'apporter votre fertilisation avant une pluie afin de maximiser l'efficacité du prélèvement d'engrais par la plante.

Une fertilisation en trois apports est à privilégier dans la majorité des situations. Elle est indispensable dans les circonstances suivantes :

- ❖ Structure de sol abîmée par des récoltes tardives ou en mauvaises conditions ;
- ❖ Terre à mauvais drainage naturel ;
- ❖ Sol complètement glacé ou refermé, dégâts d'hiver, de traitements herbicides, de parasites, déchaussements, ...
- ❖ Sol avec de faibles disponibilités en azote en sortie hiver ;
- ❖ Besoin en paille élevé sur l'exploitation ;
- ❖ Dans les semis tardif (après le 15 novembre) ;
- ❖ Dans le cas d'un précédent froment, afin de favoriser la progression racinaire et compenser l'effet néfaste des maladies du système racinaire ;
- ❖ Si la végétation est trop claire ou la densité de végétation faible en sortie d'hiver ;
- ❖ A fortiori, dans toutes les situations culturales où on soupçonne que le système racinaire du froment se développera difficilement et ne permettra pas à la culture de trouver dans le sol les quantités minimales d'azote dont elle a besoin pour assurer le développement d'un nombre suffisant de tiges.

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

Une fertilisation en deux fractions sera pour sa part encouragée dans les situations suivantes :

- ❖ Précédents culturels laissant des reliquats élevés, tels qu'après une culture de légumineuse, légumes ou pomme de terre ;
- ❖ Dans le cas d'un précédent betterave dont l'arrachage a été effectué précocement (avant le 15 octobre) dont le profil n'aurait pas été épuisé (voir analyse de sol) ;
- ❖ Dans le cas de semis précoces et/ou si la végétation est fortement avancée (la culture a déjà produit beaucoup de talles) ;
- ❖ Sur des parcelles où les restitutions de matières organiques sont importantes et/ou fréquentes ;
- ❖ Productions de froment destinées à une valorisation en meunerie.

- **Apporter une fraction complémentaire à l'épiaison ?**

Lorsque la fumure a été correctement calculée, un apport d'azote supplémentaire à l'épiaison ne se justifiera sans doute pas, sauf les années exceptionnelles. Dans la majorité des situations, les accroissements de rendement liés à un apport à l'épiaison sont, en effet, quasi nuls ; et cela pourrait aboutir à surfertiliser la culture et à augmenter le reliquat.

Un autre danger des fumures tardives (après le stade dernière feuille) trop importantes est en effet de retarder la maturation de la culture, ce qui, certaines années, pourrait s'avérer préjudiciable (difficulté de récolte, perte de qualité, indice de chute de Hagberg insuffisant).

Un apport complémentaire d'azote autour du stade épiaison ne doit être appliqué qu'exceptionnellement et doit toujours être de faible importance.

- **Calcul de la fertilisation selon la méthode Livre Blanc Céréales**

Quel que soit le fractionnement choisi, chaque apport devra être raisonné sur base des principes suivants :

- ❖ Au sein d'une même exploitation, chaque parcelle doit être considérée individuellement ; les conditions culturelles varient souvent entre parcelles (passé cultural, évolution de la culture, impact de l'environnement avoisinant) ;
- ❖ La dose de chacune des fractions est déterminée juste avant l'application. La fumure totale d'azote ne doit jamais être définie à la sortie de l'hiver mais résulte, au moment du dernier apport, de l'addition des fractions définies les unes après les autres.

Ces deux principes, via des correctifs appliqués aux doses de référence, permettent de prendre en compte les variabilités de fourniture d'azote par le sol et l'évolution en cours de saison de la culture (potentiel de rendement, enracinement, maladies, stress ou accident éventuel).

La formule générale pour le calcul des doses à appliquer reste donc toujours d'application :

$$\text{Dose à appliquer} = \text{Dose de référence} + N.TER + N.ORGAN + N.PREC + N.ETAT + \text{éventuellement } N.CORR$$

Nous insistons durant ce printemps 2020 sur l'importance de calculer les doses pour chaque parcelle et chaque fraction ; la variabilité des disponibilités entre les précédents culturaux et entre parcelles sont plus importantes que d'habitude eu égard aux disponibilités plus élevées que d'habitude dans les profils de sol.

2.4 Calcul de la fumure azotée pour 2020

Les fumures de références en 2020 :

En trois fractions :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction):	60 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction):	60 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction):	65 N

En deux fractions :

Fraction intermédiaire « T-R »	90 N
Fraction de la dernière feuille	95 N

Quel que soit le système d'apport choisi, chaque fraction devra être raisonnée

$$\text{Dose à appliquer} = \text{Dose de référence} + N.TER + N.ORGAN + N.PREC + N.ETAT + \text{éventuellement } N.CORR$$

La détermination de chacun des correctifs pour chaque fraction peut être calculée sur base des tableaux présentés ci-après.

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

2.4.1 Détermination de N.TER, fonction du contexte sol-climat

Cette détermination se fait en deux étapes : définition de l'indice TER de la parcelle sous l'angle pédo-climatique (1.1.) et valeurs de N.TER correspondantes pour chaque fraction (1.2.).

1.1 Définition de l'indice TER de la parcelle

TER = la somme des valeurs retenues dans les trois tableaux suivants

RÉGIONS	Nombre de fractions	Valeur
Famenne, Ardennes	3	3
Condroz, Fagne, Thudinie, Polders	2 ou 3	3
Hesbaye sèche, régions de Tournai, de Courtrai, d'Audenarde	2 ou 3	5
Toutes les autres régions	2 ou 3	4
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>		

Remarque :

Le choix d'une région déterminée entraîne déjà la prise en compte des caractéristiques des sols de cette région. Les rubriques « drainage » et « structure » permettent de prendre en compte des variations locales. Ainsi en Condroz, les sols ont par nature un moins bon drainage qu'en pleine Hesbaye, mais il existe des parcelles qui sont semblables à des bonnes terres de la région limoneuse (dont le drainage est donc EXCELLENT par rapport aux sols normaux du Condroz) et d'autres qui, par contre, restent gorgés d'eau très longtemps (pour qui le drainage doit être considéré comme MAUVAIS).

Au terme « drainage », on peut associer la rapidité de réchauffement des terres. Ainsi, en Basse et Moyenne Belgique mais aussi en Condroz ou en Polders, il existe des terres dites « froides » où le redémarrage de la culture est habituellement nettement plus lent que dans les autres terres de la région. Ces parcelles doivent être assimilées à des parcelles à drainage « MAUVAIS ».

DRAINAGE	Nombre de fractions	Valeur
Pour la région, le drainage de la parcelle est:		
MAUVAIS	3	-1
NORMAL	2 ou 3	0
EXCELLENT (<i>uniquement dans le Condroz, voir remarque ci-dessus</i>)	2 ou 3	+1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>		

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

STRUCTURE ET ARGILE	Nombre de fractions	Valeur
Si mauvaise structure ou terre abîmée lors de la récolte précédente	3	-1
Si terre argileuse, très lourde	2 ou 3	-1
Sinon	2 ou 3	0
<i>Inscrire ici la valeur pour votre parcelle</i>		

Total des trois valeurs retenues = indice TER

1.2 Définition des valeurs de N.TER pour chaque fraction

Rechercher les valeurs de N.TER correspondant à l'indice TER calculé.

Indice TER	VALEUR DE N.TER POUR LA				
	3 fractions			2 fractions	
	1^{ère} fraction	2^{ème} fraction	3^{ème} fraction	Fraction intermédiaire	Fraction DF
TER 0 et 1	+ 25	+ 30	+ 5	Non recommandé	
TER 2	+ 20	+ 25	0	Non recommandé	
TER 3	+ 10	+ 20	0	+ 10	+ 20
TER 4	0	0	0	0	0
TER 5	- 15	- 15	+ 10	- 15	- 5

N. TER RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 37)

Vos parcelles	3 fractions			2 fractions	
	1^{ère} fraction T	2^{ème} fraction R	3^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	Fraction DF
Parcelle 1					
Parcelle 2					

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

2.4.2 Détermination de N.ORGANIQUE, fonction de la richesse organique du sol

1.3 Définition de la classe de richesse organique des sols pour la parcelle

Il s'agit ici de se placer dans une des catégories proposées en tenant compte beaucoup plus du régime des restitutions que des teneurs en matières organiques suite à l'analyse de sol. En effet, ces teneurs, même élevées, peuvent traduire une mauvaise dynamique et une lente minéralisation de la matière organique.

RÉGIME D'APPORT DES MATIÈRES ORGANIQUES	CLASSE ORGA
Restitutions organiques très faibles, pas d'apport d'effluent d'élevage, vente occasionnelle de pailles	1
Incorporation des sous-produits ou échange paille – fumier, apport modéré de matière organique tous les 3 à 5 ans	2
Apport important de matières organiques tous les 3 à 5 ans ou fréquence élevée de ces apports	3
Vieille prairie retournée depuis moins de 5 ans (=> <i>fractionnement en deux apports</i>)	4
<i>Inscrire ici la classe ORGA correspondant à votre cas</i>	

1.4 Détermination des valeurs de N.ORGANIQUE pour chaque fraction

CLASSES	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction T	2 ^{ème} fraction R	3 ^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	3 ^{ème} fraction DF
ORGA 1	+ 10	+ 10	0	Non recommandé	
ORGA 2	0	0	0	0	0
ORGA 3	-20	- 10	0	-30	0
ORGA 4	Apport en deux fractions recommandé			-30	-30

N.ORGANIQUE RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 37)

Vos parcelles	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction T	2 ^{ème} fraction R	3 ^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	Fraction DF
Parcelle 1					
Parcelle 2					

2.4.3 Détermination de N.PREC, fonction du précédent

Dans le tableau ci-dessous, sont repris les précédents les plus habituels. Dans le cas où le précédent serait constitué d'une culture non reprise dans le tableau, on se situera par référence à des plantes connues comme ayant des caractéristiques fortement semblables sur le plan des reliquats de fumure et des résidus laissés par la culture. Les valeurs de ce tableau ont été adaptées en fonction des reliquats azotés mesurés en janvier 2020 dans 101 situations.

Tableau 3.9 – Valeur du correctif N.PREC selon le précédent cultural et le schéma de fractionnement.

précédent cultural	N.PREC selon:				
	3 fractions			2 fractions	
	T	R	DF	TR	DF
Betteraves et chicorées					
Arrachées avant le 15 octobre	0	0	0	0	0
Arrachées après le 15 octobre	+10	+10	0	Non recommandé	
Pois protéagineux, pois de conserverie, féveroles, haricots	0	-20	-10	-20	-10
Colza	0	0	0	0	0
Lin	0	0	0	0	0
Pomme de terre	0	-10	-10	-10	-10
Maïs ensilage	0	0	-10	Non recommandé	
Chaumes	+10	+10	0	Non recommandé	
Pailles sans azote et maïs grain	+10	+10	0	Non recommandé	
Légumes (épinard, choux, carottes)	(Analyser et consulter)				

Ces valeurs de N.PREC sont valables dans le cas où le précédent a donné un rendement normal compte tenu des fumures apportées.

Dans le cas où le rendement de la culture précédente aurait été trop faible par rapport à la fumure azotée qui lui avait été apportée, il y a lieu de réduire les valeurs de N.PREC pour tenir compte du reliquat laissé par la culture précédente.

Après légumes et de manière générale pour les situations non reprises dans le Tableau 3.9, la très grande variabilité observée dans les disponibilités azotées après ce type de précédent, due aux modalités très variées de culture, fertilisation et récolte, ne permet pas de définir ici des termes correctifs pertinents. Il est préférable dans ces situations de réaliser une analyse de la teneur en azote du profil et ensuite de consulter un service compétent qui, sur base des résultats de l'analyse pourra donner un conseil judicieux.

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

2.4.4 Détermination N.ETAT, en fonction de l'état de la culture

Suivant la fraction pour laquelle la détermination est effectuée, on se reportera au paragraphe correspondant, c'est-à-dire :

- Pour un apport en **trois fractions** :
 - 4.1. (tallage) ;
 - 4.2. (redressement ou intermédiaire) ;
 - 4.3. (dernière feuille).
- Pour un apport en **deux fractions** :
 - 4.2. (redressement ou intermédiaire) ;
 - 4.3. (dernière feuille).

4.1. Premier apport au TALLAGE :

Généralement, les situations où la densité en plante est trop faible sont rares.

STADE DE LA CULTURE AU DEBUT MARS	Valeur
3 feuilles ou moins	5
Début tallage (1 talle formée)	6
Plein tallage (2 talles au moins)	7
Fin tallage (4 talles au moins)	8
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

DENSITE EN PLANTES PAR m ²	Valeur
Densité trop faible (moins de 100 plantes/m ²)	-1
Densité normale ou faible	0
Densité trop élevée (plus de 300 plantes/m ²)	+1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

ACCIDENTS CULTURAUX	Valeur
Si sol glacé, très refermé	-1
Si semis trop profond	-1
Si déchaussement	-1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

RESSUYAGE DU SOL	Valeur
Si sol gorgé en eau	-1
Si sol très bien ressuyé	+1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Total des quatre valeurs retenues = indice ETAT

ETAT DE LA CULTURE	N.ETAT
ETAT 0, 1,2 ou 3	+ 30
ETAT 4	+ 20
ETAT 5	+ 10
ETAT 6	0
ETAT 7	- 10
ETAT 8	- 20
ETAT 9, 10	- 30

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 37)
Parcelle 1	
Parcelle 2	

4.2. Second apport au REDRESSEMENT (apport en 3 fractions) ou INTERMEDIAIRE (apport en 2 fractions) :

- Détermination de N.ETAT pour la fraction du redressement (apport en 3 fractions)

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible, couleur claire	+ 10
Végétation normale	0
Végétation trop forte, couleur vert foncé, bleuté	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Pour caractériser l'aspect de la végétation à ce stade, il faut principalement prendre en compte la densité de talles et la couleur de la culture. Il faut cependant être prudent, la culture du froment ne doit pas ressembler à une prairie, sinon les risques dus à l'excès de densité deviennent trop importants. Tenir compte aussi des différences de coloration de feuillage d'une variété à l'autre.

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

- **Détermination de N.ETAT pour la fraction intermédiaire tallage-redressement (2 fractions)**

En cas de doute, optez pour « densité normale ». Si vous avez opté pour une fumure en deux fractions, il est normal que la végétation soit de couleur un peu claire et de densité en talle plus faible que lorsqu'il y a eu une application au tallage.

DENSITE DE VEGETATION	Valeur
Densité trop faible	+ 10
Densité normale	0
Densité élevée	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 37)
Parcelle 1	
Parcelle 2	

4.3. Dernier apport fraction de la DERNIERE FEUILLE

Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction de la dernière feuille

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible	+ 10
Végétation normale	0
Végétation trop forte et/ou présence importante de maladies	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Pour caractériser l'aspect de la végétation à ce stade, il faut prendre en compte principalement la vigueur et la couleur de la culture.

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 37)
Parcelle 1	
Parcelle 2	

2.4.5 Détermination DE N.CORR

Ces correctifs éventuels permettent d'éviter des surdosages ou sous-dosages de fumure azotée lors de l'une ou l'autre des fractions.

Suivant la fraction pour laquelle la détermination est effectuée, on se reportera au paragraphe correspondant, c'est-à-dire :

- Pour un apport en **trois fractions** :
 - 5.1 (tallage) ;
 - 5.2 (redressement ou intermédiaire) ;
 - 5.3 (dernière feuille).

- Pour un apport en **deux fractions** :
 - 5.2 (redressement ou intermédiaire) ;
 - 5.3 (dernière feuille).

5.1. Pour la fraction de TALLAGE

La fraction de tallage ne doit pas dépasser 100 unités par hectare. Si la culture présente trop de facteurs défavorables (terre mal drainée, à très mauvaise structure, précédent paille, densité insuffisante, plantes déchaussées), le potentiel de rendement de la culture est affaibli. Dans ce cas, tout excès de fumure contribuerait à le réduire encore.

Détermination de la valeur de N.CORR pour la fraction de tallage

	N.CORR
Si N.TER + N.PREC + N. ETAT est égal ou inférieur à 50 unités	0
Si N.TER + N.PREC + N. ETAT est supérieur à 50 unités	50-(N.TER + N.PREC + N. ETAT)*

* La valeur de N.CORR est dans ce cas toujours négative.

Vos parcelles	N. CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 37)
Parcelle 1	
Parcelle 2	

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

5.2. Pour la fraction de REDRESSEMENT (apport en trois fractions) ou INTERMEDIAIRE (apport en deux fractions)

a. Fraction de redressement (3 apports)

Pour éviter d'avoir un peuplement en épis trop dense, il faut tenir compte de la quantité d'azote qui a été appliquée lors de l'apport de tallage. En effet, dans certaines conditions pédoclimatiques (TER 4-5), la somme des deux premières fractions ne peut dépasser 120 unités sous peine de nuire au rendement par excès de densité et/ou d'accroître les risques de verse.

Dans le cas particulier de TER 3, si la quantité appliquée en 1^{ère} fraction plus celle prévue en 2^{ème} fraction dépasse 160 unités, on limite le 2^{ème} apport et on reporte la quantité en excès sur la 3^{ème} fraction.

Exemple:

Si 1 ^{ère} fraction appliquée=	80
2 ^{ème} fraction calculée=	90
Total=	170
N.CORR=	160-170= -10

Il faut apporter à la deuxième fraction:
 $90-10= 80$ unités
et ajouter 10 unités à la 3^{ème} fraction prévue.

Dans le cas de TER 4 et 5 on ne reporte pas l'excédent de fumure.

Détermination de N.CORR pour la fraction de redressement

La détermination de N.CORR pour la fraction du redressement se fait en fonction de la somme des deux premières fractions (tallage appliquée + redressement calculée) et du type de terre TER (voir 1.1 page 26).

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, 1 et 2	Dans tous les cas	0
TER 3	Si 1 ^{ère} fraction appliquée + 2 ^{ème} fraction calculée= 150 N ou moins	0
	Sinon N.CORR= 150 N - 1 ^{ère} fraction appliquée - 2 ^{ème} fraction calculée... N.CORR devra dans ce cas être ajouté à la fraction dernière feuille	...
TER 4 et 5	Si 1 ^{ère} fraction appliquée + 2 ^{ème} fraction calculée= 110 N ou moins	0
	Sinon N.CORR= 110 N - 1 ^{ère} fraction appliquée - 2 ^{ème} fraction calculée	...

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES	REPORT ÉVENTUEL À LA DERNIÈRE FEUILLE (UNIQUEMENT SI TER 3)
Parcelle 1		
Parcelle 2		

b. Fraction intermédiaire (2 apports)

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, 1 et 2	Non recommandé	0
	Si fraction calculée= 100 N ou moins	0
TER 3, 4 et 5	Sinon N.CORR= 100 N - fraction calculée*	...

* Dans de rares situations comme par exemple TER 3, précédent chaume et végétation insuffisante

Vos parcelles	N. CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

5.3. Pour la fraction de dernière feuille

Toujours pour éviter une sur-fumure ou une sous-fumure de la culture, il faut dans certains cas adapter la dernière fraction en fonction des deux premiers apports : cette adaptation doit à nouveau se faire en fonction des conditions pédoclimatiques (type de TER).

3. Fertilisation azotée en froment d'hiver

a. Fumure en trois apports

TYPE DE TER		Valeur de N.CORR.
TER 0, 1 et 2	160 N - 1 ^{ère} fraction - 2 ^{ème} fraction = A	
	Si A = 0 plus Si A = valeur inférieure à 0	0 A
TER 3	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction + report éventuel de 2 ^{ème} fraction = 140 N ou plus	-20+report éventuel
	= plus de 80 N et moins de 140 N	0
	= 80 N ou moins	+ 10
	* En cas de report de 2 ^{ème} fraction sur la 3 ^{ème} (voir 5.2.)	
TER 4	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction = 130 ou plus	- 20
	= plus de 60 N et moins de 130 N	0
	= 60 N ou moins	+ 10
TER 5	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction = 100 N ou plus	- 20
	= plus de 40 N et moins de 100 N	0
	= 40 N ou moins	+ 10

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 37)
Parcelle 1	
Parcelle 2	

b. Fumure en deux apports

TYPE DE TER		Valeur de N.CORR.
TER 3	Si fraction intermédiaire = 80 N ou moins	+10
TER 4	Si fraction intermédiaire = 60 N ou moins	+10
TER 5	Si fraction intermédiaire = 40 N ou moins	+10

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 37)
Parcelle 1	
Parcelle 2	

2.4.6 Calcul de la fumure

La fumure de la parcelle est constituée de deux ou trois fractions dont les différents termes peuvent être rassemblés puis sommés dans le tableau suivant.

Parcelle 1

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORG A	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	60	-						
Intermédiaire T-R		90						
Redressement	60	-						
Dernière feuille	65	95						

(1) Lorsque le total ainsi calculé est négatif, sa valeur est ramenée à 0 ; lorsque ce total vaut moins de 10 N, sa valeur est reportée sur la fraction suivante.

Parcelle 2

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORG A	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	60	-						
Intermédiaire T-R		90						
Redressement	60	-						
Dernière feuille	65	95						

3 La fertilisation azotée en Escourgeon

3.1 Les particularités de la saison culturale 2018-2019

Les semis ont été réalisés dans des conditions optimales à l'automne. Malgré la sécheresse qui nous affectait depuis la fin 2016, les quelques pluies avant les semis (vers le 20 septembre) et de fin octobre ont permis une levée homogène de la plupart des escourgeons.

Le développement des plantes s'est également passé dans de bonne condition. Le temps clément durant l'hiver a permis à l'escourgeon de taller de façon optimale.

Le mois chaud et sec de février a permis un retour rapide sur les terres et la réalisation des premières applications d'azote. Certains précédents n'avaient pas valorisé l'azote apporté la saison précédente laissant des reliquats azotés élevés. Les analyses de reliquats azotés à la sortie d'hiver ont permis d'éviter des surdosages d'azote.

La fraîcheur du mois de mai a eu des conséquences diverses. En effet, l'épiaison s'est prolongée sur plus de 3 semaines et dans certaines situations, la fertilité et le développement des épis d'escourgeon ont pu être affecté par le froid.

Le mois de juin à lui été marqué par une succession de coups de chaud avec des températures qui ont atteint les 30°C. Heureusement, dans la plupart des situations, le seuil des 32°C n'a pas été atteint limitant l'impact de l'échaudage.

La moisson des escourgeons a débuté en juillet. Ils ont donné de bons rendements. Seuls, quelques problèmes de fertilité d'épis ont empêché les rendements d'atteindre des sommets.

3.2 Résultats des expérimentations en 2019

Pour la saison 2018-2019, les résultats d'essais sur la fumure azotée proviennent des plateformes de Loncée (ULiège Gx-ABT) et de Ath (CARAH). Une première analyse sera réalisée sur l'essai mené à Ath. Ensuite, les deux essais, l'un sur une variété lignée et l'autre sur une variété hybride réalisés à Loncée seront détaillés.

Le Tableau 3.10 reprend les itinéraires techniques de l'essai de Ath et des deux essais de Loncée.

Tableau 3.10 – Itinéraire technique des essais implantés à Ath et Loncée.

Intervention	Ath		Lonzée			
	Caractéristique	Modalité / Date	Caractéristique	Modalité / Date	Caractéristique	Modalité / Date
Choix variétal	KWS Orbit	-	KWS Tonic	-	Bazooka	-
Type de variété	Lignée		Lignée		Hybride	
Date de semis	250 grains/m ²	28-sept	225 grains/m ²	04-oct	175 grains/m ²	04-oct
Précédent	Froment	-	Pomme de terre	-	Pomme de terre	-
Porfil azoté réalisé en Janvier 2019	profondeur 0-30 cm	7,4 (kg/ha)	profondeur 0-30 cm	15 (kg/ha)	profondeur 0-30 cm	15 (kg/ha)
	profondeur 30-60 cm	13,7 (kg/ha)	profondeur 30-60 cm	29 (kg/ha)	profondeur 30-60 cm	29 (kg/ha)
	profondeur 60-90 cm	22,3 (kg/ha)	profondeur 60-90 cm	27 (kg/ha)	profondeur 60-90 cm	27 (kg/ha)
	Total N minéral	43,4 (kg/ha)	Total N minéral	71 (kg/ha)	Total N minéral	71 (kg/ha)
Apport de fumure	Tallage (T)	08-mars	Tallage (T)	01-mars	Tallage (T)	01-mars
	Redressement (R)	27-mars	Redressement (R)	27-mars	Redressement (R)	27-mars
	Dernière feuille (DF)	02-mai	Dernière feuille (DF)	24-avr	Dernière feuille (DF)	24-avr
Désherbage	Herold 0,6l/ha + AZ500 100c/ha	13-oct	Axial 1l/ha + Biathlon duo 70g/ha + Vegetop 1l/ha	05-avr	Axial 1l/ha + Biathlon duo 70g/ha + Vegetop 1l/ha	05-avr
	Allié 15g/ha + starane Forte 0,2l/ha	29-mars				
Raccourcisseur	Percival 0,8kg/ha	29-mars	Ethephon 1,25l/ha	29-avr	Ethephon 1,25l/ha	29-avr
	Percival 0,2kg/ha + Ethephon 0,4 l/ha	22-avr	-	-	-	-
Fongicide	Fandango 1l/ha	06-avr	Opus plus (1,5L/ha)	30-avr	Opus plus (1,5L/ha)	30-avr
	Cerix 1,5l/ha + Pugil 1l/ha	22-avr	+ Pugil (1L/ha) Adexar (1,5L/ha)	11-juin	+ Pugil (1L/ha) Adexar (1,5L/ha)	11-juin
Insecticide	Patriot Protech 0,4l/ha + Pirimor 150g/h	17-oct	-	-	-	-
	Karaté Zéon 0,05l/ha	08-nov				
Récolte	-	05-juil	-	09-juil	-	09-juil

3.2.1 Analyse de l'essai fumure réalisé à Ath (Carah)

- **Rendement phytotechnique et économique**

Pour le calcul du rendement économique, le prix de vente retenu pour l'escourgeon en 2019 est de 145 €/T et le prix moyen de la tonne d'azote (ammonitrate 27 %) est de 240€ avec une TVA appliquée de 6%. Les rendements économiques repris dans ce chapitre seront donc exprimés selon le rapport 6.1 à savoir qu'1 kilogramme d'azote correspond à 6.1 kilogramme d'escourgeon (1 kg N = 6.1 kg d'escourgeon).

Le Tableau 3.11 donne les résultats de l'essai « fumures » mené dans le Hainaut par le CARAH sur la variété KWS Orbit. Les résultats de l'analyse statistique permettent de montrer qu'en 2019, tous les schémas de fumure ont permis d'obtenir des rendements statistiquement similaires. L'apport d'une fumure azotée élevée n'a donc pas permis de maximiser le rendement.

3. Fertilisation azotée en escourgeon

Tableau 3.11 – Résultats de l’essai « fumures » réalisé en 2019 à Ath (CARAH) sur la variété KWS Orbit.
Ce tableau donne les fumures appliquées en fonction des stades de la culture (kgN/ha), la fumure totale (kgN/ha), le rendement phytotechnique et économique (qx/ha), le poids à l’hectolitre (kg/hl), le poids de mille grains (g) ainsi que le nombre de grains par mètre carré et le taux de protéines (%) pour cet essai.

Objet	KWS Orbit									
	T 08-mars	R 27-mars	DF 02-mai	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [qx/ha]	Rdt Eco [qx/ha]	P/HL [kg/hl]	Teneur en protéines	PMG	Nbr de grains par m ²
1	0	0		0	91	91	66,0	12,3*	49,1*	18552
2	35	40	30	105	119	112	67,0	11,7	46,8	25330
3	35	40	50	125	117	109	67,4*	12,1	48,4	24114
4	45	50	50	145	117	108	66,8	11,7	48,5	24129
5	35	55	65	155	117	108	66,5	11,7	47,7	24598
6	0	90	75	165	118	108	65,9	12,2	46,7	25203
7	55	60	50	165	124	114*	66,0	11,7	47,2	26271
8**	55	60	50	165	123	112	66,3	11,4	46,3	26473
9	60	60	65	185	117	106	66,3	11,7	47,8	24493
10	60	65	80	205	125*	113	65,7	11,6	46,1	27241*

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique, le rendement économique, le poids à l’hectolitre (kg/hl), le poids de mille grains (g) ainsi que le nombre de grains/m² et de la verse (9 étant résistant). Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

**Engrais contenant du soufre (sulfonitrate 32%S)

L’impasse de la fumure au tallage (objet 6) n’a pas été pénalisante. Au prix de vente de 145 € la tonne d’escourgeon et de 240 € la tonne d’ammonitrate, le meilleur revenu est atteint avec 165 kgN/ha donnant un rendement économique de 114 qx/ha.

- **Poids à l’hectolitre (P/HL) et poids de mille grains (PMG)**

Aucune différence significative entre les fumures n’a été observée au niveau des poids à l’hectolitre. A part la fumure la plus élevée (objet 10), toutes les fumures ont permis d’atteindre un poids de mille grains statistiquement équivalent et supérieur à l’objet 10.

Depuis quelques années, les résultats montrent tout de même une tendance des fumures totales faibles à donner des poids à l’hectolitre et des poids de mille grains un peu plus élevés que les fumures élevées. Ce constat est lié au plus faible nombre de grain par m², qui engendre un meilleur remplissage des grains présents. Tout comme en 2018, la fumure n’a que peu impacté le poids à l’hectolitre et le PMG en 2019.

- **Nombre de grains par mètre carré**

Il y a 2 composantes principales qui déterminent le rendement à savoir ; le poids de mille grains (signe d’un bon remplissage de l’épi) et le nombre de grains par mètre carré qui lui est fonction du nombre d’épis et du nombre de grains par épis.

Etant donné que le poids de mille grains est faiblement impacté par la quantité d’azote totale apportée, on peut conclure que l’élément le plus limitant dans une année normale est le nombre de grain par mètre carré.

Le nombre de grain est lié principalement à deux facteurs. Il faut tout d’abord un nombre de talles suffisant qui est lui en grande partie lié à la fraction de tallage. Le Tableau 3.11 montre que les 6 premières modalités, qui ont reçu moins d’azote au tallage ont un nombre de grain par m² plus faible que les objets 7, 8, 10 qui ont reçu au moins 55 unités au tallage. Ensuite il

faut de l'azote au redressement pour permettre aux talles présentes de monter en épis. C'est peut-être une explication à la différence que l'on peut observer entre les objets 9 et 10.

Attention, exagérer la fumure à certaines fractions n'est certainement pas la solution car un nombre de talles ou d'épis trop élevé peut engendrer des problèmes de verse, de maladies foliaires mais aussi un moins bon remplissage du grain. D'ailleurs, l'objet 10 est le seul objet à avoir un poids de mille grains statistiquement plus faible. Le tableau montre également que, les schémas avec des fractions équilibrées semblent maximiser le rendement économique

- **Teneur en protéines**

La teneur en protéines a été peu influencée par la fumure dans cet essai.

- **Apport de soufre**

Afin d'évaluer la nécessité ou non d'apporter du soufre, l'ammonitrate 27% a été remplacé par du sulfonitrate 32% dans l'objet 8. La comparaison entre les objets 7 et 8, pour lesquels seule la forme d'azote diffère, montre que cette année l'apport de soufre n'était pas bénéfique en escourgeon. Il a même été pénalisant pour la teneur en protéine.

3.2.2 Analyse des essais fumures réalisés à Lonzée (ULiège Gx-ABT)

Le fractionnement de la fumure azotée a été étudié sur deux essais mis en place à Lonzée (Gx-ABT) ; le premier a été réalisé sur KWS Tonic (variété lignée), le second sur Bazooka (variété hybride). Le choix de réaliser deux essais séparés pour les variétés lignées et hybride est parti du constat que les deux types de variétés ont des comportements différents par rapport aux différents schémas de fumure.

Les fumures maximales et optimales sont obtenues par calcul (courbes de réponse des rendements aux différents niveaux de la fumure azotée croissante).

Le calcul des rendements économiques est le même que pour l'essai de Ath. Il est basé sur un prix de vente pour l'escourgeon en 2019 de 145€/T et un prix moyen de la tonne d'azote (ammonitrate 27 %) de 240€ avec une TVA appliquée de 6%.

3. Fertilisation azotée en escourgeon

- **Essai fumure sur la variété lignée KWS Tonic**

Tableau 3.12 – Résultats de l’essai « fumures » réalisé à Lonzée (Gx-ABT) en 2019 sur la variété lignée KWS Tonic. Ce tableau donne les fumures appliquées en fonction des stades de la culture (kgN/ha), la fumure totale (kgN/ha), le rendement phytotechnique et économique (qx/ha), la verse (cotation de 1 à 9, 9 étant la cote la plus favorable), le poids à l’hectolitre (kg/hl), la teneur en protéine (% de matière de sèche), le poids de mille grains (g) ainsi que le nombre d’épis, le nombre de grains par mètre carré et le nombre de grains par épis.

Objet	KWS Tonic			Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [qg/ha]	Rdt Eco [qx/ha]	Verse	P/HL [kg/hl]	Teneur en protéine	PMG	Nbr d'épis/m ²	Nbr de grains par m ²	Nbr de grains par épis
	T 14-mars	R 11-avr	DF 24-avr										
1	0	0	0	0	69	69	9,0	66,0	9,2	46,7	419	14861	35
2	0	35	0	35	83	81	9,0	65,9	8,8	47,2	483	17520	36
3	35	35	0	70	95	91	9,0	65,8	9,9	46,4	557	20469	37
4	70	35	0	105	103	97	8,6	66,2	10,2	46,5	601	22232	37
5	0	35	35	70	97	93	9,0	66,1	10,5	48,1*	500	20140	40
6	35	35	35	105	103	96	8,9	66,4*	10,3	48,0	555	21445	39
7	70	35	35	140	105	96	8,9	65,5	10,9	46,8	532	22368	42
8	0	70	0	70	98	93	8,8	65,2	10,1	46,2	514	21151	41
9	35	70	0	105	108	101*	8,7	65,7	10,4	46,4	575	23216	40
10	70	70	0	140	106	97	8,1	65,6	10,7	45,6	635	23191	37
11	0	70	35	105	103	97	8,2	65,6	10,9	47,0	552	21957	40
12	35	70	35	140	107	98	9,0	65,8	10,9	47,2	513	22612	44*
13	70	70	35	175	107	96	8,4	65,4	11,6	45,7	579	23296	40
14	0	70	70	140	106	97	9,0	65,5	11,4	47,4	566	22319	39
15	35	70	70	175	107	96	8,4	65,0	12,0	45,7	643*	23431	36
16	70	70	70	210	104	92	7,7	64,6	12,6	45,0	575	23220	40
17	0	105	70	175	109	99	8,1	64,7	12,0	45,6	585	23952	41
18	35	105	70	210	109	96	8,6	64,8	12,8*	45,1	566	24183	43
19	0	105	105	210	112*	99	8,9	64,6	12,7	45,4	578	24727*	43
20	55	55	50	160	108	98	9,0	65,7	10,9	48,0	581	22514	39

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique, le rendement économique, le poids à l’hectolitre (kg/hl), le poids de milles grains (g) ainsi que le nombre de grains/m² et de la verse (9 étant résistant). Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

- **Rendement phytotechnique et économique**

L’analyse statistique nous montre qu’en 2019, pour la variété lignée KWS Tonic, les fumures totales supérieures à 140 kgN/ha ainsi que l’objet 9 (105 kgN/ha) ont permis de maximiser les rendements phytotechniques. L’impasse de la fumure au tallage a entraîné, dans la plupart des cas, des pertes de rendements phytotechniques. Un apport de 35 unités d’azote au tallage a généralement permis d’atteindre de bon rendement phytotechnique.

Au niveau des rendements économiques, l’impasse de la fumure au tallage n’a pas été pénalisante contrairement aux résultats de 2018. C’est certainement lié aux reliquats élevés qui avaient été mesurés à Lonzée (précédent pomme de terre).

Le calcul des rendements économiques a tendance à lisser les résultats de cet essai. Les grosses fumures même si elles permettent d’augmenter le rendement phytotechnique n’amènent pas forcément plus de revenu pour la culture d’escourgeon.

Tout comme en 2018, un faible apport, voir un apport nul au stade DF n’a, dans la plupart des cas, pénalisé ni le rendement phytotechnique, ni le rendement économique des variétés lignées. Ce faible apport a par contre été pénalisant sur la teneur en protéines.

En générale les variétés lignées réagissent mieux à des schémas de fertilisation équilibré et sont pénalisées lorsque l’apport total d’azote est élevé. En 2019, c’est un peu le contraire.

Une des explications est que 2019 était une année à haut rendement expliquant les besoins importants en azote de la culture.

- **Poids à l'hectolitre (P/HL) et poids de mille grains (PMG)**

En 2019, le poids à l'hectolitre et le poids de mille grains ont été peu affectés par les schémas de fertilisation. Les fumures élevées ont tout de même tendance à diminuer le poids à l'hectolitre mais ce phénomène a été moins marqué cette année.

- **Nombre de grains par mètre carré**

Les objets n'ayant pas reçu d'azote ou peu d'azote (35kgN/ha) au tallage ont pour la plupart, un nombre de grains au mètre carré plus faible statistiquement que les autres. En effet, le rendement potentiel est conditionné par le nombre de grains au mètre carré et par le remplissage des grains. Une impasse au tallage est un risque de disposer d'un nombre de grains trop limité et donc de diminuer le potentiel de rendement. Se passer de l'apport d'azote au tallage n'est donc pas recommandé.

Réduire de trop la fraction de redressement peut aussi être pénalisant car le nombre de talles pouvant monter en épis sera limité.

- **Teneur en protéines**

La teneur en protéines est liée en grande partie à l'apport de la dernière fraction. Statistiquement, la plupart des objets ayant reçu plus de 70kgN/ha ont une teneur en protéines plus élevée que les autres objets.

Message à retenir pour les variétés lignées en 2019 :

- **Année à très haut rendement → besoins en azote importants**
- **Dans la situation où les reliquats azotés étaient élevés, l'impasse au tallage a été moins pénalisante en escourgeon que les autres années.**
- **La fraction de dernière feuille influence la teneur en protéines mais a eu un faible impact sur le rendement économique**

3. Fertilisation azotée en escourgeon

- **Analyse de l'essai fumure réalisé à Loncée (ULiège Gx-ABT) pour la variété hybride Bazooka**

Tableau 3.13 – Résultats de l'essai « fumures » réalisé à Loncée (Gx-ABT) sur la variété hybride Bazooka. Ce tableau donne les fumures appliquées en fonction des stades de la culture (kgN/ha), la fumure totale (kgN/ha), le rendement phytotechnique et économique (qx/ha), la verse (cotation de 1 à 9, 9 étant la cote la plus favorable), le poids à l'hectolitre (kg/hl), la teneur en protéine (% de matière de sèche), le poids de mille grains (g) ainsi que le nombre d'épis, le nombre de grains par mètre carré et le nombre de grains par épis.

Objet	Bazooka (hybride)												
	T 14-mars	R 11-avr	DF 24-avr	Total [Kg N/ha]	Rdt Phyto [qg/ha]	Rdt Eco [qx/ha]	Verse	P/HL [kg/hl]	Teneur en Protéine	PMG	Nbr épis/m ²	Nbr de grains par m ²	Nbr de grain/é pis
1	-	-	-	0	69	69	9,0	68,5	10,6	44,6	490	15565	33
2	-	35	-	35	75	73	9,0	68,6	9,9	45,4	480	16725	36
3	35	35	-	70	94	90	9,0	69,1	10,7	44,3	580	20706	36
4	70	35	-	105	97	90	9,0	69,0	10,5	44,4	570	21817	38
5	-	35	35	70	93	88	9,0	69,1	10,6	45,2	523	20639	39
6	35	35	35	105	96	90	9,0	69,3*	10,8	45,4	559	21334	39
7	70	35	35	140	102	93	9,0	69,2	11,2	46,1*	618	22335	36
8	-	70	-	70	96	91	8,9	68,5	11,1	43,6	550	21326	39
9	35	70	-	105	101	95	8,8	68,8	11,4	43,1	633	23544	38
10	70	70	-	140	103	95	8,8	68,9	11,5	44,4	646*	23522	36
11	-	70	35	105	103	96	9,0	68,6	11,6	44,5	633	23036	37
12	35	70	35	140	105	97	8,9	68,9	11,6	45,1	523	23221	45*
13	70	70	35	175	102	91	7,9	68,3	11,7	43,7	570	23212	41
14	-	70	70	140	107	98	9,0	68,3	11,8	44,2	606	24206	40
15	35	70	70	175	107	96	8,5	68,7	12,4	44,4	612	23943	39
16	70	70	70	210	110	97	8,0	68,5	12,6	44,0	612	24637	41
17	-	105	70	175	112	101*	8,4	68,2	12,1	45,3	561	25173	45*
18	35	105	70	210	111	98	8,1	67,7	13,0	43,1	580	25495	44
19	-	105	105	210	113*	100	7,3	67,8	13,3*	43,4	590	26039*	45*
20	55	55	50	160	107	97	8,6	68,6	11,9	44,5	628	24294	39

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique, le rendement économique, le poids à l'hectolitre (kg/hl), le poids de mille grains (g) ainsi que le nombre de grains/m² et de la verse (9 étant résistant). Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

- **Rendement phytotechnique et économique**

Pour la variété hybride Bazooka, la fumure permettant de maximiser le rendement phytotechnique a été obtenue avec 210 kgN/ha (0-105-105) donnant 112 qx/ha. Statistiquement, les objets 14 à 20 ont permis de maximiser le rendement, leur point commun est une fraction plus élevée à la dernière feuille que les autres objets, avec un minimum de 50 kgN/ha à la dernière application.

Contrairement à la variété lignée KWS Tonic, la variété hybride Bazooka est moins pénalisée par des faibles apports d'azote au tallage. Cela pourrait être expliqué par une plus grande rusticité et une meilleure vigueur du système racinaire des hybrides qui leur permet de mieux valoriser l'azote situé en profondeur en sortie d'hiver.

- **Poids à l'hectolitre (P/HL) et Poids de mille grains (PMG)**

Le poids à l'hectolitre et le poids de mille grains ont été peu affectés par les schémas de fertilisation. Les fumures élevées ont tout de même tendance à diminuer le poids à l'hectolitre. Les poids de mille grains des objets 8 et 9 sont statistiquement plus faibles, c'était déjà le cas en 2018. Une hypothèse serait que ces 2 schémas sont déséquilibrés, il y a une fraction importante au redressement qui permet une bonne montée en épis mais un faible apport d'azote à la dernière feuille qui pénalise le remplissage du grain.

- **Nombre de grains par mètre carré**

Etant donné que les variétés hybrides ont des capacités de tallage importantes, même avec un faible apport d'azote au tallage, la fraction qui va avoir le plus d'impact pour ces variétés est la fraction redressement qui va permettre aux talles de monter en épis.

Message à retenir pour les variétés hybrides en 2019 :

- **Les variétés hybrides sont, en générales moins pénalisées par une fraction de tallage plus faible que les variétés lignées. En 2019, à Lonzée, ce constat est moins marqué suite aux reliquats azotés élevés. Néanmoins ces résultats confirment l'intérêt de différencier le conseil de fumure pour les variétés hybrides par rapport aux variétés lignées**
- **La fraction de redressement importante pour permettre à un nombre de talles suffisant de monter en épis.**
- **La fraction dernière feuille est importante pour assurer un bon remplissage des épis.**

3.3 Recommandations pratiques

3.3.1 Conditions particulières de 2020, profil en azote minéral du sol en escourgeon en sortie d'hiver

Dix-huit parcelles d'escourgeon ont été échantillonnées en ce début d'année 2020 (Tableau 3.14). Les quantités d'azote disponibles dans les 90 premiers centimètres du profil sont dans la moyenne de ces 10 dernières années. Une partie assez importante de l'azote se trouve dans le troisième horizon (de 60 à 90 centimètres). Les semaines qui ont suivi les échantillonnages ont été marquées par des pluies relativement importantes. Etant donné que les sols étaient déjà saturés en eau, il est probable que l'azote présent dans les sols soit encore descendu ce qui pourrait éventuellement compliquer sa récupération par la culture.

3. Fertilisation azotée en escourgeon

Tableau 3.14 – Comparaison pour les 10 dernières années des réserves en azote minéral du profil du sol (kg N-NO₃/ha) – CRA-W, Services provinciaux (Ath et Tinlot), GRENeRA de GxABT et l'unité de phytotechnie de GxABT.

	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Nbr de profils	18	29	18	30	34	21	29	22	10	6	5
Profondeur (cm)	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha
0-30	8	11	8	21	7	6	5	8	9	10	9
30-60	7	11	8	32	5	5	5	8	9	12	7
60-90	12	15	12	22	7	5	8	10	12	10	9
0-90	28	37	28	75	19	16	18	26	30	32	25

3.3.2 Conseil de fertilisation pour la saison culturale 2019-2020

La fumure de référence pour 2020 est basée sur les résultats de l'analyse pluriannuelle, sur une analyse des résultats des essais « fumures » de 2019 ainsi que sur base des observations de ce début de saison.

Etant donné que les réponses à l'azote diffèrent entre les variétés lignées et hybrides, les schémas de fumure seront traités séparément pour ces deux types de variétés.

La fumure de référence proposée en 2020 pour l'escourgeon ligné est de :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) :	55 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction) :	55 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) :	50 N

La fumure de référence proposée en 2020 pour l'escourgeon hybride est de :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) :	25 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction) :	75 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) :	75 N

Ces conseils de fumures doivent aussi être adaptés en fonction de la dose à appliquer dont le détail est repris dans le point suivant (3.3.3).

3.3.3 Considération pratique pour adapter le conseil en fonction des situations

La fumure de référence est valable dans la majorité des situations culturales. Le meilleur moment pour effectuer l'apport post-hivernal de tallage doit coïncider avec la reprise de la végétation. Intervenir plus tôt ne s'est jamais concrétisé par un bénéfice à la culture, au contraire une telle pratique présente des risques pour l'environnement et pour la culture.

D'une manière générale, le conseil est de ne pas renforcer la fraction de tallage de la fumure azotée, qui reste de 25 kgN/ha pour les variétés hybrides et de 55 kgN/ha pour les variétés lignées. Dans une situation normale, augmenter de manière trop importante ces fumures risquerait de provoquer un développement de talles surnuméraires, non productives et génératrices de difficultés de conduite de la culture (densité de végétation trop forte, verse, maladies, ...).

Toutefois, une majoration de la dose préconisée au tallage peut se concevoir dans des situations particulières, lorsque l'emblavure apparaît claire ou peu développée à la sortie de l'hiver, comme dans les exemples suivants :

- ❖ Cas de certains semis tardifs ;
- ❖ Suite à l'arrêt précoce de la végétation à l'arrière-saison ;
- ❖ Suite à un déchaussement de plante.

Dans certaines situations, une impasse de la fraction de tallage est possible :

- ❖ Dans les parcelles à bonne minéralisation (en région limoneuse et sablo-limoneuse) ;
- ❖ Dans des cultures très denses en sortie d'hiver ;
- ❖ Dans les parcelles où la culture est plus précoces et proche du redressement à la sortie de l'hiver ;
- ❖ Lorsque les conditions climatiques sont particulièrement favorables.

Si l'impasse de la fraction de tallage est nécessaire ou justifiée, il reste important de respecter certaines consignes quant au moment de l'application. Faire l'impasse de toute fumure avant le stade 1^{er} nœud est souvent très pénalisant. De ce fait, il conviendra donc d'anticiper et d'appliquer la fraction unique « tallage + redressement » quelques jours avant le stade « épis à 1 cm », en veillant à ne pas dépasser un total de 115 kgN/ha. Toutefois, notre conseil est de se limiter à 100 kgN/ha.

A l'opposé, il convient de ne pas faire l'impasse sur la fumure de tallage dans les situations suivantes :

- ❖ Parcelles peu fertiles ou trop froides, même en Hesbaye ;
- ❖ Parcelles dont les sols resteraient gorgés en eau au mois de mars (à l'image de 2012).

A partir du redressement, les besoins de l'escourgeon deviennent importants. Les disponibilités à ce stade doivent être suffisantes pour couvrir les besoins afin d'éviter toute faim azotée mais, comme pour le tallage, il est inutile, quelles que soient les situations, d'appliquer des fumures excessives au risque d'entraîner ultérieurement des problèmes de verse, maladies, ...

La fraction de dernière feuille est quant à elle destinée à assurer le remplissage maximum des grains en maintenant une activité photosynthétique la plus longue possible et vise à assurer un transfert parfait des matières de réserve vers le grain. Pour autant que la fumure appliquée précédemment ait été correctement ajustée, la dose de référence à épandre à cette période est fixée à 75 kgN/ha pour une variété hybride et 50 kgN/ha pour une variété lignée.

3. Fertilisation azotée en escourgeon

3.3.4 Calcul des doses à appliquer :

Comme en froment, la formule générale pour le calcul des doses à appliquer reste d'application :

$$\text{Dose à appliquer} = \text{Dose de référence} + N.TER + N.ORGAN + N.PREC + N.ETAT + \text{éventuellement } N.CORR$$

Vous trouverez sur le site internet le rappel des conseils et la méthode de calcul pour adapter la fertilisation en escourgeon :

<http://www.livre-blanc-cereales.be/thematiques/fumures/escourgeon/determination-pratique/>

De plus, les pages suivantes permettent d'expliquer comment calculer le N. PREC ainsi que le N ETAT en fonction de la culture d'escourgeon.

Détermination des apports en azote en fonction des précédents et de l'état de la culture :

Détermination de N.PREC, fonction du précédent

	N.PREC. POUR		
	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}
PRECEDENT CULTURAL	FRACTION		
Chaumes	0	0	0
-----	-----	-----	-----
Pailles avec azote	0	0	0
-----	-----	-----	-----
Pailles sans azote	0	0	0

Détermination de N.ETAT, fonction de l'état de la culture

A) Apport au TALLAGE

STADE DE LA CULTURE AU DEBUT MARS	Valeur
Fin tallage	5
-----	-----
Plein tallage	4
-----	-----
Début tallage	3
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

3. Fertilisation azotée en escourgeon

DENSITE DE VEGETATION	Valeur
Densité trop faible	-1
Densité normale	0
Densité trop élevée	+1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

ACCIDENTS CULTURAUX	Valeur
Si déchaussement, phytotoxicité d'herbicides	-1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

RESSUYAGE DU SOL	Valeur
Si sol gorgé en eau	-1
Si sol très bien ressuyé	+1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Total des quatre valeurs retenues = indice ETAT à reporter dans le tableau ci-dessous

ETAT DE LA CULTURE	N.ETAT
ETAT 1	+ 30
ETAT 2	+ 20
ETAT 3	+ 10
ETAT 4	0
ETAT 5	- 10
ETAT 6	- 20
ETAT 7	- 30

indice ETAT obtenu ci-dessus est à reporter dans le Tableau 3.15 ou le Tableau 3.16

3. Fertilisation azotée en escourgeon

B) Apport au REDRESSEMENT

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible ou irrégulière	+ 20
Végétation normale	0
Végétation trop forte	- 20
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

C) Apport de la DERNIERE FEUILLE

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible	+ 20
Végétation normale	0
Végétation trop forte et ou présence importante de maladies	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

3. Fertilisation azotée en escourgeon

Finalement, le tableau ci-dessous, reprend les données de la formule générale pour les doses d'azote à appliquer sur la culture. La fumure de la parcelle est constituée de trois fractions dont les différents termes peuvent être rassemblés puis sommés dans le tableau suivant.

Tableau 3.15 – Bilan de la fertilisation à apporter à la culture d'escourgeon hybride en fonction des facteurs à considérer.

FUMURE	DOSE REF.	N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
<i>Tallage</i>	25						
<i>Redressement</i>	75						
<i>Dernière feuille</i>	75						

(1) lorsque le total ainsi calculé est négatif, sa valeur est ramenée à 0: lorsque ce total vaut moins de 10N, sa valeur est reportée sur la fraction suivante.

Tableau 3.16 – Bilan de la fertilisation à apporter à la culture d'escourgeon lignée en fonction des facteurs à considérer.

FUMURE	DOSE REF.	N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
<i>Tallage</i>	50						
<i>Redressement</i>	55						
<i>Dernière feuille</i>	50						

(1) lorsque le total ainsi calculé est négatif, sa valeur est ramenée à 0: lorsque ce total vaut moins de 10N, sa valeur est reportée sur la fraction suivante.

4 La fertilisation azotée en froment-pois

Suite aux présentations réalisées lors de précédentes éditions du Livre Blanc et lors des visites d'essais réalisées par le CePiCOP en partenariat avec Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège et avec le soutien de la Région Wallonne, la partie sur la fertilisation azotée est complétée par un point sur la culture associée en froment d'hiver et en pois d'hiver protéagineux.

4.1 Etat de l'association en sortie d'hiver

L'association froment-pois a connu de bonne condition d'implantation fin octobre et la première partie de novembre. Ensuite, cette association a pu se développer correctement durant l'automne et a profité des températures hivernales supérieures à la normale durant les mois d'hiver. Actuellement (le 5 février), l'état de croissance du froment correspond au stade 3-4 feuilles tandis que le pois est déjà composé de deux feuilles et d'une vrille.

4.2 La fumure conseillée pour la saison 2019-2020

La fumure conseillée pour 2020 est basée sur les résultats du projet de recherche financé par le SPW/DGO3 de 2012 à 2018, intitulé « Produire durablement des graines riches en protéines en optimisant la conduite de la culture associée de pois protéagineux d'hiver et de froment d'hiver » ainsi que sur les essais réalisés par le CePiCOP en 2019 et sur base des observations de ce début de saison.

La fumure conseillée est une fumure en deux fractions. Une première fraction de 40 kg N/ha est apportée au stade tallage-redressement du froment. Ensuite, un apport de 60 kg N/ha est réalisé lors du stade dernière feuille. Une fumure totale de 100 kg N/ha est donc appliquée.

Il est inutile de sur-fertiliser cette association car cette action aura alors un impact négatif sur la « fertilisation naturelle » que peut représenter les nodosités du pois. En effet, une fertilisation trop importante voire trop précoce limite la mise en place et le développement des nodosités sur le système racinaire du pois. Ces nodosités composent un des atouts des légumineuses, leurs permettant de subvenir à leurs besoins en élément azoté pendant la phase végétative. Dans la cadre de l'association, elles représentent également un atout en fin de végétation permettant alors à la céréale de bénéficier d'une « fertilisation complémentaire », grâce aux transferts d'éléments nutritifs issus d'exsudats racinaires (Figure 3.8).

Il est important de réaliser ces applications au moment idéal, ni trop précoces, ni trop tardives et/ou supérieures à la fertilisation conseillée car cela limite alors les performances de l'association.

La fumure conseillée en 2020 pour l'association de froment et de pois est de :

Fraction du tallage – redressement (1 ^{ère} fraction) :	40 N
Fraction de la dernière feuille (2 ^{ème} fraction) :	60 N

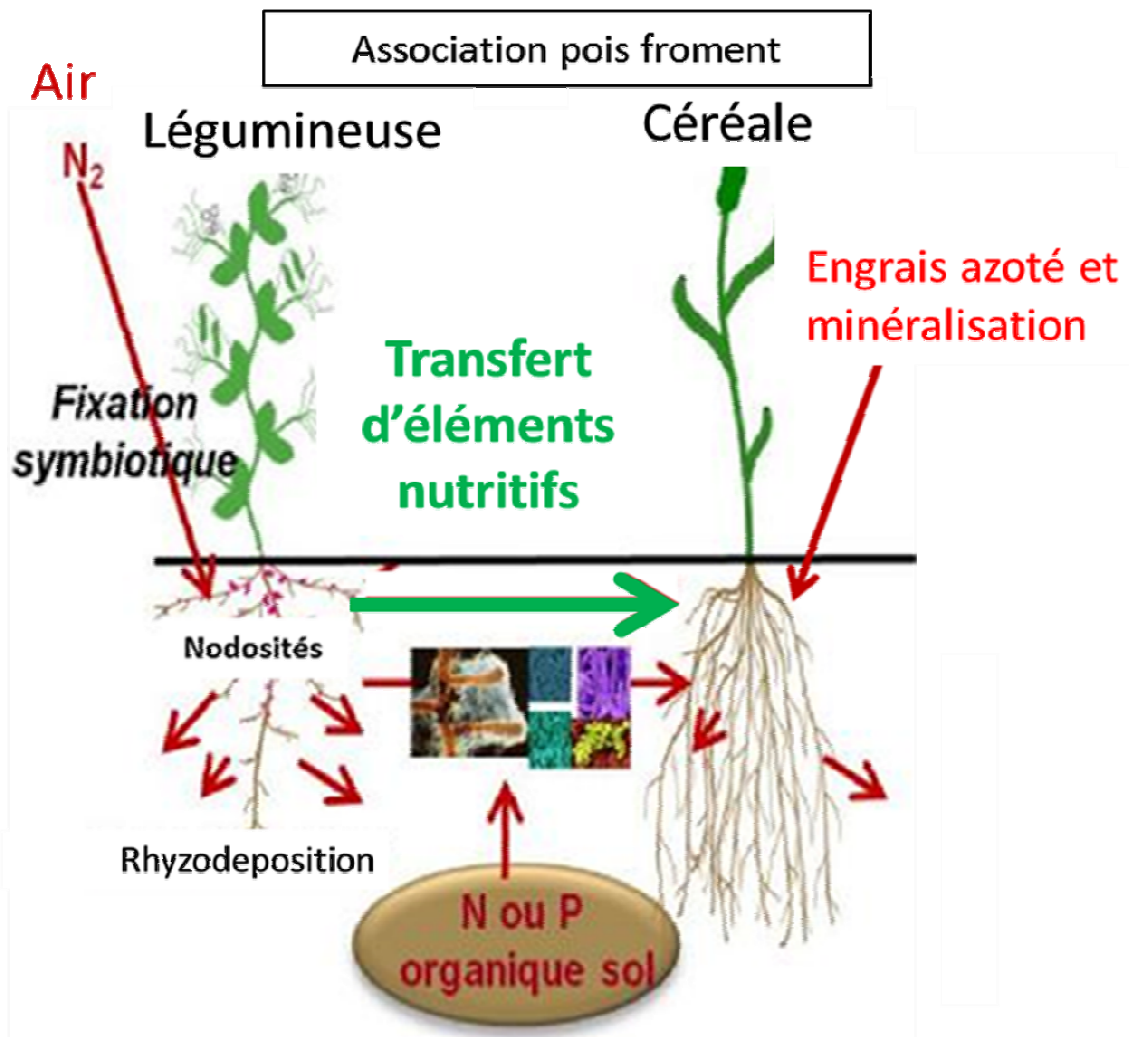


Figure 3.8 – Représentation de l'utilisation de l'azote entre une légumineuse (le pois) et une céréales (le froment). Source : présentation de J. Pierreux lors des visites des essais du CePiCOP en juin 2019.

4. *Lutte contre la verse*

F. Henriet¹

1	Froment d'hiver	2
1.1	2019 : peu de problème de verse	2
1.2	Une nouveauté : YAWL et FABULIS OD	2
1.3	Expérimentations, résultats et perspectives.....	2
1.4	Recommandations pratiques	4
1.4.1	Les précautions à prendre pour limiter le risque de verse	5
1.4.2	Les traitements régulateurs de croissance	5
2	Escourgeon	8
2.1	2019 : orages durant le mois de juin !.....	8
2.2	Expérimentations, résultats et perspectives.....	8
2.3	Recommandations pratiques	11
2.3.1	Les précautions à prendre pour limiter le risque de verse	11
2.3.2	Les traitements régulateurs de croissance	12
3	Epeautre	13

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

1 Froment d'hiver

1.1 2019 : peu de problème de verse

Après un hiver 2018-2019 plutôt clément, et une reprise de végétation précoce (dès la mi-février), les froments ont commencé à se redresser un peu plus tôt que d'habitude, à partir de la première décennie d'avril. La montaison fut classique et, vu les conditions climatiques observées en avril, l'application des régulateurs a pu avoir lieu dans de bonnes conditions. Les orages du mois de juin eurent peu d'impact dans le cas du froment. La fin de saison fut calme, si l'on excepte un gros orage fin juillet. Les problèmes de verse ont été globalement très faibles.

1.2 Une nouveauté : YAWL et FABULIS OD

Cette année, deux produits présentant la même composition sont homologués : YAWL et FABULIS OD. Ce sont deux dispersions huileuses (OD) contenant 50 g/L de *prohexadione-calcium*. Cette molécule est déjà disponible en combinaison avec le *chlorure de mepiquat* dans le MEDAX TOP, ou avec le *trinexapac-ethyl* dans le PRODAX – PERCIVAL – MEDAX MAX.

YAWL et FABULIS OD sont autorisés à la dose maximale unique de 1,5 L/ha, éventuellement fractionnée en deux applications espacées d'au moins 7 jours, mais son stade d'application dépend de la céréale ciblée :

- en avoine (de printemps ou d'hiver) et en seigle (de printemps ou d'hiver), il est utilisable du stade 1^{er} nœud au stade 4 nœuds (BBCH 31-34) ;
- en triticale (de printemps ou d'hiver), il est utilisable du stade fin tallage au stade 4 nœuds (BBCH 29-34) ;
- en épeautre (de printemps ou d'hiver), en froment (de printemps ou d'hiver) et en orge (de printemps ou d'hiver), il est utilisable du stade fin tallage au stade dernière feuille (BBCH 29-39).

1.3 Expérimentations, résultats et perspectives

Au printemps 2019, un essai a été installé à Wasmes-Audemez-Briffoeil (Tournaisis) afin de comparer l'efficacité des différents produits disponibles sur le marché et de déterminer le moment idéal d'application.

L'itinéraire technique de l'essai est décrit dans le Tableau 4.1, tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le Tableau 4.2. Le protocole ainsi que les résultats sont repris dans la Figure 4.1.

Les données collectées dans les essais furent la hauteur finale des plantes de froment, le rendement et, le cas échéant, l'indice de verse. L'indice de verse (I) est calculé selon la formule de Rixhon et Parmentier, formule dans laquelle la valeur des angles a préalablement été convertie de degrés en % ($90^\circ = 100\%$) :

$$I = [(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2) + \dots + (S_n \times V_n)] / 100$$

où S est égal au pourcentage de surface versée, et V équivaut à l'angle d'inclinaison des tiges versées par rapport à la verticale. Un indice de 0 signifie donc qu'il n'y a pas de verse dans la parcelle concernée, tandis qu'un indice de 100 signifie que la parcelle entière est complètement couchée sur le sol.

Tableau 4.1 – Itinéraire technique de l'essai.

		Wasmès-Audemez-Briffueil
Variété		Elixer
Date de semis		17 octobre 2018
Densité de semis		170 kg/ha
Précédent		Haricots verts
Apport de la fumure	Tallage (T)	26 février 2019 (80 uN/ha)
	Redressement (R)	04 avril 2018 (70 uN/ha)

Tableau 4.2 – Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Wasmès-A-B	5 avril 2019	BBCH 30(-31) – redressement	15.6 °C	42%
	17 avril 2019	BBCH 31(-32) – 1 ^{er} nœud	17.2 °C	58%
	23 avril 2019	BBCH 32 – 2 ^{ème} nœud	15.3 °C	63%

Tous les traitements testés ont permis de diminuer la taille du froment par rapport au témoin (105 cm). Les raccourcissements les plus importants étaient obtenus avec le mélange CCC + MEDAX MAX, qu'il soit appliqué au stade redressement (hauteur : 97cm, soit 8cm de raccourcissement) ou au stade premier nœud (98cm ; -7 cm), et la séquence CCC au stade redressement suivi du MEDAX MAX au stade deux nœuds (98cm ; -7 cm). Le raccourcissement le moins important était obtenu avec le CCC appliqué au stade redressement (104cm ; -1cm).

Les rendements n'ont révélé aucune différence significative avec le témoin (145,22 qx/ha) même si 8,69 qx/ha séparent le rendement le plus élevé (153,44 qx/ha – CCC au stade 31) du rendement le plus faible (144,75 qx/ha – CCC au stade 30 suivi de MEDAX MAX au stade 32).

Il n'y a pas eu de verse dans l'essai.

Des trois produits testés, le MEDAX MAX présentait le rendement moyen le moins élevé (145,93 qx/ha) mais la meilleure réduction de taille (98,4cm). A l'inverse, le MODDUS semblait être le plus sélectif (149,69 qx/ha) mais raccourcissait le moins (100,8cm), le MEDAX TOP étant intermédiaire, tant en termes de rendement qu'en termes de réduction de taille (148,22 qx/ha – 100,0cm).

4. Lutte contre la verse

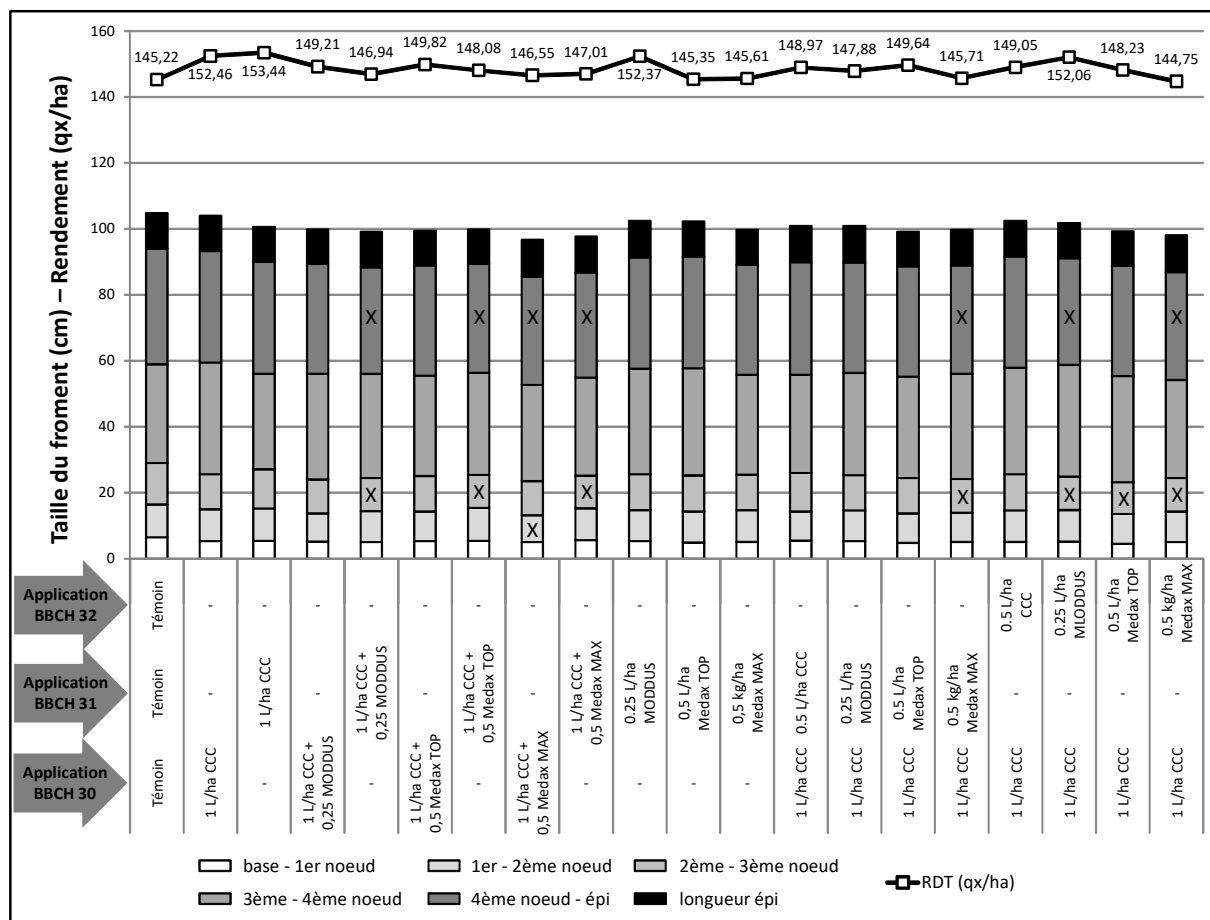


Figure 4.1 – Essai de Wasmes-Audemez-Briffueil – variété Elixer ; taille du froment et rendement observés. Les entrenoeuds marqués d’une croix sont significativement plus petits que celui mesuré dans le témoin.

1.4 Recommandations pratiques

La verse peut avoir des origines différentes, soit parasitaires (Piétin-verse - cfr Chapitre 5 : « Lutte intégrée contre les maladies »), soit non parasitaires. Dans le second cas, elle peut être provoquée par des mauvaises conditions climatiques (orages violents, pluies battantes, rafales de vent...) ou induite par de mauvaises pratiques culturales.

Le risque de verse est particulièrement à prendre en considération dans les semis précoces et dans les champs à disponibilités élevées en azote minéral. C’est notamment le cas lors d’apports importants de matières organiques au cours de la rotation et/ou de précédent du type légumineuse, colza, pomme de terre. Il conviendra d’être attentif à la fertilisation azotée dans des systèmes de cultures excluant l’emploi d’anti-verse.

Pour lutter efficacement contre la verse, il faut à la fois prendre des précautions en choisissant un itinéraire cultural adapté et utiliser judicieusement les produits régulateurs de croissance.

1.4.1 Les précautions à prendre pour limiter le risque de verse

➤ Choisir une variété résistante à la verse

Dans les situations à risque (forte disponibilité en azote), il est impératif de choisir une variété résistante à la verse. La résistance variétale à la verse n'est pas forcément liée à la taille de la variété. En effet, certaines variétés de grande taille présentent un très bon comportement vis-à-vis de la verse.

Le Tableau 4.3, déjà publié dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2019, classe les variétés en fonction de leur résistance à la verse. Ce classement est issu d'essais mis en place par le CRA-W, le CPL-Végémar, le CARAH et l'ULiège-GxABT.

Tableau 4.3 – Classement des variétés de froment en fonction de leur résistance à la verse.

Résistante	Amboise Gleam WPB Calgary	Anapolis Graham	Asory Imperator	Bennington Sahara	Edgar Triumph
Peu sensible	Alcides KWS Smart Ragnar	Bergamo KWS Talent RGT Reform	Childeric Mentor Safari	Gedser Olympus Sorbet CS	KWS Dorset Porthus Soverdo CS
Moyennement sensible	Chevignon SU Trasco	Henrik	Johnson	KWS Salix	Limabel
Assez sensible	Albert				
Très sensible					

➤ Modérer la densité de semis

Plus le nombre de tiges par m² augmente et plus le risque de verse s'accroît.

➤ Raisonner la fumure azotée

Il convient d'éviter les apports excessifs lors des applications de tallage et de redressement (1^{ère} et 2^{ème} fractions) car de trop fortes fumures à ce stade entraînent des densités de végétation excessives. En cas de disponibilité importante en azote, l'apport de la fumure azotée en deux fractions sur une base de 80-105 unités d'N, respectivement aux stades tallage-redressement et dernière feuille, est conseillé, en veillant à bien apporter les corrections nécessaires lors du calcul de la fumure (cfr Chapitre 4 : « La fertilisation azotée »).

1.4.2 Les traitements régulateurs de croissance

a. Remarques préliminaires

- **Les traitements régulateurs de croissance ne permettent pas d'éviter tous les risques.** Ils ne corrigent que très imparfaitement le non-respect des précautions au niveau cultural et n'autorisent pas des renforcements injustifiés de densité de semis et/ou de fumure azotée.
- Quel que soit le régulateur utilisé, il peut être uniquement appliqué sur des céréales en bon état et en pleine croissance et ce, dans des conditions climatiques favorables.
- De manière générale, il est conseillé d'intervenir tôt, dans les limites de l'homologation des produits, afin de privilégier l'effet « régulateur » (renforcement de la base de la tige) plutôt que l'effet « raccourcisseur » (réduction de la taille des derniers entre-nœuds).

4. Lutte contre la verse

b. Quel traitement choisir ?

- **En situation normale : variété ne présentant pas de sensibilité particulière à la verse, densité de végétation normale, fertilisation raisonnée au tallage et/ou au redressement.**

Le traitement à base de CCC est largement suffisant. Il offre de plus le meilleur rapport qualité/prix à condition d'être appliqué dans de bonnes conditions.

- **En situation de risque élevé : variété sensible à la verse, densité de végétation trop forte, fumure élevée au tallage et/ou au redressement.**

Plusieurs possibilités existent :

- ❖ une application fractionnée de produits à base de CCC ;
- ❖ un ajout de 0.2 à 0.25 L/ha de MODDUS ou de 0.4 à 0.5 L/ha de MEDAX TOP ou de 0.3 à 0.5 kg/ha de MEDAX MAX au traitement à base de CCC ;
- ❖ l'application de l'association de CCC et d'*imazaquin* (METEOR 369 SL).

- **Si le risque s'aggrave après un premier traitement au CCC : (erreur de fumure, forte minéralisation).**

Un second traitement régulateur pourra être effectué :

- ❖ une seconde application à $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ dose avec un produit à base de CCC ou de MODDUS ou de MEDAX TOP (à condition de ne pas dépasser le stade 2ème nœud !) ou de MEDAX MAX (jusqu'au stade dernière feuille) ;
- ❖ une application à $\frac{1}{2}$ dose avec un produit à base d'*ethephon* (du stade dernière feuille pointante au stade gonflement).

Les régulateurs de croissance constituent en fait un frein temporaire à la croissance de la céréale. Un traitement régulateur n'est efficace que si la céréale est en phase active de croissance. Dès lors, la culture ne peut à ce moment subir d'autres stress (faim d'azote, températures trop basses ou trop élevées, sécheresse ou excès d'humidité, ...) qui freineraient également son développement. Dans le cas contraire, le régulateur risque, d'une part de n'avoir que peu d'effet sur la résistance à la verse et, d'autre part, d'avoir des effets négatifs sur le développement et le rendement de la culture.

c. Les traitements possibles

La liste des traitements régulateurs autorisés est disponible dans les pages jaunes de ce Livre Blanc. Il est recommandé de toujours lire l'étiquette du produit avant son utilisation.

Dose conseillée à l'hectare	Stades	Conditions	Remarques
Le CCC ou <i>chlormequat</i> (620, 720 ou 750 g/L) => nombreuses formulations commerciales			
Application unique : 1 L/ha	30-32	T° > 10°C	L'application fractionnée est réservée aux situations à haut risque de verse : variété très sensible, fumure azotée trop élevée, densité de semis excessive
Application fractionnée : 1 L/ha	30		
0,5 L/ha	32		
Le <i>trinexapac-ethyl</i> (175 ou 250 g/L) => nombreuses formulations commerciales			
0,4 – 0,5 L/ha (en application seul)	31-32	L'efficacité est améliorée par temps lumineux.	<u>Déconseillé</u> : en production de semences certifiées car le traitement peut induire une irrégularité de hauteur de tiges qui pourrait être confondue avec un manque de fixité de la variété ; en utilisation seule à 0,4 L/ha avec une fumure azotée sans apport au tallage.
0,2 – 0,25 L/ha (en mélange avec 1 L/ha de CCC)	31-32		
Le mélange <i>prohexadione-calcium</i> (50 g/L) + <i>chlorure de mepiquat</i> (300 g/L) => MEDAX TOP			
1 L/ha (en application seul)	31-32	L'efficacité est améliorée par temps lumineux ;	
0,4 – 0,5 L/ha (en mélange avec 1 L/ha de CCC)	31-32	Applicable entre 2 et 25°C	
L'association de <i>chlormequat</i> (368 g/L) et d' <i>imazaquin</i> (0,8g/L) => METEOR 369 SL et MONDIUM			
2 L/ha	30-32	T° > 10°C	
Les produits à base d' <i>ethephon</i> (480 g/L) => nombreuses formulations commerciales			
0,5 à 1,25 L/ha en fonction qu'il y ait eu ou non une application de CCC (cfr page jaune « Antiverse »)	37-45	Éviter les traitements par fortes températures	Ce traitement raccourcit la distance entre la dernière feuille et l'épi, ce qui peut faciliter le transfert de maladies du feuillage vers l'épi.
Les associations de <i>ethephon</i> (155 g/L) avec du <i>chlorure de mepiquat</i> (305 g/L) => TERPAL			
2,5 à 3 L/ha	37-39	Risque de manquer de sélectivité si conditions de croissance défavorables	Le raccourcissement des entre-nœuds est souvent assez important. Lors de traitement tardif, l'épi reste proche du feuillage et est donc plus exposé à la contamination par les maladies.
L'association de <i>trinexapac-ethyl</i> (7,5%) avec de <i>prohexadione-calcium</i> (5%) => MEDAX MAX			
0,3 à 0,75 kg/ha 1 à 2 applications Max. 0,5 kg/ha par appl.	29-49	L'efficacité est améliorée par temps lumineux ; Applicable dès 8°C	
Les produits à base de <i>prohexadione-calcium</i> (50 g/L) => YAWL et FABULIS OD			
1,5 L/ha	29-39		Eventuellement fractionné.
L'association de <i>chlormequat</i> (270 g/l) et de <i>trinexapac</i> (22,5g/L) => COMPLETTO			
2 L/ha	30-39	T° > 10°C	

2 Escourgeon

F. Henriët

2.1 2019 : orages durant le mois de juin !

Les températures supérieures à la normale observées dès la mi-février et tout au long du mois de mars ont favorisé la reprise de végétation et le développement des escourgeons, si bien que le stade premier nœud a généralement été atteint vers la fin mars. L'application du régulateur de croissance a pu avoir lieu à cette période-là. Les conditions étaient normales mais les températures ont toutefois pu être un peu fraîches pour l'application de régulateurs. Le stade dernière feuille fut atteint un peu plus tôt que d'habitude, vers la fin du mois d'avril. A ce moment, l'application de régulateurs a pu avoir lieu dans d'excellentes conditions. Avec 16 jours d'orage durant les 20 premiers jours, le mois de juin fut très orageux. De la verse, parfois importante, a été notée, surtout en cas de fertilisation azotée excessive.

2.2 Expérimentations, résultats et perspectives

Au printemps 2019, un essai a été installé à Dommartin (Liège) afin de comparer l'efficacité des différents produits disponibles sur le marché et de déterminer le moment idéal d'application.

L'itinéraire technique de l'essai est décrit dans le Tableau 4.4, tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le Tableau 4.5. Le protocole ainsi que les résultats sont repris dans la Figure 4.2.

Les données collectées dans les essais furent la hauteur finale des plantes de froment, le rendement et, le cas échéant, l'indice de verse. L'indice de verse (I) est calculé selon la formule de Rixhon et Parmentier, formule dans laquelle la valeur des angles a préalablement été convertie de degré en % ($90^\circ = 100\%$) :

$$I = [(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2) + \dots + (S_n \times V_n)] / 100$$

où S est égal au pourcentage de surface versée et V équivaut à l'angle d'inclinaison des tiges versées par rapport à la verticale. Un indice de 0 signifie donc qu'il n'y a pas de verse dans la parcelle concernée, tandis qu'un indice de 100 signifie que la parcelle entière est complètement couchée sur le sol.

Tableau 4.4 – Itinéraire technique de l'essai.

		Dommartin
Variété		Monique
Date de semis		27 septembre 2018
Densité de semis		105 kg/ha
Précédent		Froment
Apport de la fumure	Tallage (T)	19 février 2019 (100 uN/ha)
	Redressement (R)	7 avril 2019 (90 uN/ha)

Tableau 4.5 – Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Dommartin	28 mars 2019	BBCH 31	11.1 °C	65%
	26 avril 2019	BBCH 39-41	17.2 °C	57%

Tous les traitements testés ont permis de diminuer la taille de l'escourgeon par rapport au témoin (126cm). Les raccourcissements les plus importants étaient obtenus avec les mélanges MEDAX MAX + ARVEST (106cm ; -20cm) et MEDAX MAX + TERPAL (102cm ; -24cm) appliqués au stade 39. Les applications uniques réalisées au stade 31 ne réduisaient la taille de l'escourgeon que modérément : de 4 à 6cm.

En cas de double application, l'intensité moyenne de la réduction de taille semblait peu dépendre du produit appliqué au stade premier nœud (BBCH 31) :

- MEDAX MAX : -10cm
- MODDUS : -12cm
- MEDAX TOP : -12cm

La réduction de taille était également peu dépendante du produit appliqué au stade dernière feuille (BBCH 39) :

- MEDAX MAX : -12cm
- ARVEST : -11cm
- TERPAL : -11cm

De la verse, importante et vraisemblablement consécutive aux orages de la première décade de juin, a été observée dès le 12 juin 2019. Le 8 juillet 2019, les parcelles non traitées étaient complètement versées (100%). La majorité des traitements présentaient des indices de verse comparables au non traité (de 66 à 96%). Les indices de verse les plus faibles étaient obtenus avec les mélanges MEDAX MAX + ARVEST (33%) et MEDAX MAX + TERPAL (10%) appliqués au stade 39. Quatre traitements proposaient des indices de verse intermédiaires (de 45 à 58%) : il s'agissait des traitements mettant en œuvre du MODDUS ou du MEDAX TOP en première application suivi d'ARVEST ou de TERPAL en seconde application.

4. Lutte contre la verse

Considérant les traitements mettant en œuvre deux applications, l'indice de verse moyen était plus élevé lorsque le MEDAX TOP était appliqué au stade premier nœud (BBCH 31) :

- MEDAX MAX : 58%
- MODDUS : 61%
- MEDAX TOP : 76%

De même, l'indice de verse moyen était plus élevé lorsque le MEDAX MAX était appliqué au stade dernière feuille (BBCH 39) :

- TERPAL : 57%
- ARVEST : 60%
- MEDAX MAX : 73%

La verse (importante !) a rendu la récolte de l'essai impossible.

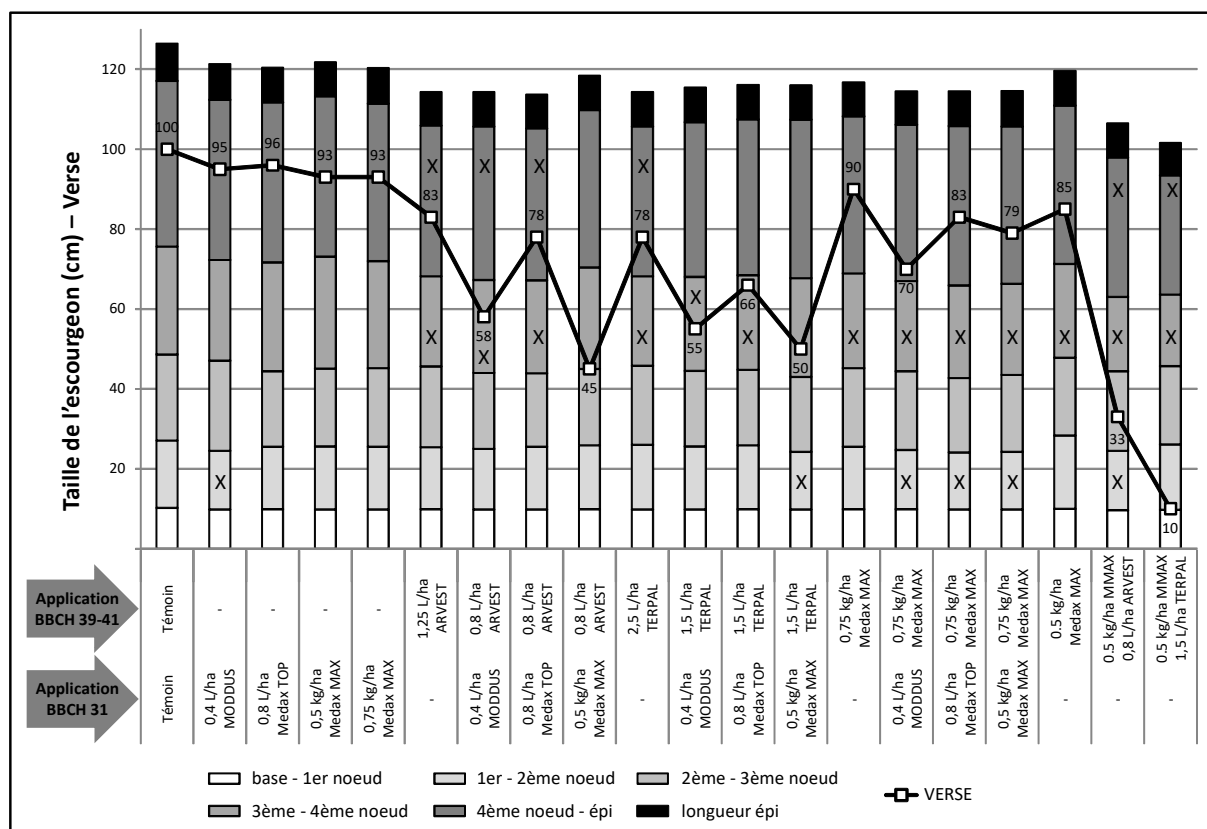


Figure 4.2 – Essai de Dommartin ; taille de l'escourgeon et verse observées. Les entrenœuds marqués d'une croix étaient significativement plus petits que celui mesuré dans le témoin dans les deux essais.

2.3 Recommandations pratiques

2.3.1 Les précautions à prendre pour limiter le risque de verse

L'escourgeon et l'orge d'hiver brassicole sont plus sensibles à la verse que le froment. Toutefois, ces céréales peuvent être cultivées sans régulateur de croissance, à condition d'utiliser les **variétés les plus résistantes**, et de **modérer la fumure azotée** à la sortie de l'hiver.

➤ Choisir une variété résistante à la verse

Dans les situations à risque (forte disponibilité en azote), il est impératif de choisir une variété résistante à la verse. Le Tableau 4.6, issu de données publiées dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2019, classe les variétés en fonction de leur résistance à la verse. Ce classement est issu d'essais mis en place par le CRA-W, le CPL-Végémar, le CARAH et l'ULiège-Gx-ABT.

Tableau 4.6 – Classement des variétés d'escourgeon en fonction de leur résistance à la verse.

Résistante	KWS Faro	KWS Orbit	SU Jule		
Peu sensible	Bazooka (h)	Hedwig	KWS Keeper	KWS Tonic	KWS William
	LG Veronika	LG Zebra	Paradies	Quadriga	Smooth (h)
	Tektoo (h)	Verity	Wootan (h)		
Moyennement sensible	Coccinel	Jettoo (h)	LG Zappa	Novira	Baracooda (h)
	Galileo (h)				
Très sensible	Margaux	Monique	Rafaela		

➤ Modérer la fumure au tallage

Dans des conditions normales (conditions climatiques au printemps, population de talles suffisante), il est généralement judicieux d'éviter tout apport d'azote au tallage. En conditions difficiles ou très froides, l'apport d'azote ne devrait jamais dépasser 50 unités au tallage, ni 105 unités (kg/ha) pour le total des fumures tallage + redressement. D'une manière générale, il faut également éviter les surdoses d'azote dans les redoublages et les départs de rampe.

➤ Connaissance de la parcelle

Dans des champs à disponibilités importantes en azote minéral (apports importants de matières organiques dans la rotation, anciennes prairies...), il sera très difficile d'y maintenir un escourgeon debout. Il faut y réserver les variétés les plus résistantes, y être très économe avec la fumure azotée et y prévoir un traitement anti-verse en deux passages (1^{er} nœud puis dernière feuille).

2.3.2 Les traitements régulateurs de croissance

La liste des traitements régulateurs autorisés est disponible dans les pages jaunes de ce Livre Blanc. Il est recommandé de toujours lire l'étiquette du produit avant son utilisation.

➤ **Appliquer le régulateur dans de bonnes conditions**

Pour assurer à la fois une bonne efficacité et une parfaite sélectivité d'un traitement régulateur de croissance, les conditions climatiques doivent être favorables à la croissance de la culture, tant au moment du traitement que dans les jours qui suivent. La température ne devrait pas dépasser 20°C, et l'hygrométrie de l'air être supérieure à 50-60 %. Il faut éviter de traiter pendant les coups de chaleur. L'amplitude thermique entre le jour et la nuit ne devrait pas dépasser 15 °C. L'efficacité du traitement diminue en condition de déficit hydrique au moment du traitement.

➤ **En situation normale : un seul traitement régulateur est recommandé au stade dernière feuille étalée (BBCH 39).**

Généralement, les variétés moyennement sensibles et résistantes à la verse, présentant une densité de végétation normale et ayant subi une fertilisation raisonnée au tallage, ne nécessitent qu'un seul traitement régulateur. Les produits à base d'*ethephon* (SL : 480 g/L *ethephon*) appliqués au stade dernière feuille étalée (BBCH 39) à la dose maximale de 1,25 L/ha sont largement suffisants. Le TERPAL (SL : 305 g/L *chlorure de mepiquat* + 155 g/L *ethephon*), applicable du stade dernière feuille au stade premières barbes visibles (BBCH 39-49), à une dose maximale de 3 L/ha, constitue une autre possibilité. Si nécessaire, le régulateur pourra être mélangé avec le fongicide appliqué à ce stade.

➤ **En situation de risque élevé : un traitement régulateur au stade premier nœud (BBCH 31) suivi d'un second au stade dernière feuille étalée (BBCH 39).**

Un premier traitement au stade premier nœud (BBCH 31) s'impose en cas de variété sensible à la verse, de densité de végétation trop forte ou de fertilisation non raisonnée au tallage. Les produits de type MODDUS, MEDAX TOP ou MEDAX MAX conviennent très bien. Si nécessaire, le régulateur pourra être mélangé avec le fongicide appliqué à ce stade. Dans la majorité des cas ce premier traitement devra être relayé par le traitement recommandé au stade dernière feuille étalée (BBCH 39).

3 Epeautre

En raison de sa grande taille, l'épeautre est plus sensible à la verse que le froment.

Comme en froment, le choix de la variété et le raisonnement de la fumure azotée constituent deux leviers très importants pour gérer le risque de verse (cfr Point 1.4 : « Recommandations pratiques »). L'application d'un régulateur de croissance peut, malgré tout, s'avérer nécessaire. La plupart des régulateurs homologués en froment le sont également en épeautre mais des différences (dose ou stade d'application autorisés) existent : il est donc nécessaire de vérifier systématiquement l'étiquette des produits.

Le Tableau 4.7, déjà publié dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2019, classe les variétés en fonction de leur résistance à la verse. Ce classement est issu d'essais mis en place par le CRA-W.

Tableau 4.7 – Classement des variétés d'épeautre en fonction de leur résistance à la verse.

<i>Résistante</i>	Zollernspelz			
<i>Peu sensible</i>	Badensonne	Cosmos	Serenite	Vif
<i>Moyennement sensible</i>	Frankenkorn	Gletscher		
<i>Très sensible</i>	Convoitise	Zollernperle		

5. Lutte intégrée contre les maladies

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

1	Protection du froment.....	3
1.1	La saison culturale 2018-2019	3
1.1.1	Développement des plantes	3
1.1.2	Développement des maladies.....	4
1.1.3	Impact des maladies sur le rendement.....	7
1.2	Point sur les agrémentations : changements, retraits et alternatives.....	8
1.2.1	Révision des triazoles : où en sont les dossiers ?.....	8
1.2.2	Révision des LMR du <i>prochloraz</i> et adaptation de ses usages.....	9
1.2.3	Fin d'agrémentation pour le <i>fenpropimorphe</i>	11
1.2.4	Fin d'agrémentation pour le <i>chlorothalonil</i>	12
1.2.5	Le <i>soufre</i> : alternative au <i>chlorothalonil</i> ?.....	16
1.3	Efficacité des produits	20
1.4	Un nouvel outil pour choisir son programme fongicide: OAD Fongis.....	25
1.4.1	Un nouveau modèle, pourquoi ?	25
1.4.2	Particularités du modèle OAD Fongis	26
1.4.3	Fonctionnement du modèle OAD Fongis.....	26
1.4.4	Validation	29
1.4.5	Développements futurs.....	33

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

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

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

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

⁵ CePiCOP asbl – (Centre Pilote Wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux)

5. Lutte intégrée contre les maladies

1.5	Le point sur la résistance de la septoriose aux fongicides	34
1.5.1	Compte rendu de la campagne 2018-2019	34
1.5.2	Conséquences du non-renouvellement du <i>chlorotalonil</i>	36
1.5.3	Conseils dans la lutte contre la résistance	37
1.6	Recommandations pratiques en protection du froment	37
1.6.1	Connaître les pathogènes et cibler les plus importants	38
1.6.2	Connaître les sensibilités des variétés aux différentes maladies et stratégies de protection des froments	42
2	Protection de l'escourgeon	49
2.1	La saison culturale 2018-2019	49
2.2	Quel schéma de traitement adopter en fonction de la pression en maladies et de la variété emblavée ?	50
2.2.1	Objectifs	50
2.2.2	Résultats	51
2.2.3	Conclusions :	52
2.3	Point sur les agréments : changements, retraits et alternatives	54
2.3.1	Révision des triazoles : où en sont les dossiers ?	54
2.3.2	Révision des LMR du <i>prochloraz</i> et adaptation de ses usages	54
2.3.3	Fin d'agrément pour le <i>fenpropimorphe</i>	55
2.3.4	Fin d'agrément pour le <i>chlorothalonil</i>	55
2.3.5	Que faire contre la ramulariose en l'absence de <i>chlorothalonil</i> ?	56
2.4	Efficacité des fongicides	61
2.5	Conclusions	64
2.6	Recommandations pratiques en protection de l'escourgeon	65
2.6.1	Connaître les pathogènes et cibler les plus importants	65
2.6.2	Stratégies de protection des escourgeons	67

1 Protection du froment

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

1.1 La saison culturale 2018-2019

B. Heens

1.1.1 Développement des plantes

Avec une pluviométrie inférieure à la normale et des températures supérieures aux moyennes, les mois d'octobre et de novembre 2018 ont été particulièrement favorables à une bonne implantation des froments. Les levées ont parfois tardé par manque d'eau dans le lit de germination. Le retour d'une pluviométrie supérieure à la normale au cours de l'hiver 2018-2019 a permis de reconstituer partiellement les réserves en eau du sol, réserves largement mises à contribution après deux saisons culturales sèches où le déficit de pluviométrie cumulé a été proche des 400 mm.

Les froments se sont bien développés en décembre avec des températures supérieures à la normale. Le retour à des températures plus froides de janvier à mi-février, mais sans gel sévère a ralenti leur développement. Ces conditions ont permis aux plantes de taller de façon optimale.

Les températures printanières, voire quasi estivales de fin février, ont permis une reprise précoce de la végétation. Le développement des froments à la sortie de l'hiver n'était cependant pas excessif. Les températures sont également restées supérieures aux moyennes de saison en mars, mais elles ont retrouvé le niveau des normales saisonnières en avril. Dans ces conditions, le stade redressement (30) a été atteint le 13 avril, date moyenne de ce stade des 5 dernières années. Par contre, la montaison s'est poursuivie plus rapidement et le stade 2^{ème} nœud (32) était le plus précoce des 5 dernières années. En mai, une période de près de 3 semaines de températures bien inférieures aux normales saisonnières a freiné le développement des froments, si bien que le stade dernière feuille (39) était le plus tardif des 5 dernières années (Figure 5.1).

Bien que la pluviométrie d'avril à juillet ait été inférieure aux moyennes, la régularité des précipitations a permis un bon développement des talles. En outre cette régularité des précipitations combinée aux températures supérieures à la normale de juin-juillet sans coup de chaleur prolongé a permis un bon remplissage des grains.

Vers le 25 juillet, la moisson des froments a commencé avec des records de température puisque la barre des 40° a été dépassée. La moisson s'est poursuivie début août après d'importantes précipitations mettant fin à cette forte, mais brève canicule.

5. Lutte intégrée contre les maladies

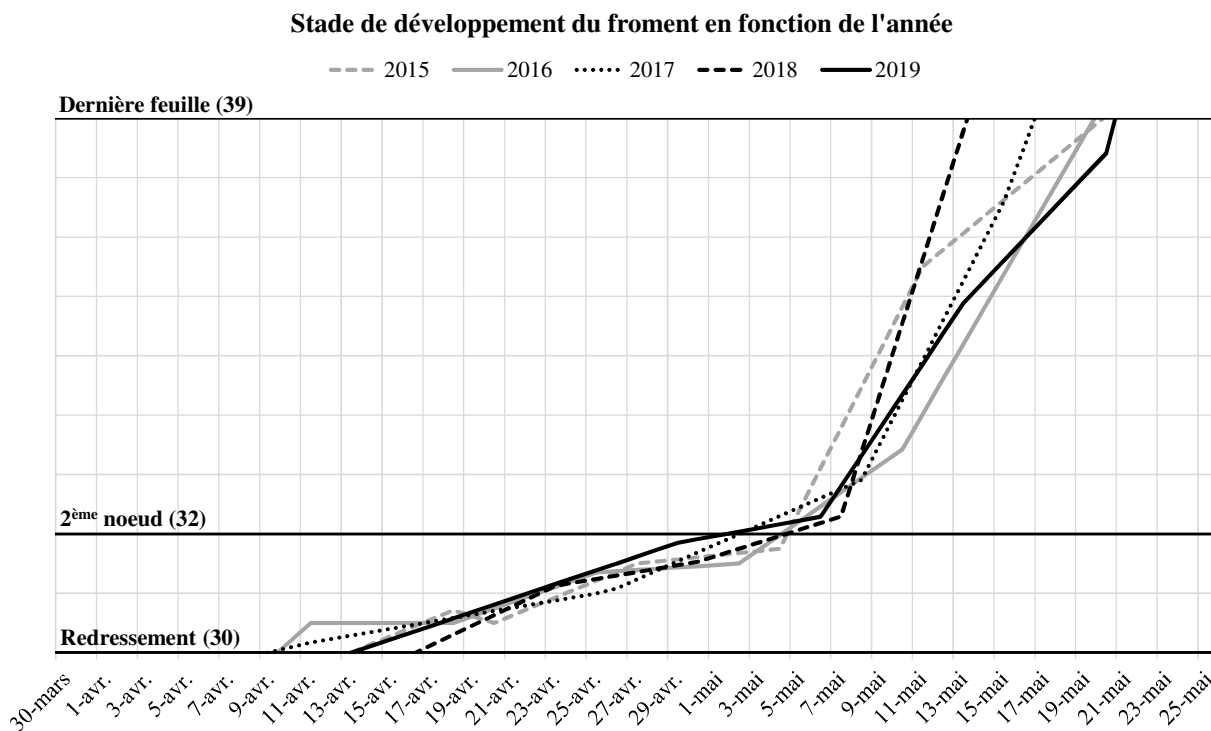


Figure 5.1 – Stade de développement moyen du froment observé dans deux sites (Condroz liégeois et Hesbaye liégeoise) de 2015 à 2019.

1.1.2 Développement des maladies

Le développement des principaux pathogènes du froment en 2019 est détaillé ci-dessous. Pour les 3 principales maladies que sont la rouille jaune, la septoriose et la rouille brune, l'évolution des symptômes observés en 2019 dans 2 sites d'observation du CePiCOP (Condroz liégeois et Hesbaye liégeoise) est détaillée et comparée aux 4 dernières années aux Figures 5.2, 5.3 et 5.4.

Rouille jaune (Figure 5.2)

Au stade redressement, la rouille jaune était présente sur variétés sensibles (Reflection, Lyrik et Homeros) comme chaque année depuis 2015, excepté 2016. À partir du stade 1^{er} nœud, les symptômes de rouille jaune étaient présents chaque année. Au stade 2^{ème} nœud, la pression de rouille jaune était équivalente à celle observée en 2017 et 2018 et supérieure à celle de 2015 et 2016. Au stade dernière feuille, la rouille jaune était présente sur tous les étages foliaires inférieurs comme en 2017 et 2018 mais avec un niveau d'infection plus élevé.

Pour la rouille jaune, la prudence est de mise quant à l'interprétation de ces observations. Chaque année depuis 2015, la rouille jaune était bien présente mais les souches de rouille prédominantes peuvent différer d'une année à l'autre. En outre, les variétés sensibles cultivées en 2015 ont été abandonnées au profit de variétés plus résistantes. Les variétés observées en 2019 (Reflection) n'étaient plus les mêmes qu'en 2015 (Homeros).

Les variétés qualifiées de sensibles marquent souvent une différence de sensibilité liée à la souche de rouille jaune présente et peuvent donc avoir un comportement différent d'une année à l'autre. Dans le réseau d'essais variétaux, la variété Benchmark en est un bel exemple.

En 2016, elle avait montré une très grande sensibilité à la rouille jaune alors qu'en 2017 et 2018, cette sensibilité était nettement moins marquée. Enfin, une sensibilité à la rouille jaune peut aussi s'accroître au fil des saisons. Depuis 2017, Reflection est la variété sensible à la rouille jaune observée pour les avertissements du CePiCOP et sa sensibilité s'est accentuée ces 3 dernières années.

Sans être aussi virulente que les races des saisons 2012, 2014 et 2016, la race de rouille jaune de 2019 s'est révélée capable de contourner les résistances des variétés de froment telles que KWS Smart et Amboise.

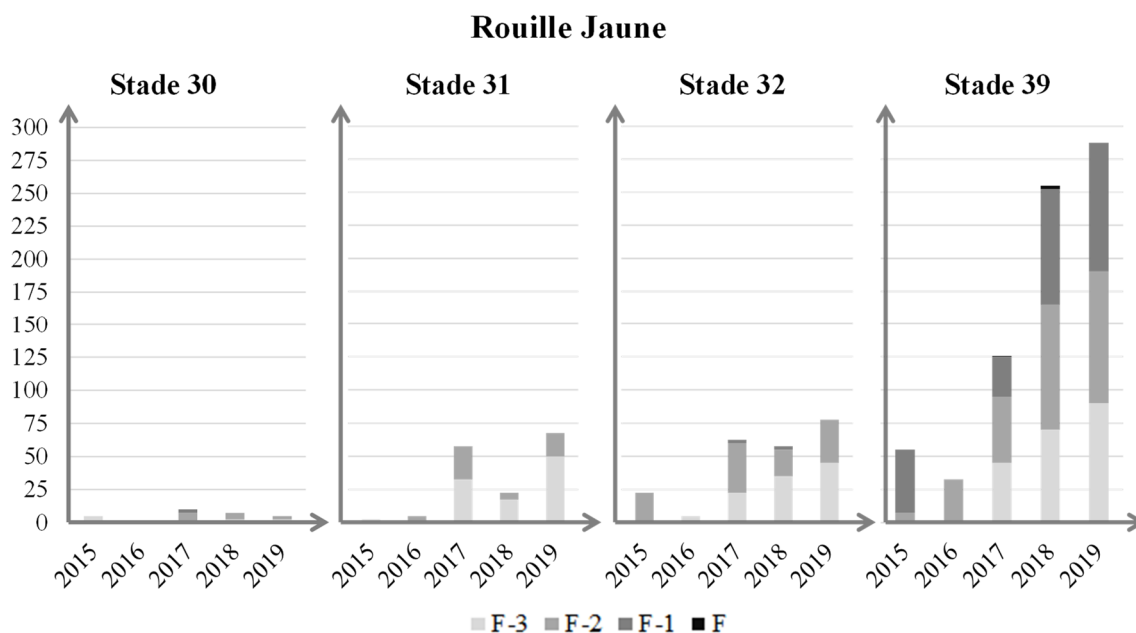


Figure 5.2 – Evolution de la présence de symptômes de rouille jaune observée sur 2 stations d'observation des maladies du froment pour le CePiCOP de 2015 à 2019. Cette présence est exprimée en pourcentage moyen cumulé de feuilles touchées par étage foliaire en fonction du stade de développement du froment sur variétés sensibles. F= dernière feuille pointante au stade observé.

Septoriose (Figure 5.3)

Des symptômes de septoriose étaient facilement observables sur les variétés sensibles, dès la sortie de l'hiver. Ces 5 dernières années, les niveaux d'infection observés au stade redressement sont assez comparables même si les F-1 en 2019 étaient les seules touchées. Au 1^{er} nœud, la septoriose restait présente mais en fond de végétation. La situation ne nécessitait donc pas de traitement fongicide à ce stade (T0).

Au stade 2^{ème} nœud, stade clé pour la protection fongicide contre la septoriose, la présence de symptômes sur les F-2, c'est-à-dire les futures F4, dépassait les 20 % sur les variétés sensibles tout comme en 2016 et 2018. Dans ces conditions, un 1^{er} traitement était recommandé. Sur les variétés moyennement sensibles à peu sensibles, la pression était moindre et ne nécessitait donc pas de traitement.

Après le stade 2^{ème} nœud, le ralentissement de la croissance des froments jusqu'au stade dernière feuille n'a pas été mis à profit par la septoriose. A ce stade, le niveau d'infection était

5. Lutte intégrée contre les maladies

comparable à celui de 2017 et le plus faible des 5 dernières années. Début juin, une période orageuse marquée par des précipitations localement importantes a été à l'origine d'un développement de septoriose vers les étages foliaires supérieurs, ce qui a induit des pertes significatives de rendement en absence de traitement fongicide.

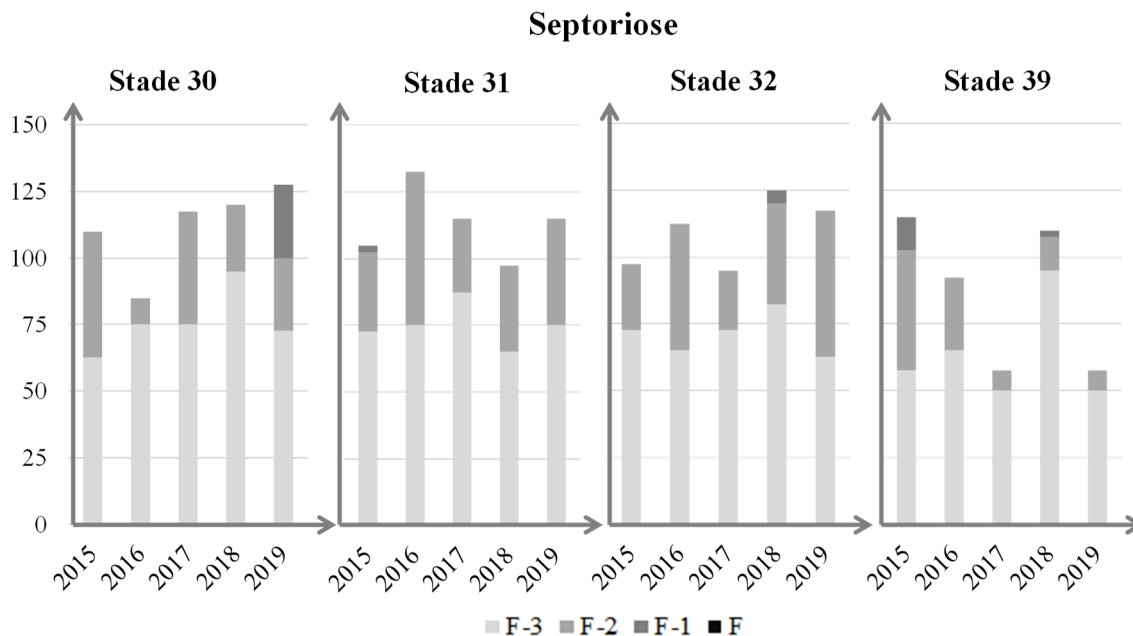


Figure 5.3 – Evolution de la présence de symptômes de septoriose observée sur 2 stations d'observation des maladies du froment pour le CePiCOP de 2015 à 2019. Cette présence est exprimée en pourcentage moyen cumulé de feuilles touchées par étage foliaire en fonction du stade de développement du froment sur variétés sensibles. F= dernière feuille pointante au moment de l'observation.

Rouille brune (Figure 5.4)

La rouille brune a brillé par son absence jusqu'au stade dernière feuille. Elle s'est développée plus tardivement cette année mais contrairement à 2018, elle n'est pas la principale cause de perte de rendement observée en situation non traitée. Elle était toutefois fortement présente dans d'autres stations d'observations que celle utilisées dans la Figure 5.4, où elle a pu avoir un impact significatif sur le rendement.

Oïdium

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

Fusarioses

Début juin, une période orageuse marquée par des précipitations très locales mais importantes a été à l'origine d'un développement de fusariose sur épis. Ce caractère local a fait que cette maladie a eu peu d'impact globalement sur le rendement, excepté pour les parcelles touchées par les orages. Les parcelles touchées cette année étaient en tout cas moins impactées qu'en 2018.

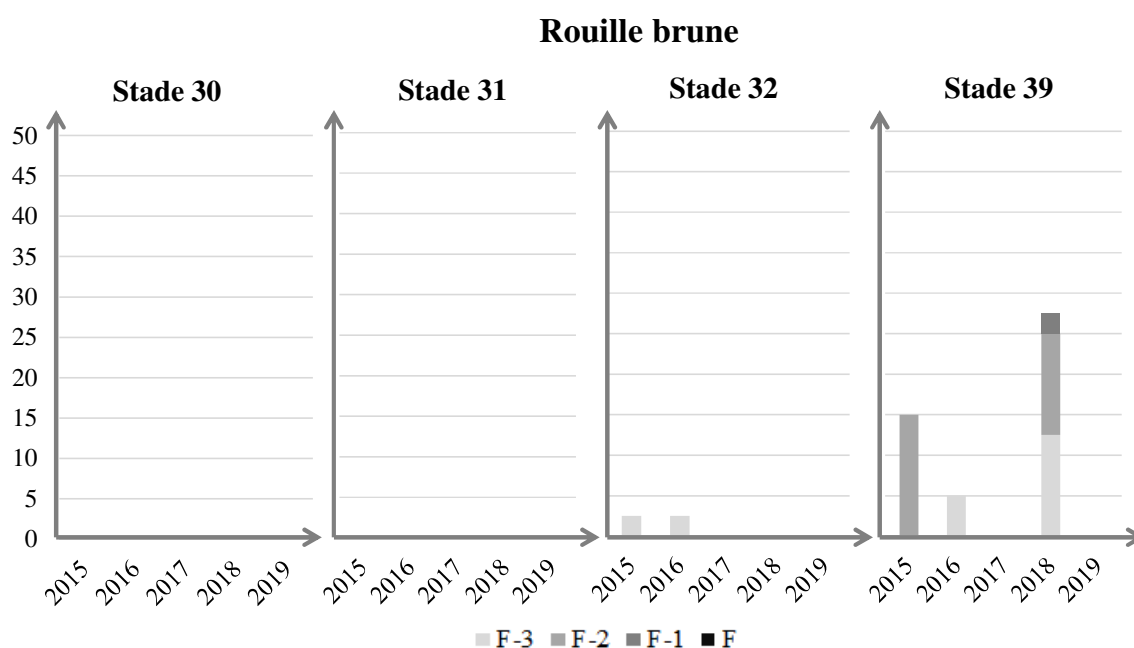


Figure 5.4 – Evolution de la présence de symptômes de rouille brune observée sur 2 stations d’observation des maladies du froment pour le CePiCOP de 2015 à 2019. Cette présence est exprimée en pourcentage moyen cumulé de feuilles touchées par étage foliaire en fonction du stade de développement du froment sur variétés sensibles. F=dernière feuille pointante lors de l’observation.

1.1.3 Impact des maladies sur le rendement

La pression en maladies a été évaluée sur 2 stations d’observation du froment pour le CePiCOP. Ces 2 stations (Condroz liégeois et Hesbaye liégeoise) étaient basées sur 2 sites d’essais variétaux. Il est donc aisé d’évaluer la nuisibilité des maladies sur les 5 années d’observation. Cette mesure représente la perte moyenne de rendement mesurée en l’absence de protection par rapport à une bonne protection (minimum 2 traitements fongicides à dose pleine) sur un même groupe de variétés présentes ces 5 dernières années au sein de ces essais variétaux. Les variétés présentes de manière récurrentes sont : Anapolis, Bergamo, Gedser, Graham, Henrik, KWS Smart, Mentor, Sahara et Triomph. En moyenne, la nuisibilité des maladies pour cette saison culturale s’élève à 19%, soit les pertes moyennes de ces 5 dernières années comme repris au Tableau 5.1. De manière générale, il est certain qu’une protection fongicide efficace sur variétés plus sensibles était nécessaire pour atteindre le meilleur rendement en 2019.

Tableau 5.1 – Nuisibilité des maladies dans les essais variétaux ayant hébergé les 2 stations d’observation des maladies du froment pour le CePiCOP de 2015 à 2019.

Année	2015	2016	2017	2018	2019
Perte de rendement	9 %	28 %	7 %	28 %	19 %

1.2 Point sur les agréments : changements, retraits et alternatives

1.2.1 Révision des triazoles : où en sont les dossiers ?

C. Bataille

Chaque produit de protection des plantes est constitué d'une ou de plusieurs substances actives qui définissent son spectre d'efficacité. Depuis 2014, les dossiers d'homologation des substances actives de la famille des triazoles sont en cours de révision par les autorités européennes.

Le premier triazole à avoir été révisé est le *propiconazole*. Le 28 novembre 2018, le **non renouvellement de l'autorisation** de cette molécule a été annoncé par la Commission Européenne. Tous les produits à base de cette substance ne sont actuellement plus commercialisés et **leur autorisation n'est valable que jusqu'au 19 mars 2020**. Passée cette date il ne sera plus autorisé d'utiliser les produits repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5.2 – Produits contenant du *prochloraz*.

Produits de Protection des Plantes (PPP) retirés suite au retrait du <i>propiconazole</i>			
Alto Ultra	Apache	Armure	Barclay Bolt
Bravo Premium	Bumper 25 EC	Bumper P	Cherokee
Inovor	Propi 25 EC	Propiraz EC	Septonil
Stereo (escourgeon)	Difure Pro (betterave)	Ranch (betterave)	

Qu'en est-il des autres triazoles ?

La plupart des triazoles (sauf le *cyproconazole*) devaient arriver à expiration entre le 30/04/2019 et le 31/08/2019. L'évaluation des dossiers par la Commission Européenne prenant cependant beaucoup plus de temps que prévu, **la date d'expiration de ces dernières a été repoussée d'un an**. Le Tableau 5.3 reprend les dates d'expiration des triazoles encore présents sur le marché. Il faut cependant s'attendre à un nouveau report de la date d'expiration pour la plupart d'entre eux au vu de l'avancement des révisions.

Dans le cas de l'*epoxiconazole*, l'ANSES (Agence nationale française de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a devancé le processus européen d'évaluation des dossiers. En effet, elle a évalué l'*epoxiconazole* suivant les critères établis par l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) pour vérifier si cette substance possède des propriétés susceptibles de perturber le système endocrinien⁶. Cette agence a conclu que l'*epoxiconazole* est bien un perturbateur endocrinien risquant de nuire de manière non négligeable à la santé des personnes exposées à celui-ci. Elle a donc décidé, d'un commun

⁶ La définition du perturbateur endocrinien de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2002) est la plus communément usitée : « Un perturbateur endocrinien est une substance ou un mélange de substances, qui altère les fonctions du système endocrinien et de ce fait induit des effets néfastes dans un organisme intact, chez sa progéniture ou au sein de (sous)- populations ».

accord avec BASF, de retirer du marché français toutes les formulations contenant cette molécule. Septante-six produits au total sont concernés et ne pourront plus être utilisés à partir du 30/07/2020 sur le territoire français. Ce cas de retrait d'une substance active d'un pays avant sa révision au niveau européen est un cas tout à fait particulier. La décision de retrait n'a pu être prise que suite à un accord avec la firme défendant la molécule. La plupart des produits retirés sont aussi autorisés en Belgique. Cependant, les autorités belges ont décidé de suivre le processus d'évaluation européen. C'est pourquoi les produits à base d'*epoxiconazole* sont toujours autorisés en Belgique.

Tableau 5.3 – Calendrier des révisions d'agrément des triazoles composant les fongicides céréales. *¹ Les dates d'expiration annoncées sont des dates provisoires qui pourraient être repoussées suivant l'avancement de la révision des dossiers par les autorités européennes. *² le *prochloraz* n'est pas un triazole mais un imidazole. La date annoncée pour le *prochloraz* est une date théorique.

Substance active	Soumission dossier	Date d'expiration provisoire* ¹	Statut	Remarques
<i>metconazole</i>	31/10/2015	30/04/2020	En cours	• Toxique pour la reproduction catégorie 2
<i>prothioconazole</i>	31/01/2016	31/07/2020	En cours	
<i>epoxiconazole</i>	30/10/2016	30/04/2020	En cours	• Toxique pour la reproduction catégorie 1B • Cancérogène catégorie 2 • Suspecté d'être perturbateur endocrinien
<i>tebuconazole</i>	28/02/2017	31/08/2020	En cours	• Toxique pour la reproduction catégorie 2 • Suspecté d'être perturbateur endocrinien
<i>cyproconazole</i>	30/11/2018	31/05/2021	En cours	• Toxique pour la reproduction catégorie 1B • Suspecté d'être perturbateur endocrinien
<i>prochloraz</i> * ²	30/06/2021	31/12/2023		

1.2.2 Révision des LMR du *prochloraz* et adaptation de ses usages

C. Bataille

Généralités

Lors de l'application d'un produit phytopharmaceutique sur une culture, des résidus de ce dernier peuvent subsister dans ou sur la culture et se retrouver dans la nourriture humaine ou animale. Afin d'éviter que ces résidus aient une incidence sur la santé humaine ou animale, des Limites Maximales de Résidus (LMR) sont définies. Les denrées qui présentent des niveaux en résidus plus bas que les LMR sont ainsi considérées comme sûres pour le consommateur. Les LMR sont aussi fixées pour s'assurer d'une utilisation conforme des produits par les producteurs. Ainsi, une LMR relative à un produit est fixée à la limite de détection dans une denrée où ce dernier n'a pas d'usage agréé, alors qu'elle est fixée bien plus haut dans d'autres aliments où il a des usages agréés. Un dépassement de LMR peut donc signifier soit qu'un produit a été appliqué sur une culture pour laquelle il n'était pas autorisé (cas des LMR fixée à la limite de détection), soit que la quantité appliquée du produit ou la période d'application n'étaient pas autorisés.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Mais qui fixe les LMR ?

Autrefois, ces limites étaient fixées par chaque pays et pouvaient donc différer d'un pays à l'autre. Dans un souci d'égalité des échanges de denrées entre pays, ces LMR ont été **harmonisées au niveau européen** en 2008. Elles sont établies sur base des bonnes pratiques agricoles et des différents usages de la molécule visée. Une LMR existe donc pour chaque substance active (sauf celles reprises en Annexe IV du Reg. 149/2008) en fonction de chaque denrée alimentaire.

Au niveau international, les LMR sont proposées par la Commission du Codex Alimentarius (CAC). Le Codex Alimentarius, ou « Code alimentaire », est un ensemble de normes, de lignes directrices et de codes d'usages. Les LMR du Codex (CXL) ne sont donc pas des règles imposées mais des recommandations internationales dans le but de protéger la santé des consommateurs et de promouvoir des pratiques loyales en matière de commerce de denrées alimentaires. L'établissement d'une LMR européenne tiendra toujours compte de la CXL existante et vice-versa afin de ne pas entraver les échanges commerciaux entre l'Europe et un pays tiers. Cependant c'est la LMR européenne, telle que définie par le Règlement 396/2005⁷, qui demeure toujours la norme légale à respecter pour les denrées alimentaires et la nourriture pour animaux présentes sur le marché européen.

Quelles sont les décisions prises pour le *prochloraz* ?

Le *prochloraz* est une substance active de la famille des imidazoles. Cette molécule a été agréée pour la première fois en 1993 en céréales (1984 en cultures ornementales).

Les premières LMR européennes harmonisées du *prochloraz* ont été fixées le 29/01/2008 par le Règlement 149/2008⁸ et incluses à l'annexe II et annexe III (B) du Règlement 396/2005 de la Commission Européenne. Le 9 juillet 2010, la Commission du Codex Alimentarius a fixé des LMR (CXL) pour le *prochloraz*. Celles-ci ont été incluses le 25/11/2011 via le Règlement 520/2011⁹ dans l'annexe II et annexe 3 (B) du Règlement européen 396/2005, modifiant ainsi les LMR européennes déjà existantes pour cette substance active.

Lors du renouvellement de l'agrément européenne de cette molécule, en janvier 2012, les LMR déjà existantes du produit lui ont été attribuées. Cependant, l'EFSA (Autorité européenne de la sécurité des aliments) était tenue de remettre un avis sur la pertinence de ces LMR avec les exigences actuelles. Le rapport final de l'EFSA a été publié le 31/07/2018 et remis à la Commission Européenne. Suite à l'avis de l'Autorité, il a été décidé par la Commission, en décembre 2019, de diminuer les LMR pour certains usages du *prochloraz* car des risques pour

⁷ Règlement (CE) 396/2005 : règlement concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale.

⁸ Règlement (CE) 149/2008 : règlement modifiant le règlement (CE) no 396/2005 pour y ajouter les annexes II, III et IV fixant les limites maximales applicables aux résidus des produits figurant à son annexe I.

⁹ Règlement (UE) 520/2011 : règlement modifiant les annexes II et III du règlement (CE) no 396/2005 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les limites maximales applicables aux résidus de béalaxyl, de boscalid, de buprofézine, de carbofuran, de carbosulfan, de cyperméthrine, de fluopicolide, d'hexythiazox, d'indoxacarbe, de metaflumizone, de méthoxyfénozide, de paraquat, de prochloraz, de spirodiclofen, de prothioconazole et de zoxamide présents dans ou sur certains produits.

la santé des consommateurs ont été identifiés. A l'heure d'écrire ces lignes (23/01/2020), le nouveau règlement modifiant l'annexe II et l'annexe III(B) du Règlement 396/2005 n'est pas encore publié. Phytoweb¹⁰, le site web officiel du SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne Alimentaire et Environnement, a cependant déjà publié les modifications que ce changement de LMR engendre dans l'utilisation des produits contenant du *prochloraz*.

Les modifications d'usage concernent les produits suivants : **Ampera, Bumper P, Kantik, Mirage 450 ECNA, Propiraz EC et le Sportak EW**. Afin d'éviter le dépassement des nouvelles LMR du *prochloraz* :

- **Tous les produits cités ci-dessus ne peuvent désormais plus être appliqués en orge d'hiver ni en orge de printemps.**
- Un délai de 14 jours doit être respecté entre deux applications d'Ampera en froment, seigle et triticale.
- Le Mirage 450 ECNA et le Sportak EW ne peuvent désormais plus être utilisés en avoine d'hiver.
- Et le Mirage 450 ECNA ainsi que le Propiraz EC ne peuvent plus être utilisés en betterave sucrière et fourragère.

Pour tous les autres usages autorisés, aucune modification n'est à signaler.

1.2.3 Fin d'agrération pour le *fenpropimorphe*

C. Bataille

Lors de sa première agrération européenne, une substance active est autorisée pour une période maximale de 10 ans. Après ce délai, elle devra passer par une nouvelle évaluation européenne en vue du renouvellement, ou non, de son homologation. Trois ans avant sa date d'expiration, la firme concernée doit remettre une intention de soutenir sa molécule ou non. Si la substance active n'est pas soutenue, son autorisation est automatiquement retirée à sa date d'expiration. Si la firme décide de soutenir le renouvellement de la molécule, elle devra déposer un nouveau dossier d'homologation aux autorités européennes.

Dans le cas du *fenpropimorphe*, la firme détentrice de son homologation a décidé de ne pas défendre la substance active et donc de ne pas déposer de nouveau dossier d'agrération pour cette dernière. L'approbation du *fenpropimorphe* au niveau européen est donc maintenant expirée. **Les autorisations pour les produits phytopharmaceutiques suivants sont retirées : Capalo, Corbel, Diamant, Opus Team et Palazzo.** La mise sur le marché et le stockage par le détenteur sont autorisés jusqu'au 30/04/2020. La mise sur le marché et le stockage par des revendeurs, conseillers agricoles, ... est encore permise jusqu'au 31/03/2021. Enfin, **l'utilisation de ces produits est encore autorisée jusqu'au 31/10/2021.**

¹⁰ Phytoweb : <https://fytoweb.be/fr>

1.2.4 Fin d'agrément pour le *chlorothalonil*

C. Bataille

Retrait de l'autorisation

L'année passée, le Livre Blanc de février 2019 relatait un changement dans les utilisations en céréales du produit dénommé Bravo suite à la révision de son dossier d'homologation par le Comité d'Agrément belge. En effet, ce produit phytosanitaire composé de *chlorothalonil* ne pouvait plus être appliqué avant le stade dernière feuille (39) avec une limitation de sa dose à 1L/ha au lieu de 2L/ha habituellement.

Entre temps, la substance active en elle-même, le *chlorothalonil*, était en cours de révision par les autorités européennes. Le 22/03/2019 la sentence est tombée avec **le non-renouvellement de l'agrément du *chlorothalonil*** voté par la Commission Européenne. En effet, **cette substance active ne répondait plus au haut niveau de sécurité actuellement recherché par la législation européenne**. Les raisons du non-renouvellement sont multiples¹¹ mais le manque d'information au niveau des points toxicologiques et écotoxicologiques du dossier ainsi que deux points importants des conclusions de l'EFSA et de la Commission Européenne sont à mettre en avant:

- Les métabolites du *chlorothalonil*, produits lors de la dégradation de la substance active dans l'environnement, pouvaient potentiellement se retrouver dans les eaux souterraines en quantité supérieure à la limite autorisée ($>0.1\mu\text{g/L}$), ce qui aurait pu induire des risques pour la faune des cours d'eau mais aussi pour les consommateurs exposés à cette eau contaminée.
- Un changement de classification de la molécule de « suspectée d'être cancérigène » (catégorie 2) à « présumée cancérigène » (catégorie 1B)¹² avait été proposé par l'EFSA conformément au règlement (CE) 1272/2008. Cette classification est un « cut-off criteria », ce qui signifie que lorsqu'une substance active possède ce critère, elle est automatiquement exclue de tout renouvellement d'agrément sur le marché européen.

Conséquences

Le non-renouvellement de l'agrément du *chlorothalonil* au niveau européen engendre la déchéance des autorisations de tous les produits contenant cette molécule et ce, dans tous les pays d'Europe. Dix-neuf produits sont concernés en Belgique (Tableau 5.4).

¹¹ Pour plus d'informations, je vous invite à consulter la page internet suivante (anglais): https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=active_substance_detail&language=EN&selectedID=1125

¹² Pour les explications de cette classification, je vous invite à consulter le Livre Blanc de février 2019 à la page 5/10 du chapitre « 5. Lutte intégrée contre les maladies »

Tableau 5.4 – Produits contenant du *chlorothalonil*.

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

La mise sur le marché et le stockage des produits par des revendeurs sont autorisés jusqu'au 20/04/2020. **Tous ces produits perdront leur agrégation le 20/05/2020 et ne pourront plus être utilisés à partir de cette date.** Cette année, il sera donc encore possible de traiter les cultures d'escourgeon au stade dernière feuille (39) avec ces produits. Ils pourront également être utilisés (sauf Bravo) en froment pour l'application en T1 (stade 2^{ème} nœud, 32).

Le *chlorothalonil* était le fer de lance de la **lutte contre les résistances en céréales** grâce à son mode d'action multi-sites. Le point 1.5.2 (pg 36) explique les avantages de ce type de produits dans la gestion des populations de pathogènes.

Quelles sont les alternatives ?

Pour protéger les substances actives à mode d'action uni-site de l'apparition de résistance en septoriose du blé, il est important de trouver un remplaçant au *chlorothalonil* possédant également un **mode d'action multi-sites** efficace contre cette maladie. Trois candidats ont été investigués par le CRA-W en 2019 (Tableau 5.5) : le *mancozèbe* (Dithane 75%), le *soufre* (Cosavet 80%) et le *folpet* (EpoX Extra). Le *soufre* a été testé avec deux formulations différentes : une formulation solide (Cosavet WG) et une formulation liquide (agrégation attendue pour le printemps 2020).

Ces produits de contact doivent toujours être accompagnés d'un produit systémique (capable de pénétrer la cuticule des feuilles de froment) afin de profiter de leur synergie : une efficacité plus poussée grâce au produit multi-sites et une rémanence plus grande grâce au produit partenaire. Ainsi le Caramba 1L/ha (dose réduite) a été associé à chacun des multi-sites testés. Dans un souci de comparaison, l'EpoX Extra (*epoxiconazole* + *folpet*) a été remplacé par du Caramba + *folpet*. La dose du *folpet* a été conservée par rapport à la dose agréée d'EpoX Extra.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Contexte :

Tableau 5.5 – Paramètres culturels de l'essai.

Carte d'identité de l'essai	
Localisation :	Mettet
Variété :	Anapolis
Précédent :	Froment
Semis :	18/10/2018
Récolte :	01/08/2019
Rendement témoin :	7.28 T/ha
Pulv. stade 32 :	02/05/2019
Pulv. stade 61 :	04/06/2019
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %) <i>Date d'observation</i>	01/07/2019
Septoriose	4.5 + 20.6
Helminthosporiose	15.2 + 36.6
Rouille brune	2.1 + 1.3

Dans cet essai, lors de l'application des produits testés au stade 2^{ème} nœud (32) (02/05/2019), la septoriose infectait la F4 (4^{ème} feuille en partant du haut de la plante) avec une sévérité¹³ de 0.5% et une incidence¹⁴ de 17.5%. La pression était donc faible et les multi-sites ont donc bien été appliqués préventivement sur la F2 et la F3. Aucun symptôme d'helminthosporiose et de rouille brune n'était alors observé dans l'essai. Quasiment un mois plus tard, un traitement généralisé au Viverda 2.5L/ha a été appliqué (sauf sur le témoin) afin de ne pas gommer les efficacités obtenues en T1 par les différents produits testés. La septoriose avait alors à peine atteint la F2 (0.1% sévérité et 2.5% incidence).

Les infections en septoriose, helminthosporiose et rouille brune ont été évaluées le 1^{er} juillet 2019 sur F1 et F2. La rouille brune était quasi inexistante dans les objets traités. Elle n'a donc pas été prise en compte dans les résultats. L'infection en helminthosporiose (DTR) étant arrivée après l'application du second traitement, elle n'a pas permis de tirer des conclusions sur l'efficacité des différents produits appliqués en T1. C'est pourquoi l'infection en DTR n'a pas non plus été discutée ici.

Résultats :

La sévérité de la septoriose sur F2, lors de son observation le 1^{er} juillet 2019, est reprise dans la Figure 5.5 ci-dessous. Tous les objets traités avec du *soufre* (liquide ou solide = Cosavet), du *folpet* ou du *chlorothalonil* (Pugil) ont montré une sévérité significativement inférieure à celle du témoin. Le Dithane ne semble pas avoir eu d'effet sur la septoriose. Néanmoins, tous ces objets n'étaient pas significativement différents les uns des autres.

Le *soufre* liquide a montré une efficacité supérieure à celle du *soufre* solide (Cosavet). Il est possible que cette différence d'efficacité soit liée à la facilité d'application du produit liquide par rapport au produit solide (voir chapitre 1.2.5, pg 16). De plus, des terpènes de pin sont co-formulés avec le *soufre* liquide et ont pu avoir un effet positif sur l'efficacité globale du produit.

Enfin, le *soufre* liquide, le *folpet* et le *chlorothalonil* (Pugil) ont montré une efficacité contre la septoriose tout à fait similaire les uns aux autres.

¹³ Sévérité : % surface foliaire colonisé par le pathogène

¹⁴ Incidence : % de plante infectée par la maladie

Ces constatations reposent sur un seul essai. De plus, elles ne sont pas tout à fait en accord avec celles qui ont été présentées l'année passée (cf Livre Blanc février 2019 p 5/9). Il est donc bien évident que celles-ci ne doivent pas être prises comme une vérité absolue. Cet essai sera reconduit l'année prochaine afin de pouvoir comparer 3 années d'essai.

Sévérité en septoriose sur F2 le 01/07/2019 en fonction des traitements T1

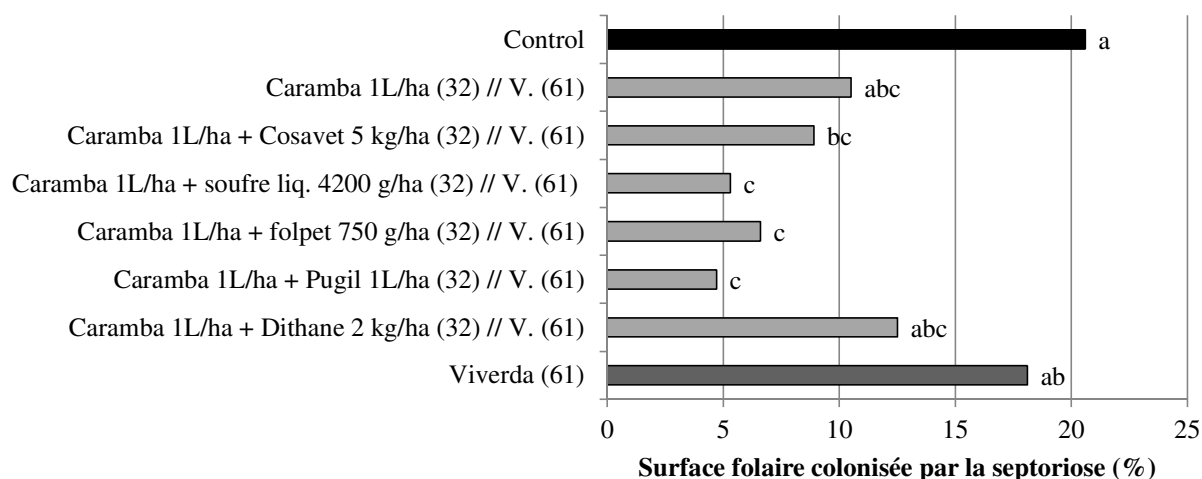


Figure 5.5 – Sévérité (% surface foliaire colonisée par le pathogène) de la septoriose sur F2, évaluée le 1^{er} juillet 2019, en fonction des produits testés en T1. V. = Viverda 2.5L/ha ; Pugil = produit à base de *chlorothalonil* ; soufre liq.= produit contenant du soufre en formulation liquide ; 32= stade 32 (2^{ème} nœud) ; 61= stade 61 (début floraison).

Conclusions :

D'autres candidats peuvent être appliqués en T1 pour remplacer le *chlorothalonil*. **Le folpet et le soufre** semblent pouvoir relever ce défi. **Le mancozèbe** est un peu en retrait. L'usage d'un multi-sites reste nécessaire, ne serait-ce que pour retarder l'apparition de résistance. Cependant tous les multi-sites n'ont pas le même effet sur la gestion de résistance (voir chapitre 1.5.2).

Ces multi-sites doivent être placés en préventif. Si un traitement au stade 2^{ème} nœud (32) est programmé, il est alors conseillé de placer le produit multi-sites à ce moment-là. Il sera également le bienvenu lors d'un premier traitement au stade « dernière feuille » (39). Au-delà du stade 39, son utilisation n'est sans doute plus pertinente.

La question du *soufre* comme candidat pour substituer le *chlorothalonil* a été creusée cette année dans le Réseau d'Essais Fongicides Wallon. Ces résultats sont discutés dans le point suivant (§ 1.2.5).

1.2.5 Le soufre : alternative au chlorothalonil ?

C. Bataille et M. Duvivier

Ayant appris le non-renouvellement de l'agrément du *chlorothalonil*, les expérimentateurs du Réseau d'Essais Fongicides Wallon (CARAH, CPL Végémar, Gx Agro-Bio Tech et CRA-W) ont décidé d'axer le protocole commun de l'année 2019 sur l'étude d'une substance active susceptible de remplacer le *chlorothalonil*. Leur choix s'est porté sur le *soufre* car c'est une substance accessible à tous, bon marché et qui devrait voir son agrément prolongée¹⁵ d'ici la fin de l'année 2020.

Efficacité du soufre

Six essais, regroupant 12 mêmes modalités, ont été mis en place en Wallonie par 3 institutions différentes. Deux ont été réalisés par Gx Agro-Bio Tech sur les variétés KWS Smart et Gleam à Lonzée ; deux autres ont été mis en place par le CPL Végémar sur les variétés Anapolis et Graham à Pousset ; et enfin deux essais ont été conduits par le CRA-W sur les variétés Ragnar et RGT Sacramento à Thy-le-Château (Tableau 5.6). Les deux essais du CARAH sur Henrik à Ath et Bergamo à Melles n'ont pas été retenus dans cette synthèse « *soufre* » car ils étaient incomplets suite au déclassement d'une modalité.

Contexte :

Le protocole global des essais avait pour but de tester l'efficacité du *soufre* (formulation solide WG) au travers de 4 types de programme fongicide différents :

- 1 seule application au stade dernière feuille (39)
- 2 applications aux stades 2^{ème} nœud (32) et épiaison (55)
- 2 applications aux stades dernière feuille (39) et floraison (65)
- 3 applications aux stades 2^{ème} nœud (32), dernière feuille (39) et floraison (65)

La dose pleine de *soufre* (5 kg/ha) a été testée aux stades 31, 32 et 39 en mélange avec :

- du Kestrel : un produit fongicide rémanent contenant un mélange de deux triazoles (*tebuconazole* + *prothioconazole*).
- de l'Adexar : un produit fongicide rémanent contenant un triazole (*epoxiconazole*) et un SDHI (*fluxapyroxad*).

Le dédoublement de dose a également été abordé dans ce protocole, avec deux applications successives d'une demi-dose de *soufre* (2.5 kg/ha) soit aux stades 31 et 32 soit 32 et 39.

Dans ces essais, la pression en septoriose était globalement haute à Thy-le-Château, faible à Pousset et inexistante à Lonzée. A l'inverse, la pression en rouille brune était haute à Pousset, moyenne dans le Ragnar à Thy-le-Château, faible à Lonzée et inexistante dans le RGT Sacramento à Thy-le-Château.

¹⁵ Date d'expiration de l'agrément du soufre au niveau européen : 31/12/2020. Il ne présente cependant aucun critère d'exclusion.

Tableau 5.6 – Paramètres culturaux de l’essai.

Carte d’identité des essais						
Localisation :	Thy-le-Château	Thy-le-Château	Lonzée	Lonzée	Pousset	Pousset
Variété :	Ragnar	RGT Sacramento	KWS Smart	Gleam	Anapolis	Graham
Précédent :	Lin	Lin	Epinard	Epinard	Betterave	Betterave
Semis :	11/10/18	11/10/18	23/10/18	23/10/18	18/10/18	18/10/18
Récolte :	30/07/19	30/07/19	30/07/19	30/07/19	31/07/19	31/07/19
Rendement témoin :	11.3 T/ha	10.7 T/ha	9.7 T/ha	10.7 T/ha	9.7T/ha	10.6 T/ha
Pulv. stade 31 :	18/04/19	18/04/19	22/04/19	22/04/19	23/04/19	23/04/19
Pulv. stade 32 :	28/04/19	28/04/19	06/05/19	06/05/19	2/05/19	2/05/19
Pulv. stade 39 :	22/05/19	15/05/19	27/05/19	27/05/19	23/05/19	23/05/19
Pulv. stade 55 :	6/06/19	27/05/19	11/06/19	11/06/19	3/06/19	3/06/19
Pulv. stade 65:	11/06/19	06/06/19	25/06/19	25/06/19	9/06/19	9/06/19
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %) Date d’observation	05/07/19	04/07/19	02/07/19	01/07/19	27/06/19	27/06/19
Septoriose	53 + 84	90 + 99	-	-	9 + 2	7 + 2
Helminthosporiose	-	-	7 + 7	-	-	-
Rouille brune	16 + 7	-	4 + 6	5 + 6	39 + 23	41 + 55
Rouille jaune	-	-	3 + 4	12 + 17	-	-

Résultats :

Le *soufre* (Cosavet) n’a montré aucune efficacité contre la rouille brune (et jaune) dans les 6 essais évalués. Cette substance active a cependant dévoilé dans certains cas, une action sur la septoriose et un impact sur les rendements (Figure 5.6).

Cas d’un programme à application unique au stade 39 (programmes P2 à P4) : lors du traitement unique contre la septoriose, les produits multi-sites n’ont montré aucun effet sur la septoriose et donc peu d’impact sur le rendement. L’action de ces produits a sûrement été masquée par l’apparition plus tardive de maladies et l’absence de traitement relais.

Cas d’un programme à double application aux stades 32 et 55 (programmes P6 à P9) : le Cosavet n’a pas augmenté l’efficacité du Kestrel face à la septoriose. Il a cependant engendré une augmentation de rendement par rapport au Kestrel seul. Ceci pourrait s’expliquer par un effet significatif du *soufre* sur la nutrition des plantes.

L’application de 2 demi-doses (31 et 32) a donné des résultats comparables à l’application d’une dose pleine (32). Cette pratique n’est donc pas à conseiller.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Cas d'un programme à double application aux stades 39 et 65 (programmes P10 et P11) : dans ce cas-ci, l'application du Cosavet en mélange avec l'Adexar au stade 39 suivi d'une application de Prosaro au stade 65 a montré une efficacité significativement supérieure à la même modalité mais sans Cosavet. La septoriose étant arrivée plus tard dans les essais cette année, la combinaison de l'Adexar et du Cosavet a pu suffisamment retarder l'infection du pathogène pour permettre au relais au stade 65 d'être pleinement efficace.

Cas d'un programme à triple application aux stades 32, 39 et 65 (programme P12 et P13) : L'application d'une pleine dose de Cosavet au stade 32 ou d'une demi-dose au stade 32 et au stade 39 a donné les mêmes résultats sur le contrôle de la septoriose et sur le rendement. Comme déjà précisé plus haut, le dédoublement de dose ne semble avoir aucun impact.

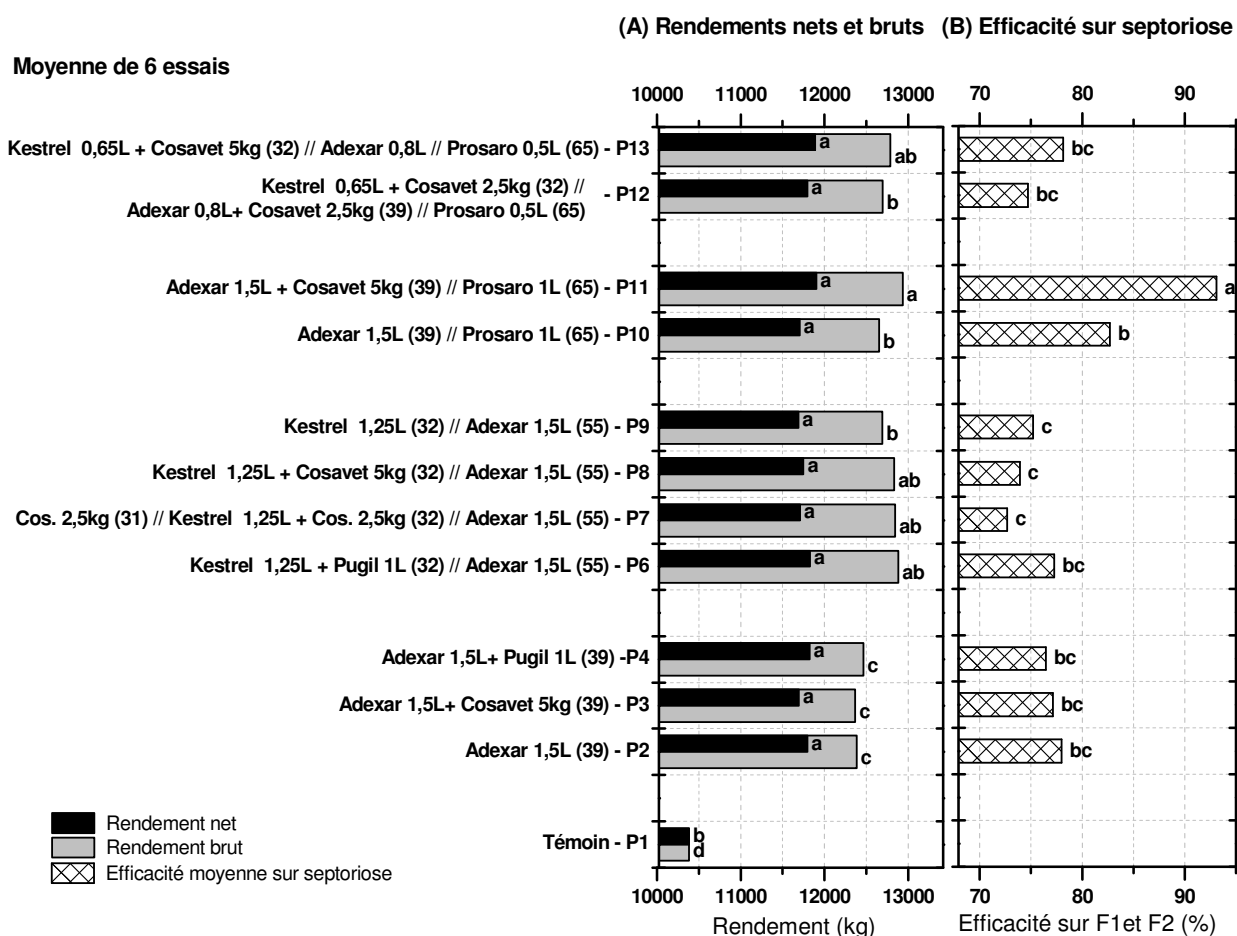


Figure 5.6 – (A) Comparaison des moyennes des rendements bruts et nets obtenus dans 6 essais. (B) Efficacité moyenne des programmes contre la septoriose observée dans les essais de Pousset et de Thy-le-Château. Pour rappel, l'efficacité est une mesure par rapport au témoin d'essai, du contrôle d'une maladie sur les deux derniers étages foliaires suite à l'application d'un programme fongicide (0% pas de différence par rapport au témoin – 100% aucun symptôme visible). Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative.

Avantages et inconvénients

Le *soufre* est un produit de bio-contrôle et s'intègre parfaitement dans le cadre d'une lutte intégrée. Son utilisation permet de remplacer un produit de synthèse au profit d'un produit considéré comme « naturel ». Son application permet également un apport nutritif aux plantes cultivées.

La solubilisation du *soufre* solide (WG) n'est cependant pas totale dans la cuve du pulvérisateur. **Une agitation constante** est nécessaire pour éviter le dépôt du *soufre* au fond de la cuve. De plus, une pâte gluante se forme lors de la dispersion du *soufre* solide dans l'eau. Cette pâte a ensuite tendance à **boucher le filtre des buses** lors de la pulvérisation. Ceci est surtout vrai lors de l'application de 5kg/ha de produit. La diminution de la dose permet d'amoindrir ces inconvénients qui restent cependant présents.

Une formulation de *soufre* liquide est en cours d'agrément. Ce produit devrait être homologué en Belgique dans le courant du printemps 2020. Il ne sera cependant pas disponible sur le marché pour la saison 2020. La formulation liquide permet de réduire le bouchage des buses. Le produit dispersé dans l'eau a cependant tendance à se déposer sur les parois de la cuve du pulvérisateur.

Conclusions

Le *soufre* est un produit **utilisable en agriculture biologique et conventionnelle**. Utilisé en association avec un produit fongicide systémique, il permet de réduire la pression en septoriose lorsqu'il est bien placé. Son application n'est cependant pas évidente et des problèmes de **précipitation du produit ainsi que de bouchage de buse** sont conséquents. Il est donc à utiliser en connaissance de cause. De plus, il ne permet pas une gestion des résistances de la septoriose aussi efficace que le *chlorothalonil* (voir partie 1.5.2).

1.3 Efficacité des produits

C. Bataille et M. Duvivier

En 2019, le CRA-W a implanté un essai fongicide conséquent de 32 objets en 4 répétitions (Tableau 5.7). Cet essai avait pour but de comparer l'efficacité intrinsèque de la majorité des produits fongicides présents sur le marché en Belgique.

Contexte :

Tableau 5.7 – Paramètres cultureux de l'essai.

Carte d'identité de l'essai	
Localisation :	Perwez
Variété :	RGT-Sacramento
Précédent :	betterave
Semis :	15/10/2018
Récolte :	01/08/2019
Rendement témoin :	9.17 T/ha
Pulv. stade 51:	24/05/2019
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %)	
<i>Date d'observation</i>	02/07/2019
Septoriose	35.3 + 82.3
Rouille brune	5.1 + 1.2

L'essai a été semé sur un précédent betterave. Des attaques sévères de la mouche des semis ont engendré de grosses pertes de plants à la levée. Pour ne pas perdre le travail accompli jusqu'alors, l'essai de comparaison de produits a été poursuivi. Les densités de plantes d'une parcelle à l'autre étant fort variables, il a été décidé de ne pas tenir compte des valeurs de rendement dans cet essai.

Chaque modalité n'a été traitée qu'une seule fois au stade début épiaison (51). Lors de ce traitement, quelques pustules de rouille jaune et de rouille brune étaient observables dans les parcelles sur les trois premières feuilles (F1, F2 et

F3) des plantes de froment. La septoriose n'était quant à elle pas encore montée et n'infectait que la F3 (troisième feuille en partant du haut) avec une sévérité de 0.2% et une incidence de 2%. Les produits ont donc bien tous été placés en préventif sur les deux premières feuilles (F1 et F2) des plants de froment traités.

Le protocole de l'essai détaillant la composition de chaque produit est repris ci-dessous (Tableau 5.8). Tous les produits ont été testés à leur dose agréée, sauf l'Imtrex et le Ceriax qui ont été appliqués à leur dose recommandée par les détenteurs d'agrément. Chaque famille de substance active entrant dans la composition de la majorité des produits fongicides en Belgique est représentée dans cet essai :

- Famille des triazoles : *epoxiconazole, prothioconazole, tebuconazole, metconazole* et *cyproconazole*.
- Famille des imidazoles : *prochloraz*.
- Famille des strobilurines : *azoxystrobine, pyraclostrobine, fluoxastrobine* et *trifloxystrobine*.
- Famille des SDHI : *bixafen, fluxapyroxad, benzovindiflupyr, boscalid, isopyrazam*, et *fluopyram*.
- Classe des multi-sites : *soufre, folpet* et *chlorothalonil*.

Chacune de ces familles a un mode d'action différent et donc une cible chez la septoriose bien

différente. A l'exception de la classe des multi-sites, toutes les autres familles ont un mode d'action qui ne vise qu'une seule cible au sein du pathogène. Il est donc important de combiner au moins deux familles différentes pour ralentir l'apparition de résistances. De plus, ces deux familles doivent avoir une efficacité similaire face à la septoriose pour pouvoir se protéger mutuellement. L'essai ci-dessous permet donc d'observer l'efficacité de chaque produit, de déterminer quels produits peuvent être associés ou lesquels se suffisent à eux-mêmes.

Le Proline, l'Imtrex et l'Ascra Xpro ne sont pas commercialisés en Belgique. Ils sont présents dans cet essai afin de connaître l'efficacité de leur substance active seule (Proline et Imtrex) ou combinée à d'autres (Ascra Xpro).

L'observation de l'efficacité des produits a été réalisée le 2 juillet 2019, soit 39 jours après le traitement.

Résultats :

Le graphique (Figure 5.7) montre la sévérité de la septoriose sur la dernière feuille (F1) et l'avant-dernière feuille (F2), lors de l'observation de l'essai le 2 juillet 2019. Pour rappel, la sévérité d'une maladie représente le pourcentage de surface foliaire colonisée par celle-ci sur l'étage foliaire indiqué.

Malgré la présence généralisée de populations de septoriose présentant des gènes de résistance aux triazoles en Belgique, les produits basés sur cette famille chimique ont conservé une efficacité non négligeable face à cette maladie. Leur rémanence d'action était d'environ 3 semaines. Il s'agit des objets 2 à 8 et du 10.

Le Sportak EW, contenant du *prochloraz*, appliqué seul ne semble avoir eu aucune efficacité contre la septoriose dans cet essai (objet 9). Cependant l'Ampera qui est un mélange de *tebuconazole* (objet 4) et de *prochloraz* (objet 9) donne de meilleurs résultats que le *tebuconazole* seul. Le mélange profite peut-être d'une certaine synergie entre les deux composants.

Les produits à base de strobilurine (objets 11 et 12) n'ont été d'aucune aide face à la septoriose. Ceci est une généralité depuis l'apparition en Belgique des populations de septoriose totalement résistantes à cette famille chimique.

Les objets 13, 14 et 15 sont des produits contenant un triazole et une strobilurine. Dans ceux-ci le triazole est moins dosé que dans les objets 2 et 3 et les strobilurines ne sont d'aucune utilité face à la septoriose. L'efficacité délivrée par ces produits était donc moindre que les objets 2 et 3.

Le gain d'efficacité engendré par l'ajout à l'Opus Plus (objet 2) de produits à mode d'action multi-sites comme le *soufre*, le *folpet* ou le Bravo est indiscutable (objets 16, 17 et 18).

Les SDHI seuls (objets 19 et 20) présentent une très bonne efficacité contre la septoriose. Ils ne doivent cependant pas être appliqués seuls afin de limiter les risques de développement de souches de septoriose résistantes.

Le mélange des SDHI avec la famille des triazoles (objets 21 à 28) a permis de contrôler la

5. Lutte intégrée contre les maladies

septoriose avec une rémanence de plus de 5 semaines.

Enfin, dans les situations difficiles où la rouille brune côtoie la septoriose, il peut être intéressant d'utiliser un mélange 3 voies : triazole, SDHI et strobilurine (objet 30 à 31).

Conclusions :

Un produit ne contenant qu'une seule famille chimique ne peut être appliqué seul (objets 2 à 5, 11, 12, 19 et 20). Il est impératif de mélanger celui-ci avec un produit contenant une autre famille chimique afin de limiter les risques de développement de résistance, ces produits devront être chacun efficace de façon similaire face à la maladie visée.

Il existe des produits déjà formulés avec deux (ou trois) familles chimiques différentes. Ils sont à base de SDHI + triazole (+ strobilurine) et généralement, ces produits se suffisent à eux-mêmes (objets 21 à 32).

L'ajout d'un produit multi-sites comme le *soufre* ou le *folpet* peut être intéressant pour augmenter l'efficacité du produit systémique qui lui sera associé. Généralement, c'est un triazole ou un mélange de 2 triazoles qui est appliqué en T1 (stade 32). Lors de ce traitement, l'ajout d'un produit multi-sites est quasiment obligatoire pour augmenter l'efficacité du fongicide en question et pour ralentir l'apparition de résistances face à la famille des triazoles.

Tableau 5.8 – protocole de l'essai de comparaison d'efficacité contre la septoriose d'une grande majorité des produits présents sur le marché belge.

N°	Produit	dose (L/ha)	Composition					
			substance active (g/ha)	substance active (g/ha)	substance active (g/ha)	substance active (g/ha)		
1	Control							
2	Opus Plus	1.50	<i>epoxiconazole</i>	124.5				
3	Proline	0.80	<i>prothioconazole</i>	200.0				
4	Tebucur	1.00	<i>tebuconazole</i>	250.0				
5	Caramba	1.50	<i>metconazole</i>	90.0				
6	Citadelle	2.00	<i>cyproconazole</i>	80.0	<i>chlorothalonil</i>	750.0		
7	Osiris	3.00	<i>epoxiconazole</i>	112.5	<i>metconazole</i>	82.5		
8	Kestrel	1.25	<i>prothioconazole</i>	200.0	<i>tebuconazole</i>	100.0		
9	Sportak EW	1.00	<i>prochloraz</i>	450.0				
10	Ampera	1.50	<i>tebuconazole</i>	199.5	<i>prochloraz</i>	400.5		
11	Amistar	1.00	<i>azoxystrobine</i>	250.0				
12	Comet New	1.25	<i>pyraclostrobine</i>	250.0				
13	Fandango	1.50	<i>prothioconazole</i>	150.0	<i>fluxastrobine</i>	150.0		
14	Delaro	1.00	<i>prothioconazole</i>	175.0	<i>trifloxystrobine</i>	150.0		
15	Zaindu	1.00	<i>epoxiconazole</i>	100.0	<i>azoxystrobine</i>	200.0		
16	Opus Plus soufre liquide	1.50	<i>epoxiconazole</i> <i>soufre</i>	124.5 4200.0				
17	Opus Plus folpet	1.50	<i>epoxiconazole</i> <i>folpet</i>	124.5 750.0				
18	Opus Plus Bravo	1.50 1.00	<i>epoxiconazole</i> <i>chlorothalonil</i>	124.5 500.0				
19	Imtrex	1.50	<i>fluxapyroxad</i>	93.8				
20	Elatus Plus	0.75	<i>benzovindiflupyr</i>	75.0				
21	Adexar	2.00	<i>fluxapyroxad</i>	125.0	<i>epoxiconazole</i>	125.0		
22	Librax	2.00	<i>fluxapyroxad</i>	125.0	<i>metconazole</i>	90.0		
23	Aviator Xpro	1.25	<i>prothioconazole</i> <i>benzovindiflupyr</i>	187.5 75.0	<i>bixafen</i>	93.8		
24	Velogy Era	1.00	<i>prothioconazole</i>	150.0				
25	Granovo	2.50	<i>epoxiconazole</i>	125.0	<i>boscalid</i>	350.0		
26	Seguris	1.00	<i>epoxiconazole</i>	90.0	<i>isopyrazam</i>	125.0		
27	Skyway Xpro	1.25	<i>prothioconazole</i>	125.0	<i>bixafen</i>	93.8	<i>tebuconazole</i>	125.0
28	Ascra Xpro	1.50	<i>prothioconazole</i>	195.0	<i>bixafen</i>	97.5	<i>fluopyram</i>	97.5
29	Priaxor	1.50	<i>fluxapyroxad</i>	112.5	<i>pyraclostrobine</i>	225.0		
30	Cerix	1.80	<i>fluxapyroxad</i>	74.9	<i>epoxiconazole</i>	74.9	<i>pyraclostrobine</i>	119.9
31	Variano Xpro	1.75	<i>prothioconazole</i>	175.0	<i>bixafen</i>	70.0	<i>fluxastrobine</i>	87.5
32	Viverda	2.50	<i>epoxiconazole</i>	125.0	<i>boscalid</i>	350.0	<i>pyraclostrobine</i>	150.0

5. Lutte intégrée contre les maladies

Sévérité de la septoriose sur F1 et F2 le 02 juillet 2019

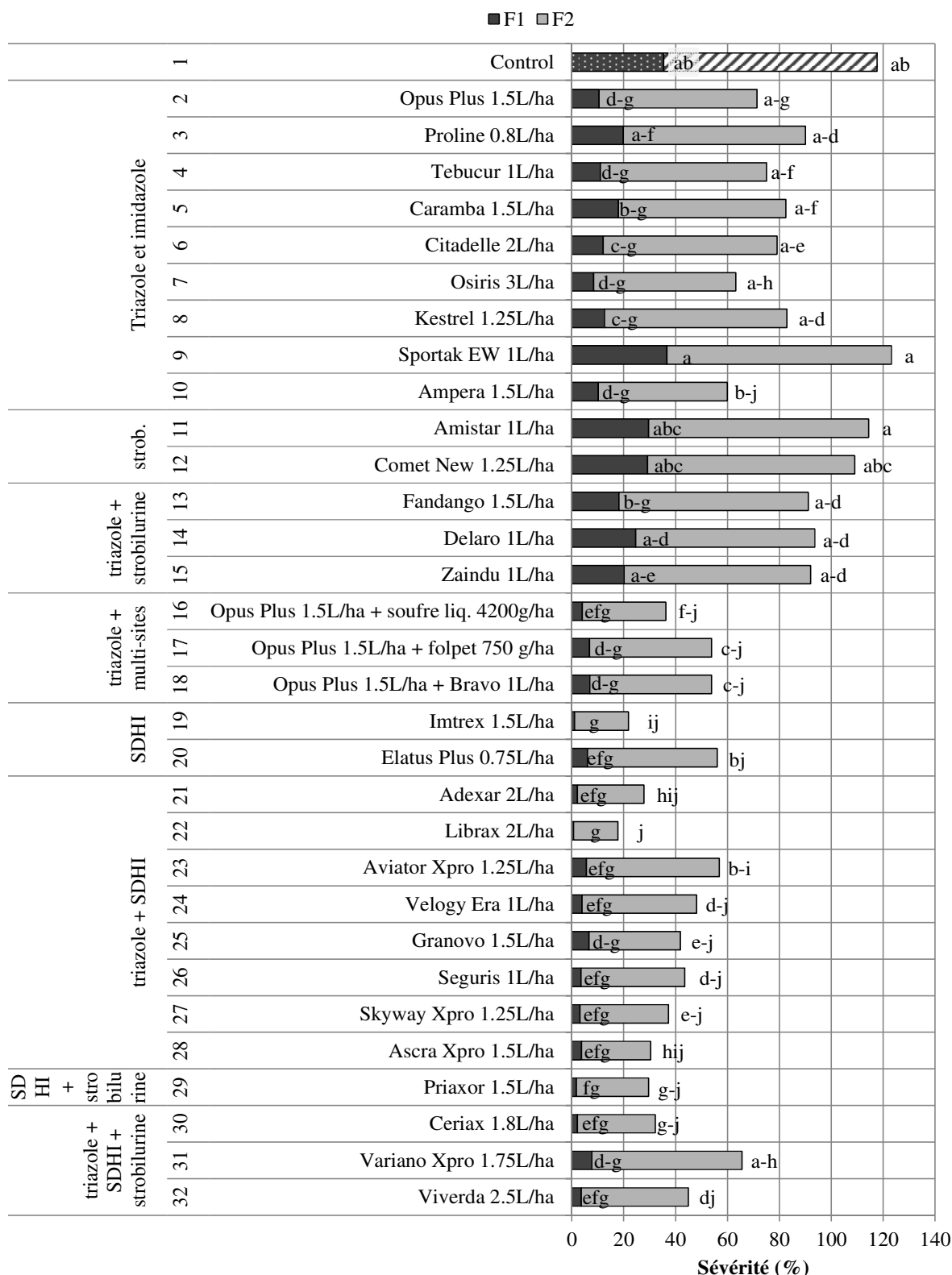


Figure 5.7 – Sévérité de la septoriose sur F1 et F2 (% surface couverte par les symptômes) lors de l'observation de l'essai le 2 juillet 2019. Les modalités portant au moins une lettre commune ne diffèrent pas entre elles de manière significative.

1.4 Un nouvel outil pour choisir son programme fongicide : OAD Fongi

M. Duvivier et B. Heens

1.4.1 Un nouveau modèle, pourquoi ?

Le blé en Wallonie est sujet à diverses maladies qui interviennent 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. Le développement d'une maladie ne s'opère 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 météorologiques soient favorables à l'infection et à la propagation de la maladie.

D'année en année, les pathogènes apparaissent à des stades variables et avec des intensités différentes. En région wallonne, la pratique a recours à des schémas de traitement intégrant de 1 à 4 applications de fongicides, avec une moyenne supérieure à 2 traitements. Les fongicides représentent donc un coût important pour les agriculteurs (80-170 €/ha/an). Néanmoins, les saisons ne se ressemblent pas, et de fortes variations de pression de maladies sont observées entre les années. Ces différences sont aussi observables entre des parcelles parfois très proches. En effet, la pression de maladies dans un champ peut être influencée par une multitude de facteurs que sont la résistance aux maladies de la variété semée, les conditions météorologiques, la présence d'inoculum, les précédents culturaux ainsi que les pratiques culturales. Il est nécessaire de prendre un maximum de ces facteurs en compte pour pouvoir prédire l'évolution des maladies dans un champ et déterminer le meilleur schéma de protection. Un **outil d'aide à la décision (OAD) fiable** pourrait réduire les coûts de production en ajustant le niveau et le type de protection souhaités en fonction de la pression attendue de chaque maladie. En effet, les programmes fongicides les plus intensifs ne sont pas toujours ceux qui garantissent le meilleur rendement net.

D'autre part, la diminution de l'utilisation des fongicides permettrait de freiner le développement de pathogènes résistants aux fongicides. Une moindre utilisation de fongicides répond également aux attentes de la société : limiter l'exposition des opérateurs et des consommateurs aux produits de protection des plantes, limiter l'impact de ces produits sur les différents compartiments du milieu.

Le modèle OAD Fongi vise à orienter le choix de l'agriculteur vers le programme fongicide optimal en tenant compte des risques de développement du complexe des maladies dans la parcelle. Il a pour objectif de minimiser l'utilisation des fongicides en maximisant le rendement net obtenu dans la parcelle.

1.4.2 Particularités du modèle OAD Fongi

Un problème majeur des modèles de prévisions de maladies des plantes est qu'ils sont fréquemment spécifiques à une région. Transposés dans une autre région, ils aboutissent souvent à des prévisions erronées. Le modèle OAD Fongi a été développé à partir de données récoltées exclusivement sur le sol wallon.

La plupart des modèles identifient les conditions spécifiques aux risques de développement d'une maladie. Ils n'apportent pas de conseils clairs sur la marche à suivre pour protéger la parcelle face à cette épidémie. Même si un conseil est prodigué, il ne tient en général compte que d'une seule maladie. Or, en Wallonie c'est au moins 4 maladies qui sont régulièrement impliquées dans la culture de blé. Comment dès lors intégrer les prévisions de plusieurs modèles pour construire un programme fongicide dans une parcelle ?

Il est essentiel de raisonner en termes de programme de protection face au risque de développement d'un complexe de maladies et non en termes de traitement ne visant qu'une maladie.

Le modèle OAD Fongi prend en compte les 4 maladies principales des blés rencontrées en Wallonie à savoir la rouille brune, la rouille jaune, la septoriose et la fusariose des épis. Il définit à différents stades clés de la culture les risques de développement de ces 4 maladies dans la parcelle. Sur base de ces résultats, le modèle va conseiller un programme fongicide contenant au maximum deux traitements à dose recommandée. Ce programme est censé maximiser le rendement net obtenu tout en minimisant le nombre de traitement.

1.4.3 Fonctionnement du modèle OAD Fongi

Le modèle OAD Fongi a été construit à partir d'une base de données de 139 essais menés en Wallonie ces 12 dernières années. Il identifie les conditions environnementales et climatiques qui permettraient d'orienter l'agriculteur vers un programme fongicide économiquement optimal. Ces conditions doivent être prédictives, c'est-à-dire qu'il faut les connaître avant que le programme fongicide ne soit entamé.

Dans sa version finale, le modèle permet de déterminer quel est le meilleur choix dans un champ donné entre les différents programmes fongicides ci-dessous appliqués à la dose pleine conseillée :

- traitement unique au stade dernière feuille (39)
- double traitement aux stades 2^{ème} noeud et épiaison (32//55)
- double traitement aux stades dernière feuille et floraison (39//65)

Le modèle part du principe qu'il est toujours préférable de reporter le premier traitement fongicide du programme, si cela n'aboutit pas à une perte de rendement net significative. En effet, de cette manière il sera parfois possible de faire l'impasse sur un traitement (programme avec traitement unique au stade 39).

Le modèle est donc construit autour de trois stades clés de la culture du blé : le stade 2^{ème} noeud (32), le stade dernière feuille (39) et le stade floraison (65). A chaque stade, il détermine s'il est intéressant de traiter l'essai et contre quelles maladies.

Dans la première étape de la construction du modèle, les essais faisant partie de la base de données ont été divisés en 4 catégories en fonction du type de programme qui optimise le rendement net à un prix du blé donné. Si plusieurs types de programmes sont équivalents en termes de rendement net, le type de programme contenant le moins de traitements était considéré comme optimal. Si plusieurs programmes contenant le même nombre de traitements étaient équivalents, le type de programme qui démarre le plus tardivement est considéré comme optimal.

Cette première analyse a permis de générer la Figure 5.8. A 230 €/T, 50% des essais de la base de données valorisent un double traitement : 35% ont un rendement optimal avec un programme 32//55 (opt-32//55) et 15% avec un programme 39//65 (opt-39//65). 40% des essais rencontrent l'optimum économique avec un traitement unique au stade 39 (opt-39). 10% des essais ne valorisent pas le programme fongicide (opt-0trt). Ces chiffres ne changent que faiblement sur une plage de prix du blé de 170€/T à 230 €/T. En revanche, de 130€/T à 170€/T, les doubles traitements sont de moins en moins valorisés dans les essais au profit du traitement unique stade 39 et de la modalité sans traitement. A 130 €/T, 20% ne valorisent aucun traitement fongicide tandis que 50 % des essais rencontrent l'optimum avec un seul traitement au stade 39.

Le modèle OAD Fongi se compose de 3 sous-modèles :

- le modèle traitement au stade 32 (trt32)
- le modèle traitement au stade 39 (trt39)
- le modèle traitement au stade 65 (trt65)

Des paramètres associés au développement des 4 principales maladies du blé en Wallonie ont d'abord été identifiés dans la littérature. La résistance variétale aux maladies a toujours été citée comme un facteur primordial influençant le développement de la rouille jaune, de la rouille brune, de la septoriose et de la fusariose dans les champs. Des paramètres dépendant de l'humidité relative, des précipitations et des températures ont aussi été privilégiés car ces données sont facilement mesurables.

En tenant compte de cette recherche bibliographique, des statistiques ont été calculées pour tous les essais de la base de données sur des fenêtres de temps ou périodes précédant les stades clés pour lesquelles la décision de traitement doit être prise (32, 39 et 65). D'autres statistiques concernant les résistances variétales ont aussi été calculées à l'aide de la base de données des essais du GEC (Groupement des Expérimentateurs en Céréales).

L'ensemble de ces statistiques ont ensuite été analysées, sélectionnées et utilisées pour créer des règles permettant d'identifier les essais de la base de données qui valorisent un programme fongicide plutôt qu'un autre.

Par exemple, le modèle trt32 est composé de 4 règles. Si une ou plusieurs règles sont respectées avant le stade 32, la parcelle valorisera probablement mieux un programme 32//55 plutôt qu'un programme 39 ou qu'un programme 39//65. Les 4 règles correspondent à des conditions identifiées comme favorisant une épidémie précoce d'une ou de plusieurs maladies foliaires (rouille jaune, rouille brune, septoriose, rouille brune et septoriose simultanément).

5. Lutte intégrée contre les maladies

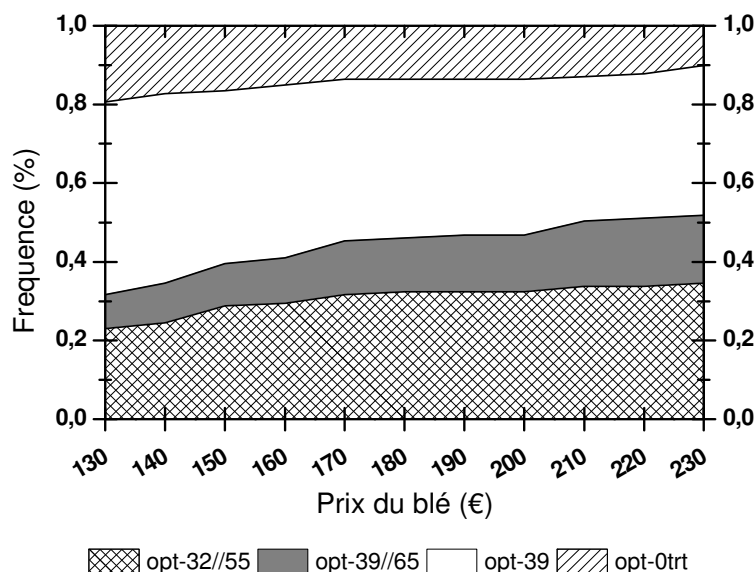


Figure 5.8 – Evolution de la fréquence des essais valorisant les différents programmes fongicides dans la base de données en fonction du prix du blé. Opt-32//55 : le rendement net est optimisé avec un traitement 2^{ème} nœud et un traitement épiaison. Opt-39//65 : le rendement net est optimisé avec un traitement dernière feuille suivi d'un relais à la floraison. Opt-39 : le rendement net est optimisé avec un traitement unique à la dernière feuille. Opt-0trt : le rendement net est optimisé sans traitement fongicide.

Le modèle trt39 a été développé similairement au modèle trt32. Néanmoins il est vite apparu qu'un traitement systématique au stade 39 demeurerait essentiel en agriculture conventionnelle lorsqu'aucun traitement n'est appliqué au stade 32.

Le modèle trt65 est quant à lui composé de 3 règles. Si une ou plusieurs règles sont respectées, la parcelle valorisera plutôt un programme 39//65 plutôt qu'un programme 39 sans relais. Les 3 règles correspondent à des conditions identifiées comme favorisant la septoriose, la rouille brune et la fusariose.

Le graphique suivant (Figure 5.9) montre le rendement net obtenu dans la base de données si les conseils dispensés par les 3 sous-modèles (trt32, tr39 et trt65) de l'OAD Fongi sont suivis. Lorsque les conditions du modèle trt32 sont atteintes, le programme 32//55 est choisi. Si elles ne sont pas atteintes un traitement 39 est systématiquement conseillé. Le modèle trt39 permet toutefois de définir contre quelles maladies le traitement doit être orienté. Le modèle trt65 détermine ensuite s'il est nécessaire de réaliser un traitement relais à la floraison.

Les gains de rendement net obtenus dans la base de données à l'aide du conseil fourni par l'OAD Fongi sont en moyenne supérieurs aux autres programmes systématiques quel que soit le prix du blé. Dans la base de données comprenant 139 essais, le modèle préconise les conseils suivants : 50 essais (36%) rentabiliseraient bien le programme 32//55, 67 essais (48%) valoriseraient le programme à un traitement 39 et 22 essais (16%) préféreraient le programme 39//65.

Le suivi du conseil du modèle permet donc une réduction de 24% des traitements par rapport à des programmes à deux traitements tout en garantissant en moyenne un revenu net supérieur.

Les rendements bruts moyens obtenus en suivant les conseils du modèle ne sont pas statistiquement différents du rendement brut obtenu si le programme 32//55 est systématiquement appliqué. Toutefois, ceci ne constitue pas encore une validation mais explique juste comment le modèle divise les essais de la base de données qui a servi à sa construction.

Le modèle OAD Fongi est maintenant en cours de validation, certains résultats encourageants sont déjà disponibles.

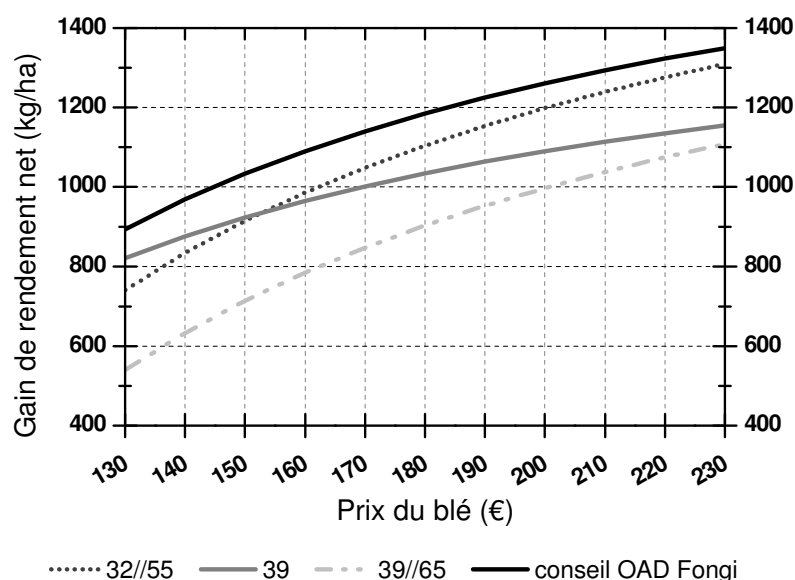


Figure 5.9 – Gains de rendement net obtenus dans les essais de la base de données avec différents types de programmes fongicides (32//55, 39, 39//65). La courbe noire pleine montre les gains de rendement net obtenus si les conseils dispensés par le modèle OAD Fongi sont appliqués.

1.4.4 Validation

Validation a posteriori

Depuis 2017, un essai de 10 variétés croisées avec 6 programmes fongicides est mis en place chaque année en Hesbaye liégeoise. Le choix des variétés s'opère à partir de la liste des variétés recommandées par le Livre Blanc de septembre. L'objectif premier de ces essais est de comparer le comportement de 5 variétés du groupe « Production intégrée » par rapport à 5 variétés du groupe « Surveillance renforcée » en fonction de la pression des maladies. Les variétés choisies sont reprises par année dans le Tableau 5.9.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 5.9 – Liste des variétés reprises en essai en fonction de l'année et du groupe variétal recommandé par le Livre Blanc de septembre.

Année	Groupe variétal	Variété
2017	Production intégrée	Anapolis, Bergamo, Edgar, Faustus et Mentor
	Surveillance renforcée	Graham, Henrik, Reflection, Tobak et Triomph
2018	Production intégrée	Anapolis, Edgar, Gedser, KWS Salix et Mentor
	Surveillance renforcée	Bergamo, Graham, Henrik, RGT Reform et Triomph
2019	Production intégrée	Chevignon, Johnson, KWS Smart, Mentor et Safari
	Surveillance renforcée	Anapolis, Bergamo, Graham, Henrik et KWS Dorset

Les programmes fongicides testés étaient les suivants :

- témoin non traité (notrt)
- traitement unique au stade 39 à demi-dose (39-D/2)
- traitement unique au stade 39 à dose pleine (39-D)
- double traitement aux stades 32 et 55 à dose pleine (32//55-D)
- double traitement aux stades 39 et 65 à dose pleine (39//65-D)
- triple traitement aux stades 32,39 et 65 à demi-dose (32//39//65-D/2)

Au-delà de l'objectif premier, le modèle OAD Fongi a donné des conseils a posteriori pour les 30 situations testées. Il est à souligner que ces 30 essais ne font pas partie intégrante de la base de données des 139 essais ayant servi à la construction de ce modèle.

La synthèse des résultats de ces 30 essais est reprise dans le Tableau 5.10. Ce tableau reprend les différences de rendement net entre le programme le plus rentable et le programme conseillé par l'OAD Fongi pour 3 prix du blé : les prix minimum, maximum et moyen du modèle, soit 130, 230 et 180 €/T.

Dans 19 situations sur les 30, le programme conseillé s'est avéré le programme le plus rentable pour un prix moyen du blé de 180 €/T. Mais si une différence n'excédant pas les 25 €/ha (soit 138 kg/ha à 180 €/T) est tolérée entre le programme le plus rentable et le programme conseillé, alors ce ne sont pas moins de 27 situations sur les 30 qui permettent d'atteindre la meilleure rentabilité du programme fongicide appliqué. Les 3 situations restantes sont Triomph en 2018 pour laquelle le programme sélectionné par le modèle n'était pas le meilleur, Johnson et Safari en 2019 pour lesquelles des programmes à demi-dose prennent le dessus sur des programmes à dose pleine ; les demi-doses n'étant pas conseillées par l'OAD Fongi.

D'autre part, le conseil OAD Fongi a permis de n'utiliser que 1.6 doses de fongicide en moyenne par essai et a donc permis une réduction par rapport à la pratique observée en Wallonie (>2 doses).

Ces premiers tests de validation sont plus qu'encourageants pour la suite du développement de l'OAD Fongi. Ces essais pourront être intégrés à la base de données des 139 essais ayant servi à la construction de ce modèle et contribuer de la sorte à son amélioration.

Tableau 5.10 – Différences de rendement financier net entre le programme fongicide le plus rentable et le programme fongicide conseillé par l’OAD Fongi pour 30 essais de 2017 à 2019.

Année	Variété	Groupe	Programme fongicide		Différence de rendement net (€/ha)		
			Conseil	Meilleur	à 130 €/t	à 180 €/t	à 230 €/t
2017	Anapolis	PI	39-D	39//65-D	0	3	24
2017	Bergamo	PI	39-D	39-D/2	11	3	2
2017	Edgar	PI	39-D		0	0	0
2017	Faustus	PI	39-D		0	0	0
2017	Mentor	PI	39-D		0	0	0
2017	Graham	SR	39-D		0	0	0
2017	Henrik	SR	39-D		0	0	0
2017	Reflection	SR	39-D	32//55-D	0	20	48
2017	Tobak	SR	39-D		0	0	14
2017	Triumph	SR	39-D	39-D/2	12	6	0
2018	Anapolis	PI	32//55-D	32//39//65-D/2	16	15	12
2018	Edgar	PI	32//55-D		0	0	0
2018	Gedser	PI	32//55-D		0	0	0
2018	KWS Salix	PI	32//55-D	32//39//65-D/2	22	20	18
2018	Mentor	PI	32//55-D		0	0	0
2018	Bergamo	SR	32//55-D		0	0	0
2018	Graham	SR	32//55-D		0	0	0
2018	Henrik	SR	32//55-D		3	0	0
2018	RGT Reform	SR	32//55-D		0	0	0
2018	Triumph	SR	39-D	32//55-D	50	94	143
2019	Chevignon	PI	32//55-D		15	0	0
2019	Johnson	PI	32//55-D	39-D/2	55	40	19
2019	KWS Smart	PI	32//55-D		0	0	0
2019	Mentor	PI	32//55-D		0	0	0
2019	Safari	PI	39-D	39-D/2	37	37	40
2019	Anapolis	SR	32//55-D		0	0	0
2019	Bergamo	SR	32//55-D		10	0	0
2019	Graham	SR	32//55-D	39//65-D	1	4	6
2019	Henrik	SR	32//55-D	39-D	29	20	6
2019	KWS Dorset	SR	32//55-D		0	0	0
Nbre de cas où le conseil est le meilleur programme					18	19	19
Nbre de cas où le meilleur prog ne dépasse pas le conseil de plus de 25 €/ha					26	27	27

Validation via le Réseau d’Essais Fongicides Wallon

Une validation a aussi été réalisée en 2019 dans 8 essais répartis sur la zone céréalière wallonne. Dans chaque essai, une parcelle a été traitée suivant les conseils dispensés en temps réel par le modèle OAD Fongi. En plus de la modalité conseillée par l’OAD Fongi, ces essais contenaient aussi des programmes systématiques 39, 32//55, 39//65, 31//32//55, 31//32//39//65, 55 et 32//39//65. Les traitements ont été réalisés la plupart du temps avec les doses conseillées. Dans certains programmes contenant des traitements multiples, une réduction des doses a été appliquée dans le but de réduire le coût global du programme. Les programmes testés dans les essais ne contenaient jamais plus de 2.5 « doses conseillées » si l’on additionne l’ensemble des traitements du programme.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Les résultats en rendement brut et net moyens dans le réseau sont présentés dans la Figure 5.10 ci-dessous. Les programmes fongicides ont apporté un gain de rendement brut moyen compris entre 1843 kg/ha pour le moins bon (P5) et 2620 kg/ha pour le meilleur (P14). Les programmes ont été classés par ordre de gain de rendement net.

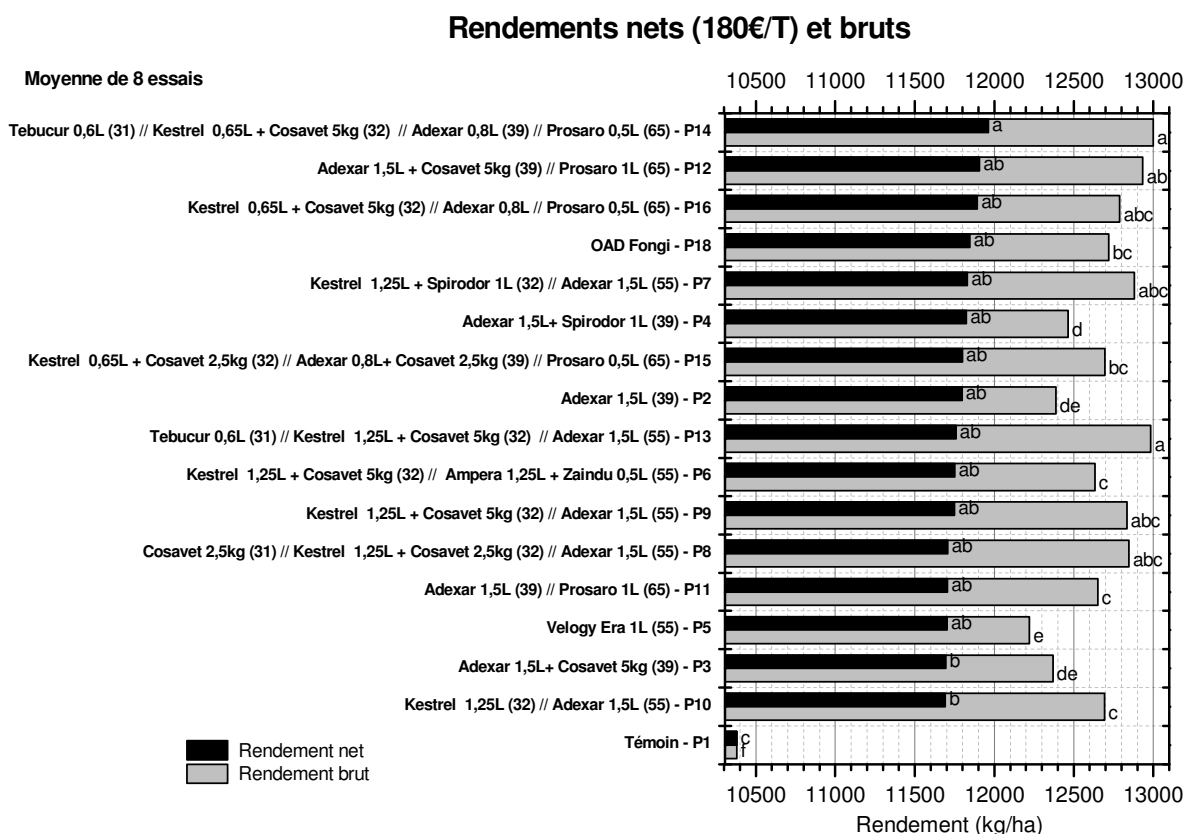


Figure 5.10 – Comparaison des moyennes des rendements brut et net obtenus dans 8 essais menés en Wallonie lors de la saison 2019-20. Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative.

Sur 8 essais, le modèle a conseillé dans 3 situations de réaliser un traitement unique au stade 39 principalement orienté contre la septoriose. Dans 4 autres essais, le modèle a prédit des risques importants de rouille brune nécessitant un programme de type 32//55. Dans le dernier essai, un programme 32//55 orienté contre la septoriose et la rouille brune a été conseillé. Une moyenne de 1.6 traitements à dose « conseillée » a donc été effectuée dans les parcelles OAD Fongji (P18). Le rendement net diffère de moins de 150 kg du meilleur programme qui consiste en 4 passages avec des doses réduites (P14). Pour rappel, ce type de programme n'est pas conseillé. Il favorise la sélection de résistance à la septoriose en augmentant la durée d'exposition du champignon aux fongicides. Ce programme nécessite aussi de sortir 4 fois le pulvérisateur pour appliquer des doses réduites de fongicides en offrant un résultat similaire à un programme en 2 traitements à dose pleine (par exemple P12). Le programme P12 consistant en une application au stade 39 suivi d'un relais à la floraison (65) a donné de bons résultats moyens aussi bien en

termes de rendement net que brut. En effet, cette saison la septoriose est montée tardivement et a été suivie par une pression intense de rouille brune dans certains essais. Le troisième programme du classement (P16) consistait en une application au stade 32 suivi de deux autres à doses réduites au stade dernière feuille (39) et au stade floraison (65). Ce programme prolonge aussi le temps d'exposition de la septoriose aux fongicides et nécessite 3 sorties de pulvérisateur.

En conclusion, le conseil OAD Fongi a permis d'optimiser le rendement net dans les parcelles en conservant un rendement brut intéressant. Il a de plus permis de réduire le nombre de sorties de pulvérisateur à 1.6 en moyenne par essai ainsi que la quantité de fongicides appliquée.

1.4.5 Développements futurs

La validation du modèle OAD Fongi va être poursuivie pour la saison 2020. Par la suite le modèle sera vraisemblablement disponible sur la plateforme AGROMET. Néanmoins, il est déjà important de préciser que **les conseils prodigués par le modèle ne remplaceront jamais une visite au champ.**

Le modèle OAD Fongi est construit de manière à être amélioré facilement chaque année. Les essais menés en Wallonie respectant les conditions pour entrer dans la base de données peuvent y être ajoutés. Ensuite, les scripts de calibration des paramètres des modèles trt32, trt39 et trt65 peuvent être utilisés pour ajuster les paramètres des modèles.

D'ici 2-3 ans la base de données du Réseau d'Essai Fongicide Wallon contiendra un nombre important d'essais où un grand nombre de programmes fongicides sont comparés entre eux. Le modèle OAD Fongi pourra à ce moment être amélioré considérablement en proposant de nouveaux programmes (par exemple 31//32//55, 55, 32//39//65).

Le modèle OAD Fongi sera donc évolutif et accessible.

1.5 Le point sur la résistance de la septoriose aux fongicides

A. Clinckemaillie, P. Hellin et M. Duvivier

1.5.1 Compte rendu de la campagne 2018-2019

Les produits de protection de plantes (PPP) contribuent à la productivité des cultures en réduisant l'impact des organismes nuisibles sur la qualité et sur le rendement. Cependant, les PPP présentent également une série d'inconvénients et un usage répété de ceux-ci peut conduire à l'apparition de résistances dans les populations de ravageurs.

La résistance aux PPP est un phénomène naturel et héritable qui confère à certains individus la capacité de survivre à des doses de PPP qui tueraient ou inhiberaient des individus sensibles de la même espèce.

Le phénomène de résistance touche à la fois les molécules d'origine naturelle et celles d'origine synthétique. La capacité d'un individu à résister à un produit est déterminée par l'ensemble des mécanismes biologiques en sa possession qu'il va pouvoir mettre en place pour éviter d'en subir les effets néfastes. De nombreux mécanismes de résistances existent naturellement dans les populations de septoriose. Lors de l'application d'un PPP, une pression de sélection va être exercée sur la population. Les individus sensibles seront d'avantage affectés que les individus plus résistants. Ces derniers poursuivront ainsi librement leur cycle de vie en se multipliant dans le champ.

Cette année encore, le CRA-W, par l'intermédiaire du projet RESIST, a réalisé un suivi de la résistance de *Zymoseptoria tritici*, l'agent fongique responsable de la septoriose du froment. Un échantillonnage de feuilles de froment portant les symptômes caractéristiques de cette maladie a été effectué dans une cinquantaine de champs répartis en région wallonne. La détermination des niveaux de résistance de ces échantillons s'est faite par l'intermédiaire de tests identiques à ceux utilisés à l'INRA BIOGER en France. Cette méthode permet de révéler le niveau de sensibilité d'une population à l'égard de plusieurs familles de fongicides et de révéler des nouveaux cas de résistances.

Résistance aux benzimidazoles et aux strobilurines (QoI)

Depuis de nombreuses années, des souches très résistantes aux benzimidazoles (et aux thiophanates) et/ou aux QoI (principalement les strobilurines) sont observées en Belgique. Ces résistances sont dites « totales » ou « qualitatives » car elles sont liées à la présence d'une seule mutation, dans les gènes respectivement ciblés par ces groupes fongicides, qui rend l'organisme complètement résistant à ceux-ci.

Cette année encore, de fortes fréquences de résistances ont été détectées dans les échantillons belges. En moyenne, 94% des populations testées étaient résistantes aux benzimidazoles et 98% aux QoI.

Bien qu'ils aient encore une activité contre d'autres maladies du blé, l'efficacité de ces groupes chimiques contre la septoriose est donc quasiment nulle.

Résistance aux IDM (TriR et MDR)

Les IDM (Inhibiteurs de déméthylation) constituent la principale famille de fongicides utilisés pour lutter contre la septoriose. Cette famille de molécules cible la biosynthèse des stérols (cytochrome P450) et inclut entre autres les triazoles (ex : *epoxiconazole*, *tebuconazole*, *metconazole*, *prothioconazole*, ...) et les imidazoles (ex : *prochloraz*).

Par opposition aux strobilurines, la résistance aux IDM est graduelle et des niveaux de résistance variés ont déjà été observés chez les souches de septoriose. Grâce aux tests effectués, des niveaux de résistance faibles (TriLR), modérés (TriMR) et élevés (TriHR) aux IDM peuvent être déterminés. Le monitoring des populations permet également de détecter des souches de type MDR (MultiDrug Résistantes). Là où certaines souches seront plus résistantes à certains IDM qu'à d'autres, les souches MDR montrent une résistance élevée face à tous les IDM. En outre, le mécanisme de résistance lié au phénomène de MDR augmente aussi légèrement la résistance des souches à d'autres familles de fongicides telles que les SDHI.

En 2019, les souches sensibles aux IDM n'ont plus été détectées en Wallonie. Les souches dites TriLR étaient présentes en moyenne à raison de 5% de la population échantillonnée. Les souches TriMR et TriHR étaient fortement présentes en Wallonie, représentant environ 39% et 42% des souches observées, respectivement. Les souches TriHR ont été rencontrées dans tous les champs échantillonnés. Concernant les souches MDR, elles représentaient en moyenne 14% de la population belge. Il semble tout de même important de souligner qu'elles sont détectées dans 86% des champs testés.

Dû à l'accumulation de ces résistances dans les populations de septoriose, les IDM ont vu leur efficacité diminuer graduellement en Europe. Les IDM seuls ne suffisent maintenant plus pour contrôler complètement la septoriose. Ces molécules restent cependant un outil incontournable pour lutter contre la septoriose ainsi que d'autres maladies fongiques. La diversité des molécules IDM agréées est encore un atout dans la gestion de la résistance à cette famille de fongicide.

Résistance aux SDHI (CarR)

Les SDHI (inhibiteurs de la succinate déshydrogénase) constituent le dernier groupe de fongicides uni-site mis sur le marché pour lutter contre la septoriose. Cette famille de molécules cible la respiration cellulaire (succinate déshydrogénase). Plusieurs mutations associées à des niveaux de résistances modérés à forts ont déjà été mises en évidence en Belgique et dans le reste de l'Europe. En Belgique, des analyses ont montré que le niveau de résistance reste pour l'instant faible. Les produits à base de SDHI demeurent encore très efficaces contre la septoriose. Cependant, des souches présentant une résistance sont retrouvées dans plus de la moitié des champs testés en 2019 ; la fréquence de souches résistantes est en moyenne de 6%.

En Irlande et au Royaume-Uni, le climat très favorable au développement de la septoriose a poussé les céréaliers à utiliser les SDHI plusieurs fois par saison culturale. Après une dizaine d'années d'usage intensif des SDHI, les populations de septoriose sont parfois composées en quasi-totalité d'individus résistants. L'efficacité des SDHI a drastiquement diminué dans ces deux pays. Les SDHI sont donc une ressource collective qui doit être gérée adéquatement par

5. Lutte intégrée contre les maladies

leurs utilisateurs afin de préserver leur efficacité sur le long terme. Il est recommandé de n'appliquer ces molécules qu'une seule fois par saison culturale.

1.5.2 Conséquences du non-renouvellement du chlorotalonil

Comme discuté précédemment (*cf*r point 1.2.4 à la page 12), le *chlorotalonil* n'a pas été renouvelé au niveau Européen, et son utilisation est encore autorisée jusqu'au 20 mai 2020. Le non-renouvellement de cette substance active signifie surtout la disparition d'un mode d'action très utile et durable face au problème de résistance. En effet, au cours des dernières décennies d'utilisation de cette substance active, aucune souche résistante à cette molécule n'a été détectée, sur aucune culture et vis-à-vis d'aucun pathogène. La raison à cela est que le *chlorotalonil*, comme d'autres fongicides tels que le *mancozèbe* ou le *cuivre*, est une molécule à action multi-sites. Cela signifie qu'elle opère simultanément sur plusieurs processus vitaux des champignons (plusieurs cibles), là où les fongicides uni-site (tels que les IDM, SDHI ou encore les QoI) n'en ciblent spécifiquement qu'un seul. Dans le cas des fongicides multi-sites, les mécanismes de résistance classiques, comme les mutations de la cible du fongicide, ont donc beaucoup moins de chance d'apparaître dans la nature.

Quelles sont donc les alternatives envisageables pour pallier à cette disparition ?

En France où des études ont déjà été menées par Arvalis¹⁶ au sein du Réseau Performance, deux alternatives sont envisagées :

- La première option serait simplement de remplacer le *chlorotalonil* par une autre molécule fongicide tout aussi efficace contre la septoriose et disposant également d'un mode d'action multi-sites (ex. *folpet*, *mancozèbe*, *soufre*...). Dans la pratique, malheureusement, elles ne semblent pas véritablement équivalentes au *chlorotalonil* en termes d'efficacité. Les études menées sur le *folpet* et le *soufre* par Arvalis sur la gestion de la résistance montrent que si les souches MDR semblent être bien contrôlées avec le *folpet*, les souches TriHR le sont beaucoup moins. Concernant le *soufre*, les souches MDR semblent moins bien contrôlées que par le *chlorotalonil*, en revanche les souches de type TriHR (non MDR) le sont tout aussi bien.
- La deuxième option envisagée consiste à traiter moins, et à mobiliser d'autres leviers de protection des plantes comme l'utilisation de variétés résistantes, de produits alternatifs de bio-contrôle et d'outils d'aide à la décision (ex. OAD Fongi chapitre 1.4 page 25). L'objectif visé est clairement de réduire le recours au T1 (stade 32). En effet dans les résultats du Réseau Performance en France et ceux du Réseau d'Essais Fongicides Wallon, l'application d'un traitement au stade 32 est souvent injustifiée et non-rentable. En termes de gestion des résistances cela permettrait de réduire la pression de sélection liée au traitement sur les souches présentes en champ et donc de réduire la progression de la résistance.

¹⁶ Lien internet : <https://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturale/strategie-technique-culturale/article/derniere-campagne-pour-le-chlorotalonil-quelles-consequences-217-164629.html>

1.5.3 Conseils dans la lutte contre la résistance

Stratégie d'utilisation de la lutte chimique

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

- adapter le nombre de traitements à la pression en maladies
- alterner les substances actives et/ou les modes d'action d'une application à l'autre
- mélanger des substances actives possédant des modes d'action différents
- associer un fongicide multi-sites avec un uni-site.
- utiliser les SDHI une fois par saison

Méthodes alternatives à la lutte chimique comme outil de gestion de la résistance

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

1.6 Recommandations pratiques en protection du froment

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

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

1.6.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants

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

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

Le piétin-verse

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

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

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

Le piétin-échaudage

Le piétin-échaudage est une maladie des racines qui peut provoquer un échaudage des plantes en fin de saison. La maladie se conserve dans le sol.

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

La lutte contre cette maladie passe d'abord par une rotation raisonnée. En cas de risque, le traitement des semences avec du *silthiopham* (Latitude) permet une bonne protection, même si

celle-ci n'est toujours que partielle. Aucun produit n'est actuellement agréé en Belgique pour lutter contre le piétin-échaudage en cours de végétation.

La rouille jaune

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

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

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

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

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

L'oïdium

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

L'oïdium est spectaculaire et pourrait inciter à intervenir tôt avec un traitement fongicide spécifique. La plupart du temps de telles interventions se révèlent inutiles. Un traitement contre cette maladie ne doit être envisagé que lorsque les dernières feuilles complètement formées sont contaminées. Il faut suivre l'évolution de la maladie. L'oïdium qui reste dans les étages

5. Lutte intégrée contre les maladies

inférieurs ne doit pas être traité.

Le manque de maladie n'a pas permis d'acquérir beaucoup d'expérience propre concernant l'efficacité des produits. Des quelques essais ainsi que d'autres constatations faites par ailleurs, il ressort que les substances actives les plus efficaces sont le *cyflufenamide* \approx la *metrafenone* \geq la *fenpropidine* \approx le *fenpropimorphe*¹⁷ \approx la *spiroxamine* \approx le *quinoxifen*. La *pyriofenone* n'a pas encore pu être éprouvée contre l'oïdium. L'utilisation de ces substances, lorsqu'elle s'avère nécessaire, gagne à être préventive. Elles seront préférées en cas d'intervention spécifique, mais des problèmes de résistance sont possibles. Les strobilurines ne peuvent par contre plus être conseillées contre l'oïdium, ce champignon étant maintenant résistant à cette famille de fongicide.

La septoriose

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

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

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

Le contrôle de la septoriose repose principalement sur les triazoles et les SDHI. Les SDHI sont cependant plus efficaces que les triazoles seuls. Ces deux types de substances actives sont très souvent associés dans un même produit pour en augmenter l'efficacité et réduire le risque de résistance. Lorsqu'un traitement au stade 2^{ème} nœud (32) est nécessaire, l'utilisation des SDHI sera préférentiellement réservée pour le second traitement. Au stade 2^{ème} nœud et jusqu'à l'épiaison, l'adjonction de *chlorothalonil* aux triazoles permet des solutions techniquement et économiquement intéressantes. L'agrégation du *chlorothalonil* n'a cependant pas été renouvelée et des alternatives sont actuellement à l'étude (voir chapitre 1.2.4, page 12).

¹⁷ Produits dont l'agrégation n'est pas renouvelée (voir partie 1.2.3 page 11)

La rouille brune

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

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

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

Les maladies des épis

Plusieurs champignons peuvent attaquer les épis. Certains se développent lorsque les épis sont encore bien verts (septoriose, fusarioses) tandis que d'autres (les saprophytes) ne se manifestent que lorsque les épis approchent de la maturité. A l'exception des fusarioses, l'impact des maladies des épis est considéré comme plus faible. Leur gestion est donc englobée dans celle visant les maladies foliaires.

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

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

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

Fusarium spp. peut être contrôlé au moyen de plusieurs substances actives : *prothioconazole*, *tebuconazole* et *metconazole*. En revanche, seul le *prothioconazole* est actif sur *Microdochium spp.* Les produits à base de *prothioconazole* sont à conseiller dans les situations à risque afin de contrôler à la fois *Fusarium spp.* et *Microdochium spp.*

L'helminthosporiose

L'helminthosporiose du blé est causée par *Pyrenophora tritici-repentis* (anamorphe *Drechslera tritici-repentis*, abrégé DTR). Excepté quelques cas ponctuels, en Belgique cette maladie n'a

5. Lutte intégrée contre les maladies

toujours eu qu'une très faible importance. Elle a été fréquemment détectée dans les champs ces dernières années, mais les niveaux d'attaques étaient toujours anecdotiques, bien en deçà d'un seuil pouvant causer des dégâts économiques.

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

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

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

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

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

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

La synthèse des essais variétaux (CPL Végémar, CARAH, Gx Agro Bio-Tech, CRA-W) présentée dans l'édition Livre Blanc de septembre 2019 reprend le potentiel de rendement de chaque variété, évalué après une protection complète contre les maladies, et les niveaux de sensibilité aux maladies, évalués sur parcelle non traitée. Dans quelques essais variétaux du réseau d'essai, les pertes de rendement causées par le développement des maladies sont également mesurées. Ces pertes de rendement globalisent l'impact des maladies sans les différencier.

La septoriose est la maladie pouvant induire les pertes les plus élevées. Elle peut apparaître tôt en saison et affaiblir fortement les variétés les plus sensibles. La rouille jaune, lorsqu'elle est présente, peut également induire de sérieuses pertes sur les variétés sensibles. La rouille brune, par son développement souvent plus tardif, a généralement un impact moindre sur le rendement. Le Tableau 5.11 reprend le comportement des variétés face à la septoriose, la rouille brune et la rouille jaune ainsi que les pertes de rendement en absence de protection fongicide. Dans le cadre des avis du CePiCOP qui font état de la pression des maladies, ce tableau constitue une aide quant à la stratégie de protection à adopter. En outre, les pertes de rendement sont un bon

indicateur de risques qui peut aider l'agriculteur dans le choix de son niveau de protection. Toutefois, pour les variétés testées depuis 2 ans, la résistance à certaines maladies reste à confirmer en particulier dans le cas où une grande sensibilité à une maladie a été mise en évidence.

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

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

Stratégies de protection des froments

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

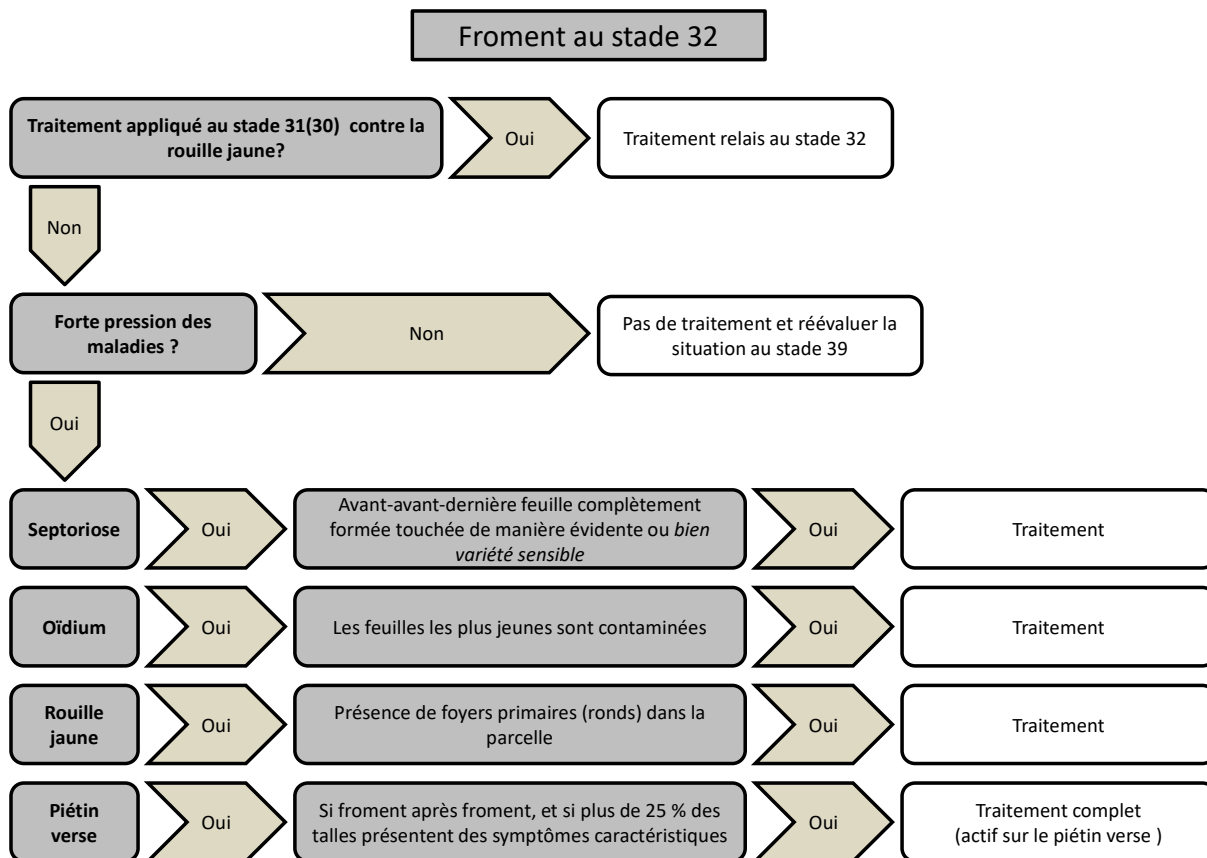
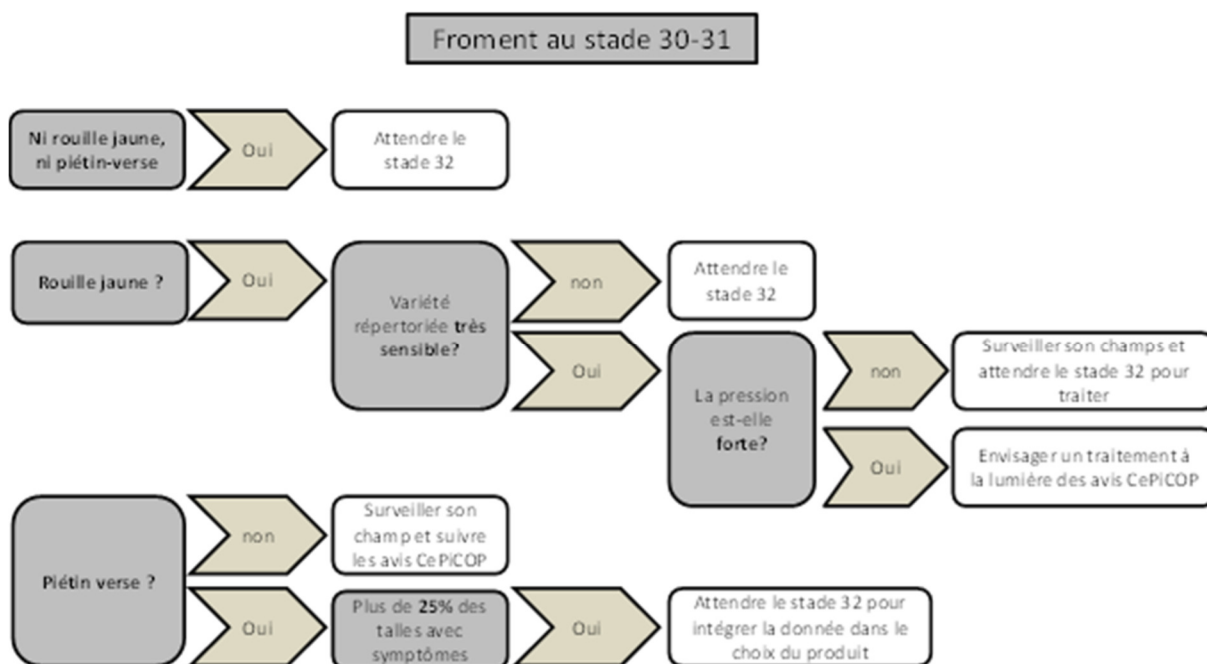
Tableau 5.11 – Sensibilité aux maladies et impact sur le rendement en absence de protection fongicide.

Variété (*)	Septoriose	Rouille brune	Rouille jaune	Perte de rendement	
				en %	en quintaux/ha
Albator (2)	-	-	++	11	13
Albert (4)	+	-	+	19	21
Alcides (4)	+	+	++	11	13
Amboise (3)	+	++	-	15	18
Anapolis (5)	--	--	++	21	25
Annecy (2)	=	+	=	20	23
Apostel (2)	=	++	++	13	16
Asory (3)	-	++	-	10	12
Avignon (2)	-	--	++	17	18
Bennington (3)	--	--	-	30	38
Bergamo (5)	--	--	+	22	25
Boregar (5)	+	--	=	20	22
Campesino (2)	+	++	=	8	10
Chevignon (3)	+	=	++	14	17
Childeric (3)	=	-	+	18	22
Complice (4)	--	-	=	20	20
Concret (2)	=	--	++	18	20
Crossway (2)	=	--	++	23	26
Edgar (4)	=	=	++	18	19
Gedser (5)	=	--	=	23	26
Gleam (3)	-	--	=	24	30
Graham (5)	-	--	++	21	24
Henrik (5)	--	-	++	21	24
Hypocamp (h) (2)	=	+	=	13	15
Imperator (3)	+	++	++	8	10
Informier (2)	++	-	+	22	27
Johnson (3)	=	-	++	18	23
KWS Dorset (4)	-	=	=	19	21
KWS Extase (2)	++	-	++	14	16
KWS Kerrin (2)	--	=	=	23	29
KWS Salix (4)	+	--	+	22	24
KWS Smart (5)	-	+	--	18	20
KWS Talent (4)	=	+	=	19	23
LG Enplus (2)	+	++	++	2	2
LG Initial (2)	=	--	++	27	32
LG Spotlight (2)	-	-	+	20	23
LG Vertikal (2)	-	--	=	23	26
Limabel (4)	+	++	++	14	14
Mentor (5)	-	--	+	19	21
Nemo (3)	--	-	--	26	31
Olympus (3)	++	++	++	15	16
Porthus (4)	=	-	+	21	24
Ragnar (4)	--	--	-	26	30
RGT Gravity (2)	--	-	+	19	22
RGT Producto (3)	+	+	+	12	14
RGT Reform (5)	-	+	-	17	19
RGT Sacramento (5)	-	++	+	14	15
Safari (4)	+	++	+	12	12
Sahara (5)	-	+	--	27	29
Skyscraper (2)	-	--	++	27	35
Solange CS (2)	+	-	++	13	14
Somax CS (2)	++	+	++	10	10
Sorbet CS (3)	-	=	++	9	11
Soverdo CS (3)	-	--	+	18	20
SU Trasco (3)	=	+	++	11	14
SY Loki (2)	--	=	++	27	33
Triumph (5)	-	+	++	13	13
WPB Calgary (3)	=	-	++	15	19
WPB Durand (2)	+	+	-	10	12

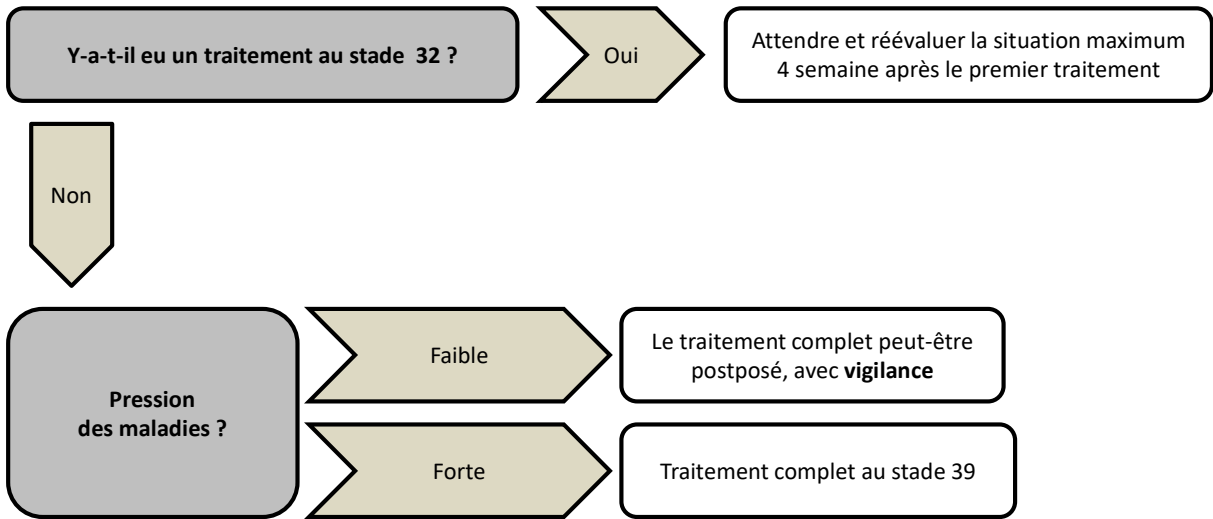
* nombre d'années d'essai
 -- très sensible
 - assez sensible
 = moyennement sensible
 + peu sensible
 ++ résistante

5. Lutte intégrée contre les maladies

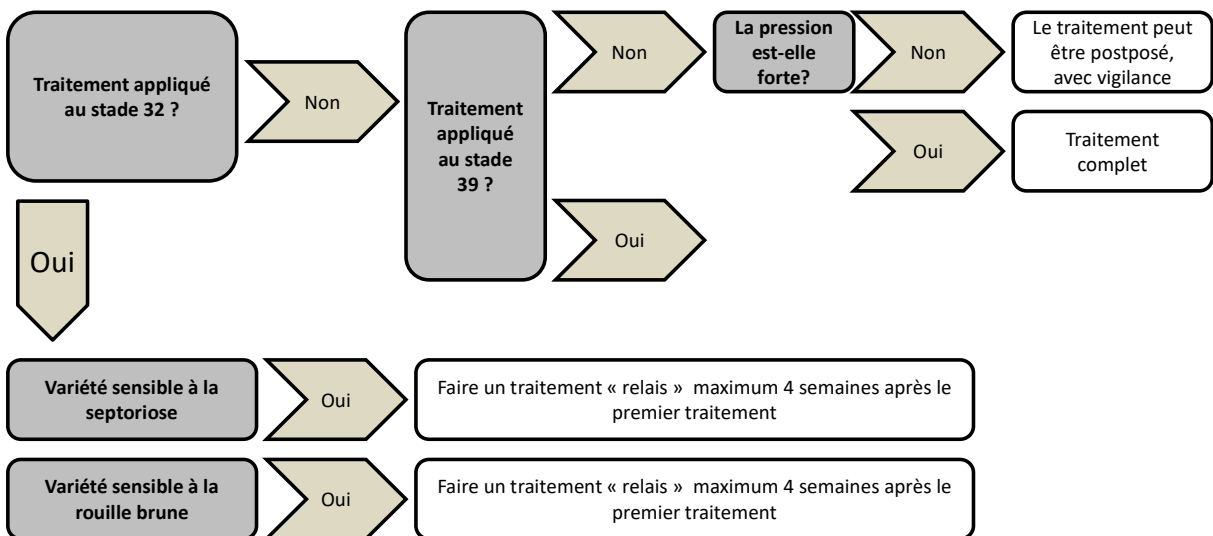
Diagrammes décisionnels



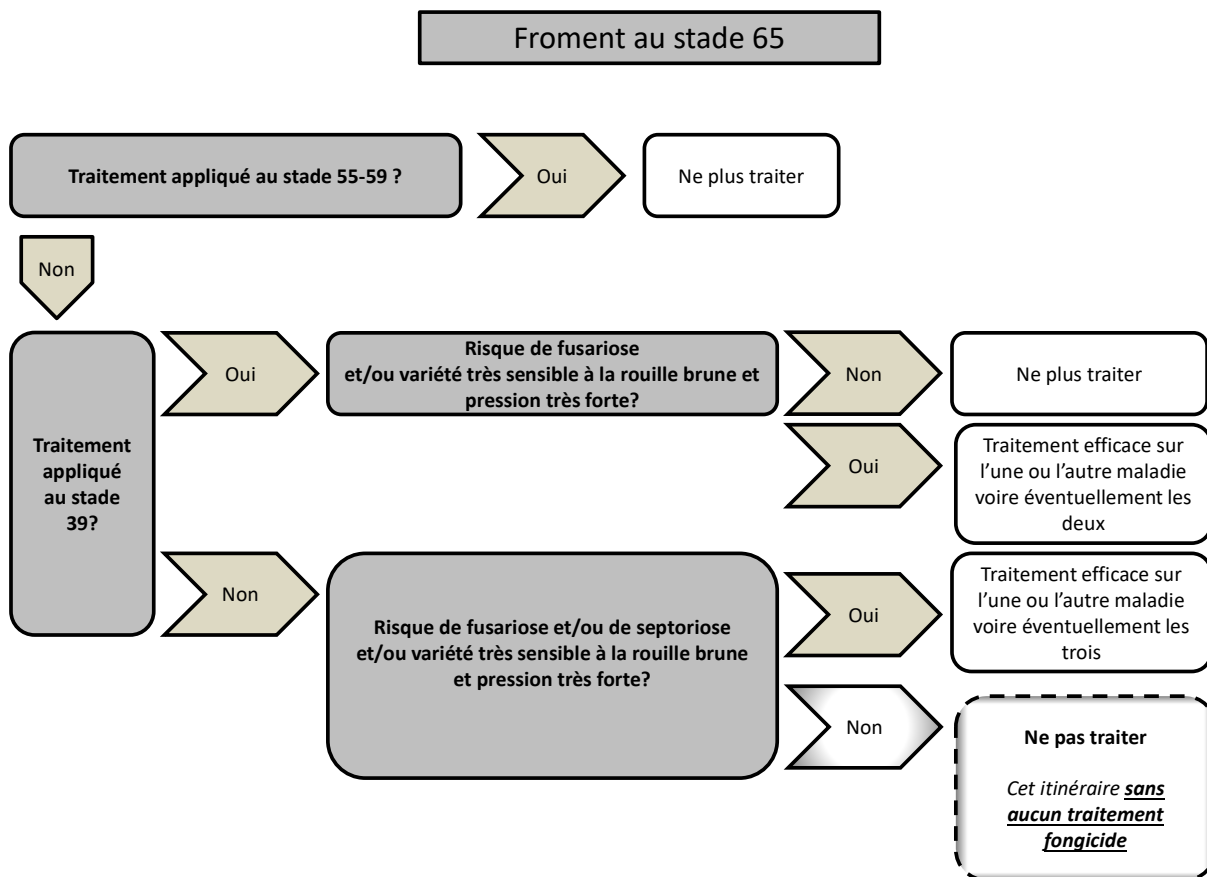
Froment au stade 39



Froment au stade 55



5. Lutte intégrée contre les maladies



Aucun traitement fongicide ? Est-ce possible ?

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

- aucun symptôme de maladies n'est observable dans la culture au stade floraison
- la variété implantée est très résistante à la rouille brune (voir Tableau 5.11 page 45)
- le prix du blé ne dépasse pas les 100 €/T

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

2 Protection de l'escourgeon

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

2.1 La saison culturale 2018-2019

O. Mahieu

La campagne de semis a débuté sous les meilleurs auspices. Les sols avaient bénéficié de quelques pluies aux alentours du 20 septembre, et les premiers semis ont été réalisés dans les meilleures conditions. Semaine après semaine, la sécheresse qui sévissait depuis la fin 2016 s'est renforcée. Pour la majorité des céréales cependant, les températures favorables et les pluies des derniers jours d'octobre ont permis une levée homogène.

Les vols des pucerons d'automne ont été bien contrôlés malgré l'interdiction des néonicotinoïdes. Les avertissements ont été suivis et dans la majorité des cas, un traitement insecticide à base de pyréthrianoïde a suffi pour réduire la menace de la jaunisse nanisante sur les orges (JNO).

Les levées rapides et le temps clément qui a persisté tout l'hiver a permis aux plantes de taller de façon optimale. Si aucun dégât de gel n'a été observé, les températures moyennes n'ont pas été trop élevées et le développement des céréales à la sortie de l'hiver, bien que précoce, n'était pas excessif.

L'hiver fut également favorable au développement de certaines maladies fongiques. En février, la pression d'helminthosporiose et de rouille naine témoignaient de la douceur de l'hiver.

Le mois chaud et sec de février a permis un retour rapide sur les terres et la réalisation des premières applications d'azote.

Du côté des virus, la mosaïque de l'orge de type 2 a poursuivi sa progression dans le Condroz mais les conditions clémentes du mois de février ont permis aux variétés sensibles de ne pas être trop pénalisées par cette maladie caractérisée par un freinage du développement des racines.

La fraîcheur du mois de mai a eu des conséquences diverses. En effet, l'épiaison s'est prolongée sur plus de 3 semaines et dans certaines situations, la fertilité et le développement des épis d'escourgeon ont pu être affectés par le froid.

La verse a également affecté les escourgeons. La météo subie durant leur montaison en mars (humide et nuageux) est sans doute à l'origine de ce phénomène.

Du point de vue des maladies, l'helminthosporiose et la rhynchosporiose malgré leur présence, n'ont finalement pas suscité grande inquiétude. Les faibles températures observées à la mi-avril et surtout durant l'ensemble du mois de mai couplées à la sécheresse, ont freiné leur développement et réduit leur impact sur la culture. C'est aussi le cas de la ramulariose qui s'est manifestée assez tard dans la saison. La rouille naine qui a progressé durant toute la montaison,

5. Lutte intégrée contre les maladies

a été, quant à elle, observée à des niveaux élevés partout en Wallonie.

Le mois de juin a été une succession de coups de chaud durant lesquels les valeurs maximales de températures ont atteint les 30 °C. Cependant, dans la plupart des situations, le seuil des 32°C n'a pas été dépassé. L'échaudage a donc peu impacté l'escourgeon, excepté peut-être sur des sols à faible réserve en eau.

La moisson des escourgeons a débuté en juillet, avec de bons rendements. Seuls quelques problèmes de fertilité d'épis ont empêché les rendements d'atteindre des sommets.

Finalement, les sols ont poursuivi leur assèchement progressif entamé en 2016. Toutefois, les pluies faibles en quantité mais assez bien réparties sur la saison, ont permis aux céréales d'exprimer leur plein potentiel de rendement.

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

O. Mahieu

2.2.1 Objectifs

Les essais variétaux implantés dans le réseau wallon d'essais et présentés lors du Livre Blanc de septembre 2019 avaient pour but d'évaluer 27 variétés. Dans ce réseau, trois essais comparant différents niveaux de protection ont été implantés à Ath (CARAH), Gembloux (CRA-W) et Lonzée (Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège).

Pour une analyse pluriannuelle, seules 13 variétés emblavées en commun pendant 3 ans au moins ont été retenues de façon à déterminer le niveau de protection le plus adapté à chaque variété testée (Tableau 5.12).

Tableau 5.12 – Niveaux de protection testés dans les essais variétaux wallons d'escourgeon de 2017 à 2019.
h = variété hybride.

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

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

2.2.2 Résultats

La Figure 5.11 – Gain de rendement moyen pondéré par l'année, exprimé en kg/ha, généré par un traitement de montaison, pour les 13 variétés présentes dans le réseau d'essais wallons pendant 3 ans, de 2017 à 2019. Les droites matérialisent le gain de rendement (429 et 333 kg/ha) en-dessous duquel un traitement de montaison n'est pas rentable, en fonction du prix de vente de l'escourgeon en €/T, fixé à 140 et à 180 €/T. reprend les gains de rendement moyens exprimés en kg/ha, générés par un traitement de montaison, pour les 13 variétés présentes dans le réseau d'essais variétaux wallons durant ces 3 dernières années. Les droites matérialisent le gain de rendement en-dessous duquel un traitement de montaison n'est pas rentable, suivant le prix de vente de l'escourgeon en €/T, qui a été fixé dans cette étude à deux niveaux :140 et 180 €/T.

Selon le Tableau 5.13, en considérant en 2019 un prix de vente de 140 €/T, le traitement de montaison était valorisé pour un gain de rendement se situant entre 393 et 464 kg/ha en fonction du coût du traitement. En retenant la valeur de 429 kg/ha qui correspond au coût du traitement de montaison fixé à 60 €/ha, les variétés **Bazooka (h)**, **KWS Keeper**, **LG Veronika**, **Smooth (h)** et **Wootan (h)** ne valorisent pas le premier traitement (Figure 5.11).

Tableau 5.13 – Coût du traitement de montaison exprimé en kg/ha d'escourgeon en fonction du coût du traitement en €/ha (passage compris) et en fonction du prix de vente de l'escourgeon en €/T.

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

En considérant un prix de vente hypothétique à 180 €/T, le traitement de montaison était valorisé pour un gain de rendement se situant entre 306 et 361 kg/ha en fonction du coût du traitement (Figure 5.11).

En retenant la valeur de 333 kg/ha qui correspond à un coût du traitement de montaison fixé à 60 €/ha, **toutes les variétés** valorisaient cette fois le traitement de montaison.

Dans les conditions de pression en maladies observées durant ces 3 dernières années dans le réseau d'essais variétaux wallon, entre 40 et 100% des variétés testées depuis 3 ans ont valorisé leur traitement de montaison, avec un prix de l'orge respectivement à 140 ou 180 €/T. En effet, à un prix de l'orge élevé, le traitement de montaison est rentabilisé pour toutes les variétés testées. Lorsque le prix est revu à la baisse, 5 variétés sur 13 peuvent se passer de ce même traitement. Il s'agit bien de variétés moins sensibles aux maladies comme notées dans le Tableau 5.12.

5. Lutte intégrée contre les maladies

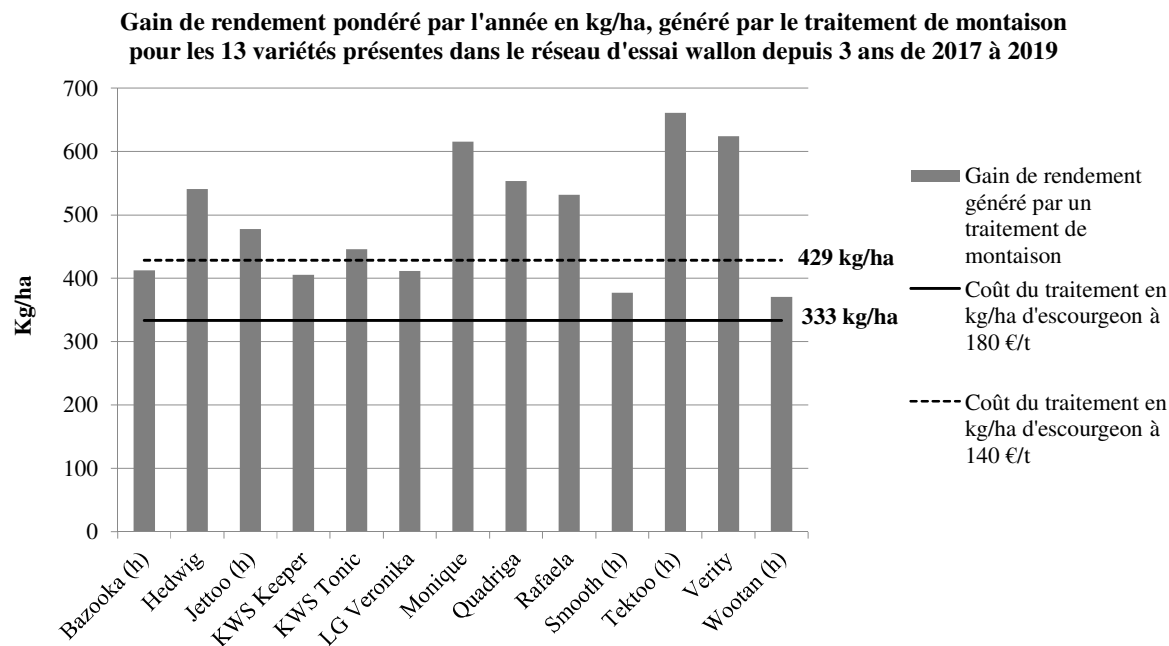


Figure 5.11 – Gain de rendement moyen pondéré par l'année, exprimé en kg/ha, généré par un traitement de montaison, pour les 13 variétés présentes dans le réseau d'essais wallons pendant 3 ans, de 2017 à 2019. Les droites matérialisent le gain de rendement (429 et 333 kg/ha) en-dessous duquel un traitement de montaison n'est pas rentable, en fonction du prix de vente de l'escourgeon en €/T, fixé à 140 et à 180 €/T.

2.2.3 Conclusions :

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

Ce choix peut se raisonner sur base :

- **de la résistance variétale aux maladies et aux accidents cultureux (Tableau 5.14)**
- **la pression en maladies observée au moment de la montaison**
- **la date de semis et la densité de semis : plus l'orge a été semé tôt et dense et plus la pression en maladies peut être forte**

Tableau 5.14 – Comportements face aux maladies dans le réseau d’essais variétaux en Wallonie (moyennes pondérées des notations 2017-2018-2019). Tableau issu du Livre Blanc de septembre 2019 : caractéristiques culturales des variétés d’escourgeon testées.

	Helmintho- -sporiose		Rhyncho- -sporiose		Oidium		Rouille naine		Ramulariose		Tolérance Virus JNO	Tolérance Virus MO type 2
	1= très sensible, 9= très résistant										S = sensible	
Bazooka (h)	7,9	***	8,9	**	5,5	**	6,7	***	6,4	!	S	S
Coccinel	8,3	!	7,0	!	7,5	!	7,6	*			Tolérant	S
Hedwig	8,0	***	8,6	**	7,7	**	6,8	***	8,3	!	S	Tolérant
Jettoo (h)	7,5	***	8,5	**	7,4	**	7,9	***	8,4	!	S	S
KWS Faro	8,1	!	8,3	!	6,5	!	6,0	*			S	S
KWS Keeper	8,3	***	7,2	**	7,2	**	7,6	***	7,8	!	S	Tolérant
KWS Orbit	7,9	**	7,2	**	7,1	!	5,3	**			S	S
KWS Tonic(*)	7,0	***	7,6	**	6,8	**	4,6	***	5,9	!	S	S
KWS William	8,1	!	8,0	!	6,5	!	5,7	*			S	S
LG Veronika(*)	8,3	***	8,2	**	8,0	**	7,9	***	7,0	!	S	S
LG Zappa	8,2	**	8,7	*	7,3	!	7,1	**			S	Tolérant
LG Zebra	5,3	**	6,6	*	8,6	!	7,7	**			Tolérant	S
Margaux	8,5	!	7,0	!	8,0	!	7,2	*			Tolérant	S
Monique	7,9	***	7,8	**	8,0	**	8,1	***	6,4	!	S	S
Novira	5,1	**	7,6	**	8,2	!	6,3	**			Tolérant	S
Paradies	7,9	!	9,0	!	9,0	!	7,5	*			Tolérant	S
Quadriga(*)	7,5	***	8,5	**	7,4	**	5,9	***	7,5	!	S	S
Rafaela(*)	8,5	***	6,6	**	6,9	**	5,2	***	8,3	!	Tolérant	S
Smooth (h)	7,6	***	8,6	**	6,9	**	6,8	***	7,8	!	S	S
SU Jule	7,6	**	6,8	**	7,5	!	6,9	**			S	S
SY Baracooda (h)	7,1	!	8,7	!	9,0	!	6,2	!			S	S
SY Galileo (h)	7,3	!	8,7	!	9,0	!	7,6	!			S	S
Tektoo (h)	6,8	***	8,5	**	8,2	**	6,7	***	7,6	!	S	S
Verity	7,3	***	7,3	**	6,4	**	6,6	***	8,1	!	S	S
Wootan (h)	7,8	***	8,8	**	7,4	**	6,6	***	6,5	!	S	S

(*) = Témoins

(h) = hybride

! = trois situations ou moins

** = plus de 5 situations

* = plus de 3 situations

*** = plus de 10 situations

JNO = Jaunisse nanisante de l'orge

MO = Mosaïque de l'orge

2.3 Point sur les agréments : changements, retraits et alternatives

2.3.1 Révision des triazoles : où en sont les dossiers ?

C. Bataille

Pour de plus amples informations sur la révision des triazoles il est conseillé d'aller consulter le Livre Blanc de février 2019¹⁸ mais aussi le chapitre 1.2.1 dans la partie froment de ce Livre Blanc 2020.

Pour rappel, le *propiconazole* a perdu son agrément européen le 28 novembre 2018. Tous les produits à base de cette substance ne sont actuellement plus commercialisés et leur application n'est encore autorisée que jusqu'au **19 mars 2020**. Il est donc très peu probable que ces derniers soient encore appliqués cette année.

Les produits suivant à base de *propiconazole* **ne sont donc plus autorisés en escourgeon** : Alto Ultra, Apache, Barclay Bolt, Bravo Premium, Bumper 25 EC, Cherokee, Inovor, Propi 25 EC, Septonil et Stereo.

Qu'en est-il des autres triazoles ?

La plupart des triazoles (sauf le *cyproconazole*) devaient arriver à expiration entre le 30/04/2019 et le 31/08/2019. L'évaluation des dossiers par la Commission Européenne prenant cependant beaucoup plus de temps que prévu, **la date d'expiration de ces derniers a été repoussée d'un an**. Le Tableau 5.3 du chapitre 1.2.1 partie froment de ce Livre Blanc reprend les dates d'expiration des triazoles encore présents sur le marché. Il faut cependant s'attendre à un nouveau report de la date d'expiration pour la plupart d'entre eux au vu de l'avancement des révisions.

2.3.2 Révision des LMR du *prochloraz* et adaptation de ses usages

C. Bataille

La définition de Limite Maximale en Résidus est abordée dans le chapitre 1.2.2 de la partie froment de ce Livre Blanc 2020. Il est donc conseillé de consulter ce chapitre pour de plus amples informations.

Lors du renouvellement de l'agrément européen du *prochloraz*, en janvier 2012, l'EFSA (Autorité européenne de la sécurité des aliments) était tenue de remettre un avis sur la pertinence des LMR existantes de cette substance active en fonction des exigences actuelles. Le rapport final de l'EFSA a été publié le 31/07/2018 et remis à la Commission Européenne. Suite à l'avis de l'Autorité, il a été décidé par la Commission, en décembre 2019, de diminuer

¹⁸ Livre Blanc février 2019, chapitre 5 : Lutte intégrée contre les maladies, point 1.2. Révision des triazoles : état des dossiers et perspectives pour le futur (page 5/8).

les LMR pour certains usages du *prochloraz* car des risques pour la santé des consommateurs ont été identifiés.

Suite à cette diminution des LMR du *prochloraz*, **tous les produits contenant cette substance active ne peuvent désormais plus être appliqués en orge d'hiver ni en orge de printemps. Cette décision est effective immédiatement** et concerne les produits suivants : **Ampera, Bumper P, Kantik, Mirage 450 ECNA, Propiraz EC et le Sportak EW**. Seul le traitement de semences au Kinto Duo reste encore agréé en orge.

2.3.3 Fin d'agrération pour le *fenpropimorphe*

C. Bataille

La firme détentrice de l'homologation européenne du *fenpropimorphe* a décidé de ne pas défendre la substance active et donc de ne pas déposer de nouveau dossier d'agrération pour cette dernière. L'approbation du *fenpropimorphe* au niveau européen est donc maintenant expirée.

Les autorisations pour les produits phytopharmaceutiques suivants sont retirées : Capalo, Corbel, Diamant, Opus Team et Palazzo.

La mise sur le marché et le stockage par le détenteur sont autorisés jusqu'au 30/04/2020. La mise sur le marché et le stockage par des revendeurs, conseillers agricoles, ... est encore permise jusqu'au 31/03/2021. Enfin, **l'utilisation de ces produits est encore autorisée jusqu'au 31/10/2021.**

2.3.4 Fin d'agrération pour le *chlorothalonil*

C. Bataille

Retrait de l'autorisation

Le non-renouvellement de l'agrération du *chlorothalonil* a été voté par la Commission Européenne le 22/03/2019. En effet, **cette substance active ne répondait plus au haut niveau de sécurité actuellement recherché par la législation européenne**. De plus amples informations sont disponibles dans le chapitre 1.2.4 de la partie froment de ce Livre Blanc.

Cette décision engendre la déchéance des autorisations de tous les produits contenant cette molécule et ce dans tous les pays d'Europe. Dans le cas de l'escourgeon, il s'agit des Produits de Protection des Plantes (PPP) suivants : Abringo, Amistar opti, Balear, Barclay Chloroflash, Bravo, Divexo, Life Scientific Chlorothalonil, Olympus, Perseo, Pugil, Spirodor, Septonil et Taloline. La mise sur le marché et le stockage des produits par des revendeurs sont autorisés jusqu'au 20/04/2020. **Tous ces produits perdront leur agrération le 20/05/2020 et ne pourront plus être utilisés à partir de cette date.**

Cette année, il sera donc encore possible de traiter les cultures d'escourgeon au stade dernière feuille (39) avec ces produits.

Conséquences

Le retrait du *chlorothalonil* engendre une question importante en escourgeon : **que faire pour lutter contre la ramulariose ?** En effet, la ramulariose a été détectée pour la première fois au début des années 2000. Mais ce n'est qu'à partir de 2013 qu'elle a réellement fait des dégâts et impacté les rendements des escourgeons. Sa capacité évolutive très rapide a engendré l'apparition de résistance chez ce pathogène. Il est actuellement quasiment insensible aux strobilurines et des mutations au sein de ce phytopathogène engendrent de forte baisse d'efficacité des SDHI et des triazoles. Ces dernières années, seuls les produits à base de *chlorothalonil* permettaient d'obtenir des efficacités proches de 100% face à la ramulariose.

Quelles sont les alternatives ?

Actuellement le *prothioconazole*, de la famille des triazoles est la substance active qui conserve la meilleure efficacité contre la ramulariose par rapport aux autres triazoles. Les SDHI ont aussi encore une certaine efficacité face à cette maladie mais qui dépend fortement des populations du pathogène en présence et donc de son degré de résistance.

Le point suivant discute de l'efficacité résiduelle des produits restants face à la ramulariose.

2.3.5 Que faire contre la ramulariose en l'absence de *chlorothalonil* ?

L'année 2019 a été bousculée par l'annonce du retrait du *chlorothalonil*. En escourgeon la question de la lutte contre la ramulariose devient plus ardue sans cette matière active. De plus, il n'y a actuellement pas de molécule agréée capable d'être aussi efficace que le *chlorothalonil* contre cette maladie. C'est pourquoi il est important de trouver des solutions parmi les produits déjà disponibles en investiguant différents programmes de traitements.

Efficacité des produits et des schémas de traitements contre la ramulariose

1) Cas de l'essai sur KWS Tonic à Biesmerée conduit par le CRA-W :

Cette année, 3 essais avec un même protocole ont été mis en place par 3 institutions différentes en Wallonie (CARAH, Gx Agro-Bio Tech, Uliège et le CRA-W). Dans ces 3 essais, seul celui du CRA-W a été suffisamment infecté par la ramulariose pour en retirer des résultats d'efficacité (Figure 5.12). La carte d'identité de l'essai implanté à Biesmerée se trouve dans le Tableau 5.15 (point 2.4 pg 61). Dans celui-ci, 7 produits différents ont été testés en traitement unique au stade dernière feuille (39). Deux types de programmes avec double applications ont été expérimentés :

- un programme avec du *prothioconazole* au stade montaison (31) et pas au stade 39
- un programme sans *prothioconazole* au stade 31 mais placé au stade 39.

Enfin, un programme à trois applications, avec du *prothioconazole* en fin de saison a également été testé.

Dans cet essai, la rouille naine et l'helminthosporiose étaient déjà présentes dès le premier traitement au stade montaison (31) mais à faible pression. Lors du traitement au stade 39, le 2 mai 2019, les deux maladies avaient atteint l'avant-dernière feuille (F2). Le temps froid et sec

du mois de mai a ensuite bloqué leur progression, si bien que la dernière feuille était toujours indemne de symptômes lors de dernier traitement au stade floraison le 21 mai 2019. La ramulariose est apparue durant la première quinzaine de juin.

Les résultats ci-dessous (Figure 5.12) sont présentés sous forme de graphique de l'incidence de la ramulariose en fonction des modalités de traitements. C'est l'incidence, c'est-à-dire le nombre de plantes infectées sur 100, qui a été choisie pour représenter les résultats car elle était plus parlante que la sévérité dans ce cas-ci. La sévérité de la ramulariose sur la dernière feuille était de plus ou moins 15% dans les témoins. Les témoins ne sont pas présents dans ce graphique car, outre la ramulariose, la rouille naine et l'helminthosporiose avaient également infectés les parcelles témoins de sorte que celles-ci étaient complètement grillées lors de l'évaluation.

Les résultats montrent la supériorité des modalités utilisant du *chlorothalonil* dans la lutte contre la ramulariose que ce soit en simple ou double traitements (objets 1 et 4). L'objet 2, reprenant le schéma à triple traitement a donné un excellent résultat sur la ramulariose. Ceci est dû au placement du Kestrel (contenant du *prothioconazole*) juste avant le début de l'épidémie de ramulariose. Le double traitement Ampera suivi d'Aviator Xpro (objet 3) a donné d'aussi bons résultats que l'Aviator Xpro + Bravo (objet 4) en traitement unique. En termes de traitement unique, c'est l'Aviator Xpro qui a dominé par son efficacité. Il est suivi par le Velogy Era et le Ceriax. Le Fandango était un peu en retrait, ainsi que le Priaxor + Caramba et le Variano Xpro. L'Adexar complète la fin du classement.

En termes de produits, l'Aviator Xpro reste donc le meilleur face à la ramulariose. Son efficacité n'est cependant pas totale et l'association avec un multi-sites efficace (voir essai suivant sur KWS Orbit à Ath et la Figure 5.13) garde son importance. En termes de programme de traitement, c'est le double traitement avec de l'Ampera en montaison et l'Aviator Xpro appliqué à la dernière feuille qui ressort positivement de cet essai. Cependant, **l'Ampera n'est actuellement plus autorisé en escourgeon**. Il est donc nécessaire de trouver un autre produit à appliquer en T1 qui ne contient pas de *prothioconazole* car celui-ci est à réserver pour le T2.

5. Lutte intégrée contre les maladies

Incidence de la ramulariose le 11/06/2019 en fonction de différents programmes fongicides

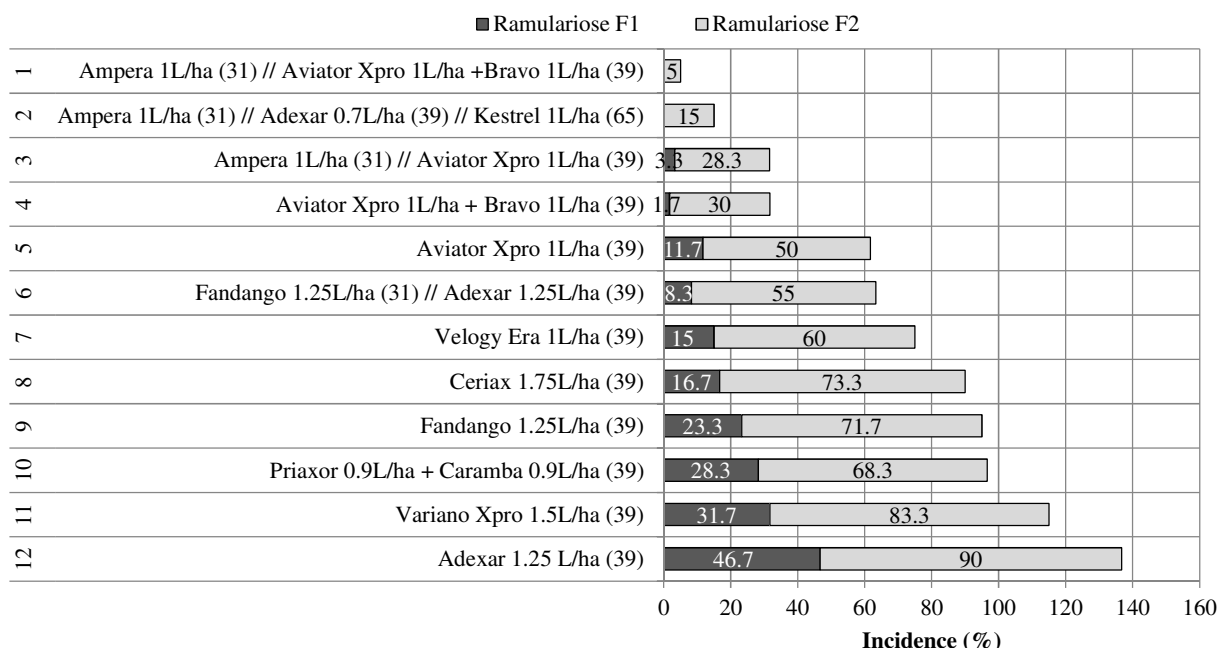


Figure 5.12 – Incidence de la ramulariose sur F1 et F2 en fonction des programmes fongicides. Observation du 11 juin 2019 sur KWS Tonic à Biesmerée. Les témoins sont absents du graphique car ils étaient complètement grillés par la ramulariose, l’helminthosporiose et la rouille naine. Résultats du CRA-W.

2) Cas de l’essai sur KWS Orbit à Ath conduit par le CARAH :

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 Orbit et Rafaela. A Molembaix, l’essai grêlé ne fera pas l’objet de publication.

A Ath, la variété KWS Orbit a montré d’importants symptômes de rouille naine. Bien que tardive, la ramulariose était présente, mélangée à des symptômes de grillures.

Les graphiques issus de cet essai du CARAH (Figure 5.15) illustrent, d’une part les rendements obtenus et, d’autre part les niveaux d’efficacité des différents traitements uniques effectués au stade 39, ou des programmes de traitements effectués avec des combinaisons aux stades 31 et 39 et aux stades 39 et 55, ainsi qu’un triple traitement aux stades 31, 39 et 55.

Les résultats représentés dans ces graphiques sont d’une part, le rendement et d’autre part, le pourcentage moyen de surface nécrosée, toutes maladies confondues, sur les F1 et F2 (dernière feuille et avant-dernière feuille), relevé le 08 juin 2019.

Dans cet essai, les traitements uniques ont été, pour la plupart, testés sans ajout de *chlorothalonil*. Ils ont permis un gain de rendement moyen de l’ordre de 1 530 kg/ha par rapport au témoin non traité. Parmi ceux-ci, les traitements ayant montré le meilleur rendement et la meilleure efficacité en l’absence d’helminthosporiose sont les suivants :

- Aviator Xpro 1 L/ha + Bravo 1 L/ha, seule modalité incluant le *chlorothalonil*
- Velogy Era 1 L/ha

Ces résultats confirment la supériorité du *prothioconazole* et du *chlorothalonil* notamment dans la lutte contre la ramulariose et les grillures.

Les traitements doubles (stades 31//39) ont permis d'obtenir un gain de rendement supplémentaire moyen d'environ 925 kg/ha par rapport aux traitements uniques. Parmi ces modalités, il faut noter que **beaucoup d'entre elles incluaient encore un produit de contact en T2**. Celles qui ont montré les meilleurs rendements sont dans l'ordre :

- Comet New 0,5 L/ha + Caramba 0,9 L/ha // Adexar 1,25 L/ha + **Bravo 1 L/ha**
- Kestrel 1 L/ha // Elatus Plus 0,75 L/ha + Plexeo 1 L/ha + **Olympus 1,25 L/ha**
- Palazzo 1,25 L/ha + Comet New 0,25 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + **Bravo1 L/ha**
- Fandango 1 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + **Bravo 1 L/ha**
- Palazzo 1,2 L/ha // Ceriax 1,5 L/ha + **Bravo 1 L/ha**
- Ampera 1,5 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + **Pugil 1 L/ha**
- Kantik 1,5 L/ha + Comet New 0,6 L/ha // Velogy Era 1 L/ha + **Bravo 1 L/ha**
- Palazzo 1,2 L/ha // Priaxor 0,9 L/ha + Caramba 90EC 0,9 L/ha + **Bravo1 L/ha**
- Ampera 1,5 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + **Perseo 2 L/ha**
- Ampera 1,5 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + **Prozeb Extra 75WG 2 kg/ha**

Dans un contexte de retrait d'agrément du *chlorothalonil*, deux modalités ont été testées pour comparer, au stade 39, l'efficacité des partenaires *chlorothalonil* (Pugil 1L/ha) et *mancozèbe* (Prozeb Extra 75 WG 2kg/ha), en culture d'orge d'hiver. Il s'agit des modalités :

- Ampera 1,5 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + Prozeb Extra 75WG 2 kg/ha
- Ampera 1,5 L/ha // Aviator Xpro 1 L/ha + Pugil 1 L/ha

Dans les conditions d'essais de 2019, il apparaît que ces deux modalités offrent une efficacité similaire notamment face aux grillures et à la ramulariose. Du point de vue du rendement par contre, l'avantage va à la modalité incluant le *chlorothalonil*.

En 2019, un programme à 3 traitements, à doses réduites et respectant l'alternance des produits, a de nouveau été testé en réseau, sans *chlorothalonil* cette fois. Il s'agissait du programme suivant :

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

Même si les résultats en rendement obtenus par ce programme triple sont bons, ils ne dépassent pas ceux des meilleurs programmes doubles, son atout résidant surtout dans une meilleure rémanence sur la ramulariose en l'absence de *chlorothalonil*.

Cette année, la pression modérée des maladies n'a pas permis de bien discriminer les modalités. L'expérimentation a déjà montré que le *chlorothalonil* utilisé en mélange était un produit indispensable pour lutter efficacement contre la ramulariose et les grillures. Les essais 2019 le confirment encore, même si la pression des maladies était modérée. **Ces essais montrent également que le *mancozèbe* pourrait se positionner au stade dernière feuille (39), comme une alternative au *chlorothalonil*.**

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

5. Lutte intégrée contre les maladies

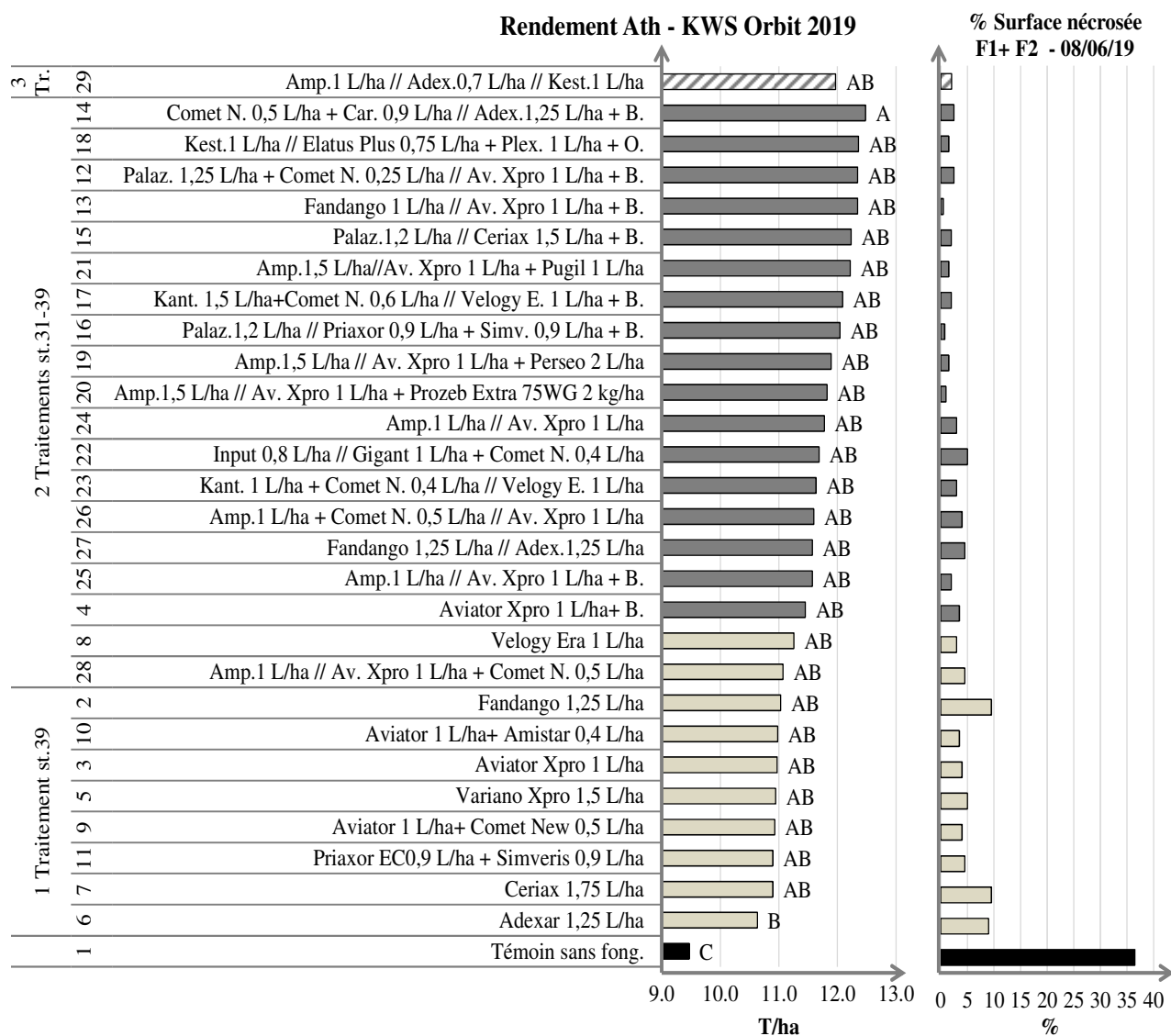


Figure 5.13 – Rendement (gauche) et surface F1 + F2 nécrosée par les maladies (droite) au 08/06/19 des traitements uniques au stade 39 et doubles aux stades 31 et 39 pour les essais à Ath sur la variété KWS Tonic (1 = attaque très sévère, 9 = pas de symptômes) ; CARAH 2019 - ANOVA et test N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Av. Xpro = Aviator Xpro ; Ampera = Ampera ; Adex. = Adexar ; B.= Bravo 1L/ha ; Caramba = Caramba ; Comet N. = Comet New; Kant. = Kantik ; Kest. = Kestrel ; O. = Olympus 1.25L/ha; Pers. = Perseo ; Palaz. = Palazzo ; Sim. = Simveris ; Velogy E. = Velogy Era. Les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres en gris foncé représentent les doubles traitements ; la barre hachurée représente le triple traitement et la barre noire représente le témoin non traité.

2.4 Efficacité des fongicides

C. Bataille, R. Meurs et O. Mahieu

Les résultats d'efficacité des fongicides présentés ci-dessous sont basés sur trois essais mis en place par le CARAH, le CRA-W et Gembloux Agro-Bio Tech, ULiège. Les cartes d'identité de ces essais se trouvent ci-dessous (Tableau 5.15).

Tableau 5.15 – Paramètres cultureux des essais. SH = variété sensible à l'helminthosporiose ; SR = variété sensible à la rhynchosporiose ; SRL = variété sensible à la ramulariose ; SRn = variété sensible à la rouille naine ; STL = variété sensible taches léopard ; R = variété résistante. (1) Les sévérités présentées sont celles du 08/06/19 ; (2) Les sévérités présentées sont celles du 11/06/19.

Carte d'identité des essais			
	Gx ABT, ULiège	CARAH	CRA-W
Localisation :	Lonzée	Ath	Biesmerée
Variété :	KWS Tonic (SRn SRL STL)	KWS Orbit (SRn SRL STL)	KWS Tonic (SRn, SR, SRL)
Précédent :	Froment	Froment	Froment
Semis :	04/10/18	28/09/18	27/09/2018
Récolte :	09/07/19	06/07/19	09/07/2019
Rendement témoin :	8447 kg/ha	9470 kg/ha	6 830 kg/ha
Pulv. stade 31-32 :	11/04/19	05/04/19	18/04/2019
Pulv. stade 39-49:	30/04/19	24/04/19	30/04/2019
Pulv. stade 55	16/05/19	07/05/19	23/05/2019
<u>Maladies sur témoin</u> (sévérité F1+F2 %) <i>Date d'observation</i>		31/05/19 08/06/19(1)	28/05/2019 11/06/2019(2)
Helminthosporiose	-	-	0.0 + 2.3
Ramulariose	-	3.8+8.3	-
Rhynchosporiose	-	-	0.0 + 2.1
Rouille naine	-	3.8+8.3	9.7 + 14.5
Grillures + Taches	-	3.8+8.3	-

2.4.1 Efficacité des traitements dans le réseau d'essais 2019

En 2019, le regroupement de 3 essais (1 du CRA-W, 1 du CARAH et 1 de Gx Agro-Bio Tech, ULiège) (Figure 5.14) a permis d'analyser un nombre élevé d'objets et de dégager des différences significatives entre traitements.

Statistiquement, les traitements uniques se différencient peu entre eux si ce n'est l'Adexar 1.25 L/ha qui prend la dernière place du classement. Il est néanmoins possible de dégager certaines tendances. Les modalités procurant le meilleur rendement sont dans l'ordre :

- Aviator Xpro 1 L/ha + Amistar 0,4 L/ha
- Velogy Era 1 L/ha
- Aviator Xpro 1 L/ha + Bravo 1 L/ha
- Aviator Xpro 1 L/ha + Comet New 0,5 L/ha

5. Lutte intégrée contre les maladies

Parmi ceux-ci, le mélange avec Bravo se montre moins performant en 2019 que lors d'années à plus forte pression de ramulariose.

Les programmes à deux traitements (stades 31 et 39) se distinguent des traitements uniques mais se différencient peu entre eux. Seul le programme Ampera 1 L/ha, suivi d'Aviator Xpro 1 L/ha est en retrait.

Un programme à 3 traitements, à doses réduites et respectant l'alternance des produits, a de nouveau été testé en réseau, cette fois sans *chlorothalonil*. Il s'agissait du programme suivant :

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

Ce programme fournit le rendement le plus élevé de la synthèse réseau 2019 mais il est statistiquement équivalent aux doubles traitements.

**Rendement (kg/ha) engendrés par les traitements fongicides en 2019
(1 essais CARAH, 1 essai Gx-ABT, 1 essai CRAW)**

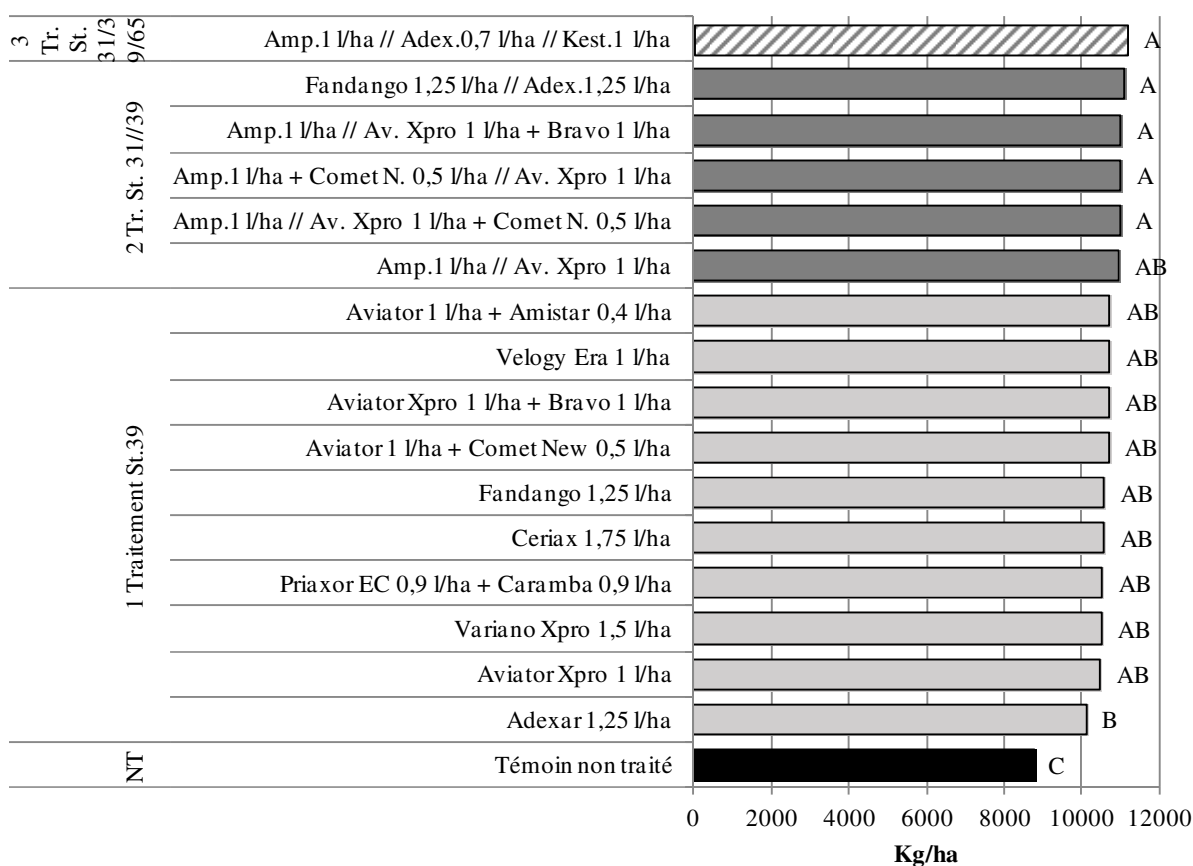


Figure 5.14 – Rendement (kg/ha) sur 4 essais (1 CARAH + 1 CRA-W + 1 Gx Agro-Bio Tech, ULiège) en 2019 - ANOVA, test de N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Amp. = Ampera ; Av. = Aviator Xpro ; Adex. = Adexar ; Comet N. = Comet New. Dans le graphique des rendements, les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres en gris foncé représentent les doubles traitements et la barre noire = témoin non traité.

2.4.2 Efficacité des traitements dans le réseau d'essais de 2017 à 2019

Etant donné les adaptations intervenues dans les protocoles de 2017 à 2019, les modalités, communes aux 10 essais implantés par trois Centres (CRA-W, CARAH et Gx Agro-Bio Tech, ULiège) durant cette période, sont restreintes et se limitent à cinq.

La moyenne de ces 10 essais sur trois années d'expérimentation (Figure 5.15), montre que seul l'Adexar 1.25 L/ha est statistiquement inférieur aux autres traitements étudiés.

Dans le groupe de tête, la tendance est en faveur du double traitement avec un triazole en T1 au stade 31, suivi de l'Aviator Xpro 1L/ha au stade 39. En l'absence de *chlorothalonil* en T2, ce traitement ne se démarque statistiquement pas des traitements uniques.

Parmi les traitements uniques au stade 39, deux modalités ressortent :

- le Ceriax 1.75 L/ha avec son efficacité contre l'helminthosporiose
- l'Aviator Xpro 1L/ha + Bravo 1 L/ha avec son efficacité notamment contre la ramulariose

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

Gains de rendement (kg/ha) engendrés par les traitements fongicides en 2017-2018-2019 (10 essais)

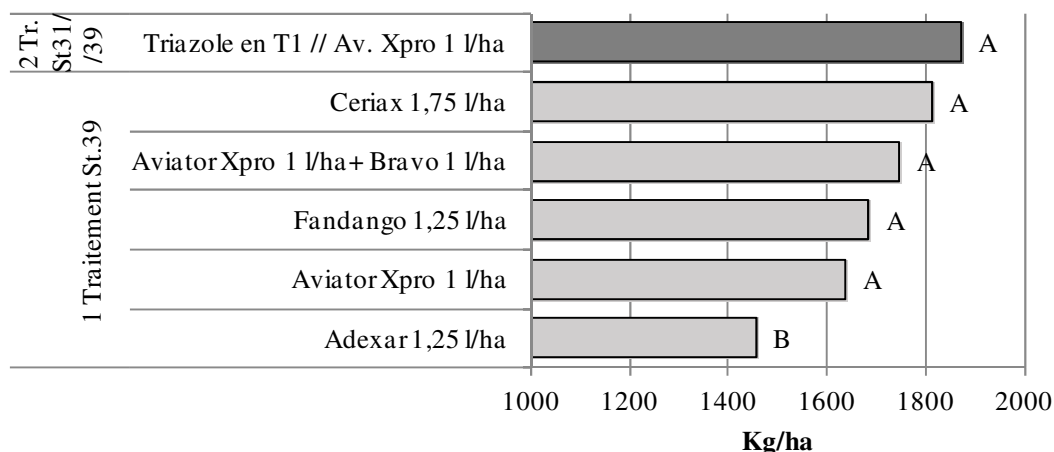


Figure 5.15 – Gain de rendement moyen (kg/ha) par rapport au témoin non traité, des 3 années (2017 à 2019) sur 10 essais (CRA-W, CARAH et Gx Agro-Bio Tech, ULiège).

5. Lutte intégrée contre les maladies

Les **essais multilocaux 2017, 2018 et 2019** montrent que, parmi les produits à base de SDHI, le **Cerix** qui contient entre autres de la *pyraclostrobine*, strobilurine montrant encore une efficacité résiduelle face à l'helminthosporiose, donne les meilleurs résultats.

Face à ce problème, le **Fandango** composé d'un triazole et d'une strobilurine semble retrouver un certain intérêt mais son efficacité reste médiocre dans la lutte contre la ramulariose.

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

Le **chlorothalonil**, pourtant incontournable dans la lutte contre la ramulariose, ne sera plus autorisé à partir du 20/05/2020. En l'absence de *chlorothalonil*, les traitements de dernière feuille risquent dès lors de se montrer moins performants. Le raisonnement en matière de choix des produits n'en sera que plus crucial.

2.5 Conclusions

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

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

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

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

En présence de ramulariose, il semblerait que le **mancozèbe** puisse être une alternative au **chlorothalonil** que ce soit en association aux SDHI, triazoles ou strobilurines. Cette possibilité est cependant encore à l'étude.

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

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

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

2.6 Recommandations pratiques en protection de l'escourgeon

2.6.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants

La rhynchosporiose en escourgeon

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

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

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

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

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

L'helminthosporiose en escourgeon

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

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

Les populations d'helminthosporiose sont cependant de plus en plus résistantes aux SDHI et des pertes d'efficacité s'observent déjà au champ. C'est pourquoi, un regain d'intérêt envers les strobilurines est observé en Belgique. En effet, malgré la présence d'une proportion non négligeable de souches résistantes dans les populations d'helminthosporiose, les strobilurines, et tout particulièrement la *pyraclostrobine*, restent efficaces contre ce pathogène. Leur efficacité semble même dépasser celle des SDHI à l'heure actuelle. Les produits à base de triazole + strobilurine doivent donc être favorisés pour lutter contre l'helminthosporiose sur les variétés uniquement sensibles envers cette maladie. Pour une lutte complète contre l'ensemble

5. Lutte intégrée contre les maladies

des pathogènes de l'escourgeon, un mélange trois voies : SDHI + triazole + strobilurine, le tout complété par un multi-sites est conseillé mais uniquement pour les variétés très sensibles à l'helminthosporiose, en plus des autres maladies.

La rouille naine et l'oïdium en escourgeon

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

Grillures et ramulariose

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

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

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

Cette maladie est résistante aux strobilurines.

Actuellement, le *chlorothalonil* est très efficace contre la ramulariose. Cette substance active multi-sites a cependant perdu son agrément et ne pourra plus être utilisée après le 20/05/2020. Plusieurs alternatives sont actuellement à l'étude. Le *mancozèbe* a notamment donné de bons résultats en 2019 contre la ramulariose.

2.6.2 Stratégies de protection des escourgeons

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

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

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

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

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

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

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

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

Le traitement de montaison

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

5. Lutte intégrée contre les maladies

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

Le traitement fongicide de dernière feuille

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

Le traitement fongicide de « Dernière feuille » à base de strobilurine + triazole + ou de SDHI + triazole (et/ou strobilurine) + reste donc systématiquement conseillé. Dans les 2 cas, l'ajout d'un multi-sites est préconisé. Cette année encore le *chlorothalonil* pourra être utilisé dans les escourgeons. Il faudra cependant se pencher vers une autre solution en 2021.

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

6. Lutte intégrée contre les ravageurs

M. De Proft¹

1	Saison passée, saison en cours.....	2
1.1	Jaunisse nanisante de l'orge.....	2
1.2	Pied chétif et cicadelles.....	3
1.3	Pas de dégâts de mouche des semis en froment.....	3
1.4	Mouche grise.....	3
1.5	Cécidomyie orange au rendez-vous, mais en faible intensité.....	3
2	Recommandations pratiques.....	4
2.1	Protection contre les ravageurs en début de culture.....	5
2.1.1	Oiseaux.....	5
2.1.2	Ravageurs du sol : taupins, tipules, etc.....	5
2.1.3	Limace grise et limaces noires.....	5
2.2	Les mouches.....	7
2.2.1	Mouche grise des céréales (<i>Delia Coarctata</i>).....	7
2.2.2	Autres diptères.....	7
2.3	Pucerons vecteurs de jaunisse nanisante.....	8
2.4	Ravageurs du froment en été.....	9
2.4.1	Pucerons de l'épi et pucerons des feuilles.....	9
2.4.2	Autres ravageurs du froment en été.....	10

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

1 Saison passée, saison en cours

Dès le 17/09/2019, les avis du CADCO (CePiCOP) ont accompagné les céréaliers dans le suivi des ravageurs, et en matière de précautions à prendre.

1.1 Jaunisse nanisante de l'orge

Au cours de l'été 2019, on a vu des populations de pucerons un peu plus fortes que les quelques années précédentes dans le froment. Toutefois, ces derniers n'ont qu'assez timidement migré vers le maïs et, en fin de saison, cette culture n'abritait que peu de pucerons.

Les premiers comptages de pucerons dans les escourgeons ont, sans surprise, révélé des niveaux bas. Il a fallu attendre la mi-octobre pour observer des vols importants de pucerons, et les premières emblavures se faire coloniser jusqu'à plus de 20 % des plantes. Dans les escourgeons semés plus tard, autour du 10 octobre, les levées plus tardives ont permis à la culture d'échapper à ce premier grand vol.

L'analyse virologique des pucerons collectés au champ a situé la proportion de pucerons vecteur du virus de la jaunisse nanisante autour de 2-3 %. Cette donnée était importante, parce que ce faible niveau permettait de temporiser : il n'y avait pas d'urgence à traiter, même si on devinait qu'il faudrait finalement appliquer un insecticide avant l'hiver. Les traitements insecticides appliqués tôt donnent fréquemment lieu à une recolonisation de la culture, d'une part parce que le beau temps qui se prolonge après le traitement permet de nouveaux vols, mais aussi parce qu'une céréale peu développée lorsqu'elle est traitée, produit des jeunes feuilles qui ne sont pas protégées par l'insecticide appliqué.

Vers la fin du mois d'octobre, les situations sont devenues très disparates. A cause, d'une part, des dates de semis des escourgeons mais aussi des froments et, d'autre part, des traitements insecticides réalisés à des dates variées. L'avis émis à la fin de la saison était d'éviter tout traitement insecticide sur les variétés résistantes (évidemment !), et de s'apprêter à appliquer un traitement insecticide sur toute céréale levée présentant au moins 5 % de plantes porteuses de pucerons. Ce traitement était conseillé sans urgence, mais sans se laisser piéger par une éventuelle longue période de pluie empêchant l'accès aux champs.

Au vu du non-hiver que nous venons de vivre, ces traitements pré-hivernaux s'avèreront vraisemblablement payants. A la sortie de l'hiver, il faudra vérifier attentivement l'état d'infestation des céréales. Si des pucerons vivants sont encore présents, un traitement insecticide sera recommandé. En effet, le développement post-hivernal de la jaunisse nanisante est généralement très rapide. Il faudra donc être très attentif aux avertissements.

1.2 Pied chétif et cicadelles



Contrairement à l'année précédente, où la météo avait été exceptionnellement favorable en septembre-octobre, l'automne 2019 s'est avéré plus frais et plus humide. Ni le virus du pied chétif identifié pour la première fois en Belgique en 2018, ni son vecteur, la cicadelle *Psammotettix alienus* n'ont été observés dans les champs.

Ce virus est connu dans le centre de la France depuis une trentaine d'année. En fonction de la météo des étés et des automnes, son aire de distribution s'étend, ou bien se réduit. Il est vraisemblable que son vecteur, profitera du réchauffement climatique pour des incursions plus fréquentes et plus dommageables dans les années futures.

1.3 Pas de dégâts de mouche des semis en froment

La mouche des semis n'a pas non plus rencontré de conditions très favorables. En effet, alors que les dégâts avaient été nombreux et quelquefois graves l'année précédente, cet insecte n'a quasi pas fait parlé de lui au cours du dernier automne. Comme annoncé dans les avertissements du CADCO, l'automne 2019 n'a pas offert de longues journées de chaleur au cours desquelles les mouches auraient pu pondre dans les résidus de cultures (betteraves, chicorée, divers légumes) jonchant le sol.

1.4 Mouche grise

Les prélèvements et les analyses effectuées en toute fin d'été dans les sites de référence suivis depuis près de trente ans ont montré des niveaux de pontes bas, à très bas. Ceci permet de penser que les dégâts de cet insecte seront insignifiants cette année.

1.5 Cécidomyie orange au rendez-vous, mais en faible intensité

Comme attendu par le modèle prévisionnel, la cécidomyie orange du blé a émergé en début d'épiaison, tout à la fin du mois de mai. Heureusement, le niveau des populations avait été fortement réduit par les fortes chaleurs et la sécheresse de juillet 2018. Comme annoncé via les avertissements, les insectes ravageurs n'ont pas justifié d'intervention en froment cette année.

2 Recommandations pratiques

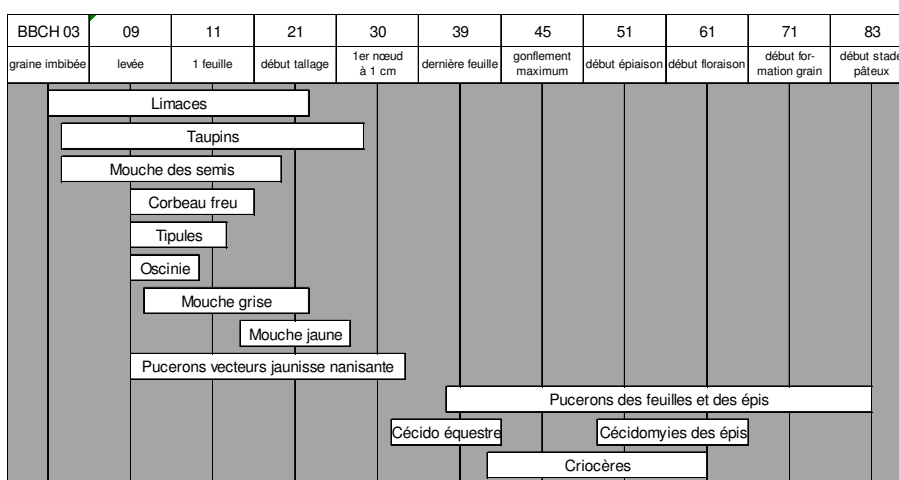
La protection des céréales contre les ravageurs vise à permettre :

- L'installation des cultures, en assurant un peuplement homogène et suffisant ;
- La prévention contre les viroses transmises par les insectes ;
- Le développement des plantes et des organes nobles : 2 dernières feuilles et épi ;
- Le remplissage du grain.

Les manifestations des ravageurs étant extrêmement variables en intensité, souvent sporadiques, et quelquefois imprévisibles, un service d'observation et d'avertissement fonctionnant sous l'égide du CADCO installe chaque année un réseau de champs d'observation. Au cours des phases critiques du développement des céréales, le CADCO organise les observations sur les ravageurs, interprète les données de manière centralisée et émet des avis en rapport avec la situation observée, en temps réel.

L'initiative du CADCO a comme finalité l'aide à la décision. Toutefois, il ne s'agit pas d'un système de fourniture automatique de propositions d'actions basées sur des modèles mathématiques préétablis, en réponse à des données non vérifiables qui seraient introduites par les bénéficiaires. Le CADCO décrit ce qui est remarqué par des observateurs expérimentés, dans un réseau de situations classiques distribuées sur le territoire wallon. Chaque agriculteur peut donc y trouver des situations géographiquement proches des siennes, et les y comparer. Plus qu'une aide à la décision, le système du CADCO constitue une aide à la réflexion et un encouragement à aller observer ses parcelles.

Epoques de nuisibilité des différents ravageurs et stades de développement des céréales



2.1 Protection contre les ravageurs en début de culture

La bonne implantation des céréales peut être contrariée par des ravageurs présents dans le sol ou arrivant dans les champs en début de culture.

2.1.1 Oiseaux

Type de dégâts

Le corbeau freux (*Corvus frugilegus*) est l'oiseau le plus fréquemment nuisible aux semis de céréales. Il arrache la jeune plantule et consomme ce qui reste de la semence.

Facteurs aggravants

Le risque de dégât est d'autant plus élevé que le semis est isolé dans le temps ou l'espace. En effet, les semis isolés sont propices à la concentration des oiseaux et à leur séjour prolongé sur le champ. Les derniers semis de froment d'hiver sont souvent les plus exposés. Une absence de pluie prolongée après le semis accentue également le risque.

Plus aucun répulsif à appliquer sur les semences

Depuis le retrait de l'antraquinone, plus aucun véritable répulsif contre les oiseaux n'est disponible en céréales.

2.1.2 Ravageurs du sol : taupins, tipules, etc

Type de dégâts

Dans les régions situées au sud du sillon Sambre-et-Meuse, les emblavures de céréales peuvent être endommagées par des taupins (*Agriotes* spp.) ou des tipules (*Tipula* spp., *Nephrotoma appendiculata*) qui sectionnent les tiges. Il est rare que le risque de dégâts engendrés par ces insectes justifie des mesures spécifiques de protection.

Facteurs aggravants

Semis tardifs. Mauvaises conditions de levée. Semis après prairie ou jachère.

Traitement ciblé des semences

Lorsqu'une emblavure cumule les facteurs aggravants, il est prudent d'utiliser des semences traitées avec un insecticide agréé, surtout lorsque le semis a lieu tardivement et dans des conditions difficiles.

2.1.3 Limace grise et limaces noires

Types de dégâts

La limace grise ou « loche » (*Deroceras reticulatum*) est fréquente en agriculture. Lorsqu'elle abonde et que la céréale rencontre de mauvaises conditions de début de croissance, elle peut, si l'on n'y prend garde, compromettre l'avenir de la culture.

Avant la levée, la limace grise commet très peu de dégâts, sauf lorsque les semences ne sont pas couvertes de terre bien émietée.

6. Lutte intégrée contre les ravageurs

Après la levée, elle effiloche les feuilles, en commençant par les extrémités. Tant qu'il n'atteint pas le cœur des plantes, le dégât de limace grise est bien toléré.

En céréales, les limaces noires (*Arion sylvaticus* et *Arion distinctus*) sont plus rares que les limaces grises. Les limaces noires sectionnent les tiges sous la surface du sol. Leurs dégâts se cantonnent à proximité des bordures, sauf lorsque les céréales succèdent à des cultures pluriannuelles comme la luzerne. Dans ce cas, des dégâts peuvent survenir même en pleine terre. Heureusement, la présence de ces ravageurs se limite à de rares cas en céréales.

Situations à risque, facteurs aggravants

En céréales, les fortes populations de limaces se rencontrent essentiellement à la suite d'un été pluvieux et dans les parcelles où le précédent cultural formait un couvert dense (colza, céréale versée, jachère, etc), propice au maintien d'une ambiance humide à la surface du sol.

Par les refuges qu'elles offrent, les terres caillouteuses ou argileuses sont plus favorables aux limaces que les terres meubles et friables.

Réduire les populations de limaces en interculture

Au cours des journées chaudes et sèches de l'été, les limaces traversent une période de grande vulnérabilité. Ces journées offrent l'occasion idéale de réduire les populations de limaces en les exposant au soleil et à la sécheresse. Un travail du sol superficiel (en un ou deux passages) effectué en début de journée s'avère très efficace.

Protection à l'aide de granulés-appâts

L'épandage de granulés-appâts ne réduit pas durablement les populations de limaces. Son rôle est de permettre à une culture qui peine à démarrer de croître pendant quelques jours sans subir le handicap de la consommation par les limaces. Une fois passé le seuil critique au-delà duquel la culture produit plus de matière verte que les limaces n'en consomment, la culture se défend toute seule contre les limaces, même si ces dernières sont abondantes.

Avant la levée, une application de granulés-appâts n'a de sens que si les populations de limaces sont élevées et les conditions de levée mauvaises (grains mal couverts).

Après la levée, l'application de granulés-appâts n'est justifiée que lorsque la culture tend à régresser plutôt que de progresser et de verdir.

Le mélange de granulés-appâts avec la semence est une technique irrationnelle, ces produits étant bien plus efficaces lorsqu'ils sont appliqués en surface.

2.2 Les mouches

2.2.1 Mouche grise des céréales (*Delia Coarctata*)

Type de dégâts

La mouche grise pond en été sur le sol, principalement dans les champs de betteraves. L'oeuf peut éclore à partir de la mi-janvier. Selon les conditions climatiques, les jeunes larves attaquent le froment succédant aux betteraves, entre la fin janvier et la fin mars, et provoquent le jaunissement de la plus jeune feuille des talles. Si la culture n'a pas atteint le tallage au moment de l'attaque, cette dernière conduit à des pertes de plantules pouvant entamer le potentiel de rendement. Si le tallage est en cours, seules des attaques très intenses peuvent affecter le rendement.

Facteurs aggravants

Précédent betterave. Pontes élevées. Semis tardifs (jusqu'en février) et clairs. Sols creux en profondeur. Hiver sec.

Protection

Une mesure efficace et souvent oubliée pour amortir les attaques de mouche grise est de soigner la préparation du sol pour le semis. En effet, une préparation laissant un sol creux en profondeur favorise la migration des larves et accroît leurs attaques.

En cas d'infestation élevée, un insecticide à base de téfluthrine ou de cyperméthrine peut être utilisé par traitement des semences pour protéger les semis contre la mouche grise. Ce traitement n'est efficace que si le semis est assez tardif pour permettre à l'insecticide d'être toujours présent en concentration efficace dans le sol lorsque l'attaque a lieu.

2.2.2 Autres diptères

a. Mouche des semis (*Delia platura*)

Au cours des dernières années, des dégâts de mouche des semis n'ont été observés que sporadiquement, dans des froments semés tôt en automne et après que des feuilles broyées de betteraves ou de chicorées soient restées pendant plusieurs jours de beau temps en décomposition sur le sol. Les pontes se concentrent dans les andains de feuilles en putréfaction, dont les larves se nourrissent. Une partie d'entre elles attaquent les plantules dès la germination, ce qui conduit à la destruction du germe. Une attaque après la levée se manifeste par le jaunissement de la plus jeune feuille, puis par la disparition de la plantule.

b. Mouche jaune (*Opomyza florum*)

La biologie de la mouche jaune et ses dégâts sont proches de ceux de la mouche grise. Toutefois, les pontes ont lieu en octobre dans les premiers froments levés. Il n'y a plus eu de dégâts significatifs de cet insecte en Belgique depuis une vingtaine d'années.

6. Lutte intégrée contre les ravageurs

c. Oscinie (*Oscinella frit*)

En fin d'été, l'oscinie pond dans les herbages et les repousses de céréales. Lorsqu'un semis de céréales est effectué dans ces parcelles, les larves peuvent quitter les plantes enfouies et attaquer la culture. Des attaques sont observées chaque année en escourgeon succédant au froment. Sauf rares exceptions, elles n'ont pas d'impact sur le rendement.

Le risque de dégât de mouche des semis, de mouche jaune ou d'oscinie est trop faible pour justifier des mesures spécifiques de protection.

2.3 Pucerons vecteurs de jaunisse nanisante

Type de dégâts

Toutes les céréales peuvent être atteintes par le virus de la jaunisse nanisante de l'orge. Ce dernier est transmis par plusieurs espèces de pucerons. Infectée tôt, la plante reste jaune et rabougrie, et peut même disparaître en cours d'hiver. Une infection plus tardive se traduit par des symptômes moins drastiques : jaunissements du feuillage pour l'orge et l'escourgeon, rougissements pour le froment ou l'avoine, accompagnés de pertes de rendement sévères. Selon l'époque du semis et les conditions climatiques au cours des semaines et des mois qui suivent, l'épidémie peut prendre des visages extrêmement différents allant du dégât nul ou négligeable, à l'infection généralisée entraînant la destruction totale de la culture.

Facteurs aggravants

Semis précoces.

- Temps favorable aux vols de pucerons en automne.
- Proximité de champs de maïs infestés par des pucerons.
- Hivers doux et survie des pucerons dans les céréales.
- Printemps précoces.

Protection

Les dégâts de jaunisse nanisante peuvent être prévenus à condition de détruire les pucerons vecteurs par un traitement insecticide. Deux possibilités existent : le traitement des semences à l'aide d'un insecticide systémique, et le traitement des parcelles par pulvérisation d'insecticide lorsque la proportion de plantes infectées menace de dépasser le seuil au-delà duquel des dégâts inacceptables peuvent survenir.

Pendant les périodes critiques, l'opportunité de traitements insecticides en céréales est déterminée au moins une fois par semaine par le CADCO (voir pages jaunes).

Même lorsque la pression est très élevée (vols de pucerons intenses et prolongés, forte proportion de pucerons virulifères), la protection des emblavures contre la jaunisse nanisante est toujours possible par des pulvérisations en automne. Il n'y a aucune obligation à opter pour le traitement des semences, coûteux et nécessairement préventif. Lors d'automne « calmes » (faibles vols, faible présence du virus), il n'est même pas utile de pulvériser. La protection contre la jaunisse nanisante peut donc être assurée à

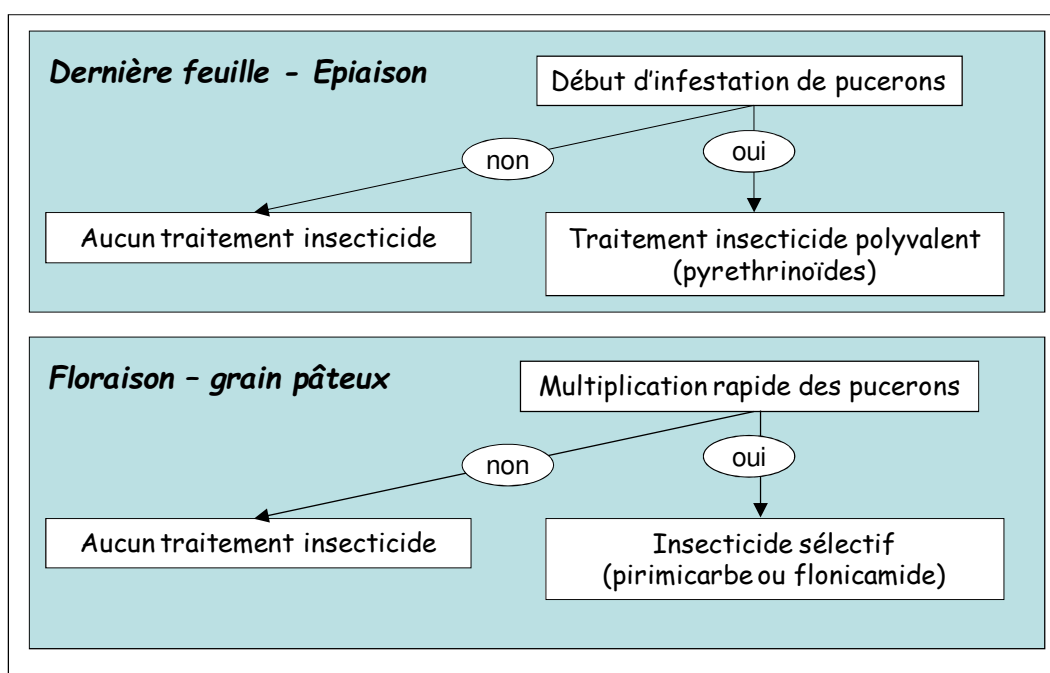
très peu de frais, en utilisant les informations données par le CADCO. La seule contrainte est la disponibilité de l'agriculteur pour les pulvérisations qui s'avèreraient nécessaires au cours de l'automne.

2.4 Ravageurs du froment en été

2.4.1 Pucerons de l'épi et pucerons des feuilles

A partir de la fin de la montaison. Les pucerons présents sur les feuilles et sur l'épi peuvent nuire au rendement, à la fois par la ponction de sève élaborée et par l'excrétion de miellat dans lequel se développent des fumagines qui, par l'écran qu'elles forment à la surface des feuilles, entravent la photosynthèse. Ces pullulations débutent vers la fin mai, connaissent une phase de croissance exponentielle, puis s'effondrent au plus tard à la mi-juillet, sous l'effet conjugué de divers ennemis naturels (parasites, prédateurs, mycoses). Ce scénario se produit chaque année, mais en fonction d'un jeu complexe de coïncidences et d'interactions entre les conditions de l'année et les organismes intervenant dans la dynamique des populations de pucerons, ces dernières atteignent des niveaux très variables (de 50 à plus de 3 000 individus par 100 talles). En cas de forte pullulation, les dégâts peuvent dépasser les 2 tonnes par hectare.

Avant la fin de la floraison. Les prévisions quant à l'évolution des populations de pucerons et à l'intérêt d'un traitement insecticide ne sont pas fiables. Or, l'expérience montre que des interventions insecticides effectuées avant ce stade sont fréquemment les plus rentables. Par ailleurs, des traitements effectués avec des insecticides polyvalents après la floraison peuvent s'avérer contre-productifs en nuisant plus aux ennemis des pucerons qu'aux pucerons eux-mêmes. C'est pourquoi le schéma de décision suivant est proposé :



6. Lutte intégrée contre les ravageurs

Dernière feuille – Épiaison. S'il y a un début d'infestation : profiter d'un traitement fongicide pour appliquer un insecticide polyvalent. A cette époque, les insectes utiles sont encore peu nombreux ; le traitement touche les pucerons, mais peut aussi avoir une efficacité sur d'autres ravageurs secondaires comme les criocères (lémas), les thrips ou les cécidomyies qui seraient présentes. Les produits conseillés à ce stade sont des insecticides pyréthrinoïdes (voir tableau des insecticides agréés). Les gains de rendement obtenus par ces traitements se situent le plus souvent entre 200 et 600 kg/ha.

Floraison – Grain pâteux. Si les populations de pucerons sont en croissance rapide : intervenir avec un insecticide sélectif (pirimicarbe, flonicamide), épargnant les insectes parasites et prédateurs de pucerons.

2.4.2 Autres ravageurs du froment en été

a. Cécidomyie orange du blé (*Sitodiplosis mosellana*)

La cécidomyie orange du blé est un moucheron minuscule dont les adultes émergent en mai-juin et pondent leurs œufs dans les fleurs de céréales. Lorsque des vols importants coïncident avec la phase vulnérable du développement du blé (épiaison-floraison), les jeunes larves peuvent commettre de sérieux dégâts aux dépens des grains en formation. Les pertes de rendement peuvent donc être sévères, même si des dégâts importants n'ont pas été observés fréquemment jusqu'ici. Ce ravageur semble toutefois devenir de plus en plus tracassant, non seulement en Belgique, mais dans de nombreuses régions céréalières de l'hémisphère nord.

Actuellement, il n'existe aucun moyen sûr de prévenir les dégâts de cet insecte. Seules des pulvérisations de pyréthrinoïdes en soirée, effectuées lorsque des vols importants coïncident avec le tout début de la floraison, pourraient se justifier.

Plusieurs variétés de blé sont totalement résistantes à la cécidomyie orange, et peuvent être avantageusement choisies dans les sites les plus exposés (voir liste des variétés résistantes²).

b. Criocères ou « lémas » (*Oulema melanopa*, *Oulema lichenis*)

Les criocères sont de petits coléoptères noir bleuté, qui colonisent les céréales en avril-mai. Ils colonisent préférentiellement les semis les plus tardifs et les semis de printemps, et pondent de petits œufs orangés sur les feuilles vers la mi-mai. Les larves, d'abord très petites (1 mm), s'alimentent et grossissent pendant une vingtaine de jours avant de tisser un cocon sur la face inférieure d'une feuille ou sur la tige (*O. lichenis*), ou bien dans le sol (*O. melanopa*) et de s'y nymphoser.

Type de dégâts

Les dégâts de criocères sont de deux types, selon qu'ils sont causés par les adultes ou bien par les larves. Les morsures de maturation des adultes se présentent sous forme de lacerations longitudinales ouvrant la feuille de part en part. Les larves, quant à elles,

² Disponible sur le site du CADCO (www.cadcoasbl.be)

rongent les cellules de l'épiderme sans percer complètement la feuille, et laissent derrière elles des traits translucides parallèles aux nervures, d'environ 1mm de large.

Protection

Ces dégâts justifient très rarement une intervention spécifique. Toutefois, dans le prolongement de la lutte contre les pucerons, ils peuvent être évités facilement par la pulvérisation d'un pyréthrianoïde intervenant lorsque les **dégâts de larves** commencent à apparaître.

Facteurs aggravants

L'impact agronomique des criocères est lié à la proportion de surface foliaire concernée par les dégâts. A attaque égale, l'impact est donc plus important lorsque la surface foliaire est faible. Il faut donc être attentif aux criocères, surtout dans les champs à faible densité de tiges et à faible développement végétatif.

D'autres ravageurs sporadiques peuvent également être observés dans les céréales, comme des mineuses, plusieurs espèces de cécidomyies, des thrips et même des rongeurs, des oiseaux ou des nématodes. Leur nuisibilité est globalement faible.

7. Orges brassicoles

R. Meurs¹, A. Stalport², G. Carbonnelle², O. Mahieu², B. Godin³, H. Louppe⁴ et B. Dumont⁵

1	Orges brassicoles : débouchés et filière	3
1.1	Quel développement pour la filière orge brassicole wallonne ?	3
1.2	Assurer les débouchés.....	4
2	Les essais variétaux	5
2.1	Le réseau d'essai	5
2.2	Rendements	5
2.2.1	Résultats des essais variétaux d'orge brassicole en 2019.....	5
2.2.2	Résultats pluriannuels.....	7
2.3	Comportement face aux maladies	7
2.4	Qualités technologiques.....	8
2.4.1	Quelles sont les qualités technologiques recherchées en orge brassicole ?	8
2.4.2	Résultats des qualités technologiques.....	9
2.5	Quelle variété choisir sur base de ses qualités technologiques et agronomiques ?	10
3	Protection fongicide en orge de printemps	12
3.1	Résultats 2019.....	12
3.2	Apport d'un traitement à la montaison	14
3.3	Quelle stratégie de lutte adopter ?	15

¹ CePiCOP asbl – Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux

² CARAH asbl – Centre pour l'Agronomie et l'Agro-industrie de la Province du Hainaut

³ CRA-W – Département Connaissance et Valorisation des Produits – Unité Valorisation des Produits, de la Biomasse et du Bois

⁴ Collège des producteurs – SoCoPro asbl

⁵ ULiège – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée

4	Fertilisation azotée en orge.....	16
4.1	Résultats de l'essai variétés*fertilisation azotée	16
5	Recommandations pratiques	19
5.1	Choix des parcelles	19
5.2	Date de semis en orge de printemps.....	19
5.3	Densité de semis.....	20
5.4	Protection des semences et des jeunes semis	20
5.5	Insecticide contre les pucerons jusqu'au stade 1 ^{er} nœud	20
5.6	Fumure azotée.....	20
5.7	Désherbage : normalement pas de lutte contre le vulpin.....	21
5.8	Stratégie de lutte contre les maladies en orge de printemps.....	21
5.9	Les régulateurs de croissance.....	22
5.10	Récolte des orges de brasserie	22
5.11	Stockage des orges de brasserie.....	22

1 Orges brassicoles : débouchés et filière

1.1 Quel développement pour la filière orge brassicole wallonne ?

Un Plan Stratégique de Développement de l'Orge Brassicole 2017-2027 a été mis en place par le Collège des Producteurs, l'APAQ-W et le SPW. Ce Plan Stratégique fait suite au constat que malgré la popularité de nos bières belges, les malteries belges n'étaient alimentées que de manière anecdotique par des orges brassicoles wallonnes.

Depuis 2018, en partenariat avec le CEPICOP-POB et l'appui de Biowallonie et du CRA-W, le Collège des Producteurs encadre la filière d'orge de brasserie locale Prix juste pour le secteur conventionnel et le bio. La filière « orge de brasserie » se développe petit à petit. Deux malteries participent actuellement à la filière : la Malterie Dingemans et la Malterie du Château. Une quinzaine de brasseries achètent du malt du Prix Juste. Il y a actuellement 3 bières labélisées « Prix juste producteurs » : la Blanche de Liège de l'Abbaye de Val-Dieu, les bières de la Brasserie Brunehaut et la Badjave de la Brasserie Coopérative liégeoise. Ce nombre devrait augmenter rapidement puisque 6-7 dossiers sont actuellement en cours de labélisation. En parallèle, des filières « indépendantes/autonomes » se développent : c'est le cas de la brasserie des Légendes, la brasserie de la Lesse, la brasserie des trois fontaines, le whisky Belgian Owl etc.

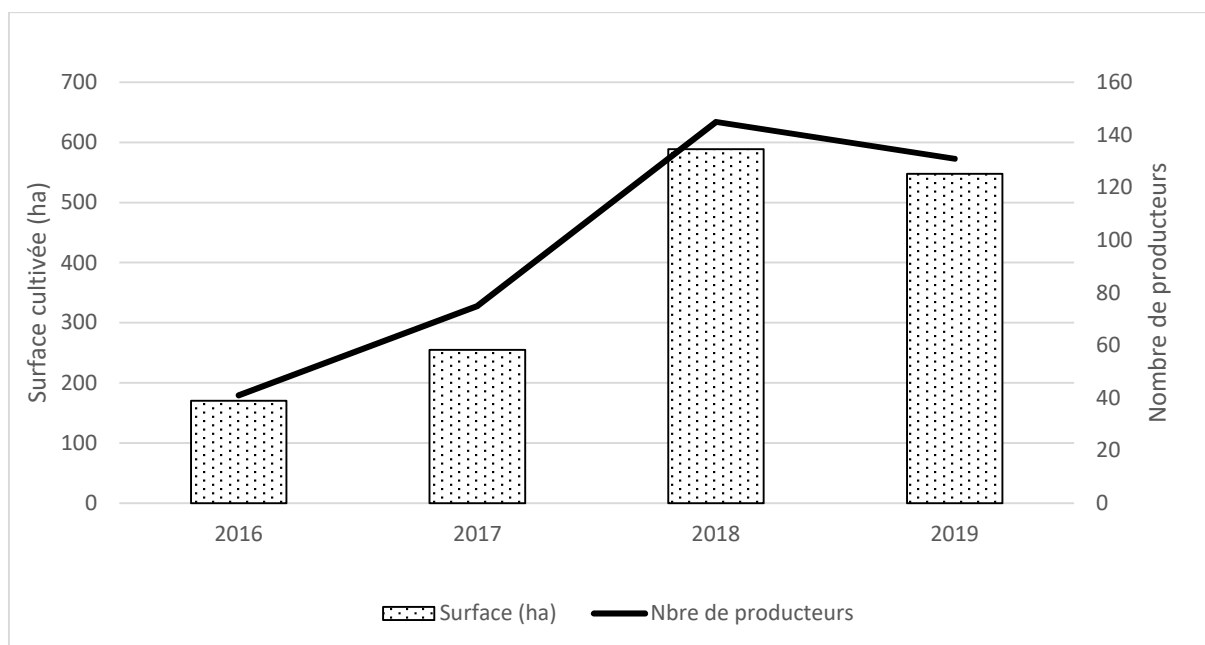


Figure 7.1 – Evolution de la surface cultivée d'orge brassicole et du nombre de producteurs en Wallonie depuis 2016.

Les résultats sont encourageants mais des actions restent à mener en 2020 et dans les années suivantes pour dynamiser encore d'avantage la filière. Un axe important sera **d'augmenter la demande des consommateurs** et donc l'intérêt des brasseurs pour s'investir dans une bière

basée sur de **l'orge local à prix juste**. Il y a en effet peu de communication sur l'origine des matières premières locales dans le malt et la bière et le consommateur n'est pas sensibilisé à cette problématique, ce qui rend certains brasseurs réticents au changement. Or, **le surcoût pour de l'orge local n'a qu'une très faible répercussion sur le prix final de la bière** payé par le consommateur (quelques cents par bière). Il sera donc important d'investir à l'avenir dans une meilleure promotion et communication plus ciblée sur l'origine des matières première des bières belge.

1.2 Assurer les débouchés

Afin de s'assurer de pouvoir valoriser sa production dans la filière brassicole, **il est indispensable d'organiser au préalable l'écoulement de la production** avec au moins un des acteurs du reste de la filière : brasseurs, distillateurs, malteurs ou négociant-stockeur. Le choix de la variété va dépendre énormément de son débouché, il doit donc être décidé conjointement avec les autres acteurs de la filière.

Dans le cas où une récolte n'aurait pas été préalablement contractualisée, celle-ci pourrait, le cas échéant, devoir être valorisée comme orge fourragère et la qualité brassicole ne serait dans ce cas pas payée.

2 Les essais variétaux

2.1 Le réseau d'essai

Depuis 2018, les essais d'orge brassicole sont mis en réseau par le CePiCOP et le CARAH. En 2019, le réseau comptait deux sites d'expérimentation : Gembloux et Vaudignies. Les principales caractéristiques des parcelles d'essai sont présentées dans le Tableau 7.1 ci-dessous.

Tableau 7.1 – Itinéraires techniques des parcelles d'essai de Gembloux et de Vaudignies en 2019.

		Gembloux		Vaudignies	
Semis		27/02/19	200g/m ²	21/02/19	275g/m ²
	Précédent		Froment		Betterave
Fumure	Reliquats 0-90cm		63uN		81 uN
	Début tallage - 21	26/03/19	90uN	26/03/19	66 uN
	Redressement	10/05/19	30uN		
Désherbage	1N - 31	23/04/19	Biathlon duo 65g/ha + Harmony M 100g/ha	02/05/19	Allie 0,03 kg/ha + Starane Forte 0,4 L/ha
Raccourcisseur	DF étalée - 39	29/05/19	Ethephon 0,7l/ha	23/05/19	Percival 0,4kg/ha
Fongicide	DF étalée - 39	29/05/19	Cerix 1,75l/ha	23/05/19	Bravo 1L/ha + Cerix 1,5L/ha
Insecticide		-	-	-	-
Récolte		30/07/19		25/07/19	

2.2 Rendements

2.2.1 Résultats des essais variétaux d'orge brassicole en 2019

Le Tableau 7.2 présente les résultats de l'ensemble des variétés dans les deux essais réalisés en 2019. Les rendements présentés sont ceux des parcelles ayant reçu une protection complète (un fongicide au stade dernière feuille étalée (BBCH39) en 2019), ils sont comparés aux parcelles témoins non traitées. Ces rendements sont exprimés en pourcent des trois témoins (RGT Planet, Lauréate et Sangria). Les rendements moyens des trois témoins dans chaque essai sont donnés en kg/ha dans le bas du tableau. Les variétés sont triées par ordre décroissant des rendements traités.

7. Orges brassicoles

Tableau 7.2 – Résultats des variétés d'orges de printemps avec et sans traitement fongicide présents dans les essais à Gembloux et à Vaudignies en 2019. Les rendements sont exprimés en pourcent de la moyenne des 3 témoins (*) au sein de chaque essai.

Variétés	CePiCOP Gembloux		CARAH Vaudignies		Moyenne	
	Traités	Non traités	Traités	Non traités	Traités	Non traités
	% des témoins					
SY Splendor	101	97	108	92	105	94
LG Tosca	107	100	101	96	104	98
Focus	108	106	99	105	104	105
SY 416789	104	97	103	102	103	99
Fandaga	102	97	104	104	103	100
RGT Planet*	107	102	98	95	102	98
Lauréate*	96	105	108	111	102	108
BR 12396c	101	97			101	97
Accordine	97	96	101	101	99	98
Sy Tungsten	91	94	103	95	97	95
Barbarella	96	86			96	86
Sangria*	97	93	95	93	96	93
Sebastian	96	88			96	88
SC9447			96	91	96	91
Firefoxx	95	92			95	92
Fantex KWS	88	87	101	99	94	93
Ovation			94	85	94	85
Odyssey	91	87	96	85	93	86
Moyenne des Témoins* (kg/ha)	8464	8173	9911	8055		

2.2.2 Résultats pluriannuels

Le Tableau 7.3 reprend les rendements moyens en pourcent des témoins (*) des variétés d'orge de printemps présentes depuis au moins 2 ans dans les essais. Ces rendements sont ceux obtenus avec une protection de 1 fongicide. La moyenne en kg/ha des trois témoins est présentée dans le bas du tableau.

Tableau 7.3 – Rendements avec protection complète des variétés d'orge de printemps présentes dans les essais depuis au moins 2 ans. Les rendements sont exprimés en pourcent de la moyenne des témoins (*)

Variétés	2017	2018	2019	Moyenne corrigée par année	Nbre d'essais
	% des témoins				
RGT Planet*	99	101	102	101	5
Lauréate*	101	99	102	100	5
Accordine		100	99	99	3
Sangria*	101	101	96	99	5
Fandaga		94	103	99	4
Odyssey	96	102	93	97	4
Fantex KWS	95	99	94	96	5
Sebastian	94	92	96	94	3
Moyenne des témoins (kg/ha)	6826	7312	9188		

2.3 Comportement face aux maladies

Le Tableau 7.4 résume le comportement des variétés d'orge brassicole face aux principales maladies du feuillage ainsi qu'à la verse. Les cotations de sensibilité aux maladies sont issues d'observations réalisées ces deux dernières années.

Dans ce tableau, sont également repris les rendements pluriannuels des variétés en l'absence de protection fongicide ainsi que le gain de rendement engendré par l'application d'un traitement fongicide unique au stade dernière feuille étalée (BBCH39).

7. Orges brassicoles

Tableau 7.4 – Caractéristiques culturales des variétés d'orge de printemps présentes depuis au moins 2 ans dans les essais. Les cotations sont exprimées sur une échelle de 1 à 9 où 9 représente une résistance totale à la maladie.

	Verse	Helmintho- -sporiose**	Rhyncho- -sporiose	Rouille naine	Rdt non traité	Apport du fongicide	Nbr d'essais
	1= très sensible, 9= très résistant				% des témoins	QTX	
Accordine	6,7	7,3	7,0	7,7	101	9,3	3,0
Fandaga	4,6	7,5	8,5	7,2	99	10,5	4,0
Fantex KWS	8,3	7,6	7,3	7,3	98	3,2	5,0
Lauréate*	8,8	7,9	7,7	7,8	102	3,6	5,0
Odyssey	6,3	7,5	6,8	7,1	98	4,2	4,0
RGT Planet*	6,3	7,2	7,5	6,9	100	5,6	5,0
Sangria*	8,0	7,0	5,8	7,8	98	5,6	5,0
Sebastian		7,7	7,0	8,0	89	5,5	3,0

* Témoin

** La pression en helminthosporiose ayant été faible en 2018 et 2019, les résultats sont peu représentatifs de la sensibilité réelle des variétés à cette maladie, ils sont mis à titre indicatif.

2.4 Qualités technologiques

2.4.1 Quelles sont les qualités technologiques recherchées en orge brassicole ?

Les malteurs et brasseurs recherchent **3 qualités technologiques fondamentales** pour s'assurer la meilleure aptitude possible à la transformation brassicole (maltage et brassage), à savoir de disposer de grains :

1. **Très riches en amidon** (et son corollaire qui est une faible teneur en protéines) afin de pouvoir apporter un maximum de sucre à transformer en alcool lors de la fermentation en brasserie. Des grains de **grand calibre** sont donc recherchés.
2. Avec une **germination très élevée, rapide et homogène** afin de rapidement produire en grande quantité les enzymes issues du maltage nécessaires pour transformer l'amidon en sucre lors du brassage ainsi que de produire un malt avec un degré homogène de germination (désagrégation) pour éviter des problèmes de concassage et filtration en brasserie. Il est donc nécessaire que le **pouvoir germinatif, la pureté variétale et le calibre** des grains soient extrêmement élevés. Pour éviter que le grain n'absorbe trop lentement ou trop rapidement de l'eau pendant la trempage, le grain **ne doit pas avoir une teneur en protéines extrêmement faible ou élevée**.
3. **Sans risques sanitaires et sans risque de gushing** (giclage de la bière) **en évitant respectivement la présence de mycotoxines et d'hydrophobines**. Il faut donc éviter le développement de pathogènes sur le grain au champ et au stockage qui se trouvent plus facilement sur **les petits grains, les grains cassés et les poussières de grains**.

Il est évident que l'orge brassicole doit être **récoltée à son pic de maturité** et **stockée à une humidité adaptée** pour garantir le maintien de sa qualité brassicole.

A la réception des grains pendant la moisson, le poids spécifique (poids à l'hectolitre), la teneur en protéines et le nom de la variété sont des informations permettant de rapidement se décider sur l'allotement d'un lot. A cela, il est très intéressant d'ajouter le calibre, la viabilité du germe et l'indice de chute de Hagberg (pré-germination) afin de mieux détecter directement un lot déviant.

Cibles pour garantir une orge brassicole de qualité

Paramètres à respecter	Seuil strict (Industriel)	Seuil souple (Artisanal)
Humidité (g/100g)	≤ 14.0	≤ 14.5
Calibre ≥ 2,5 mm (g/100g)	≥ 90	≥ 85
Calibre ≤ 2,2 mm et grains d'orge cassés (g/100g)	≤ 3	≤ 3
Grains germés, endommagés, verts et d'autres céréales (g/100g)	≤ 2	≤ 2
Matières étrangères, grains malsains, graines non-céréales comme les oléagineuses (g/100g)	≤ 0.5	≤ 0.5
Pureté variétale (%)	≥ 93	≥ 90
Germination à 3 jours sur grains entiers ≥ 2.2 mm (%)	≥ 97	≥ 92
Protéines sur grains ≥ 2.2 mm (g/100g)	9.5-11.5	9.0-12.0
* Gamme pour les appareils de mesure infrarouge de dépôt	*(9.0-12.0)	*(8.5-12.5)
Mycotoxine DON sur grains ≥ 2.2 mm (µg/kg)	< 1250	< 1250
Hagberg sur grains ≥ 2.2 mm (s)	≥ 220	≥ 180

2.4.2 Résultats des qualités technologiques

Le Tableau 7.5 reprend les principales caractéristiques technologiques des variétés d'orge brassicole de printemps. Les données présentées dans ce tableau sont les valeurs moyennes sur 3 ans.

7. Orges brassicoles

Tableau 7.5 – Principales caractéristiques technologiques des variétés d'orge de printemps : poids à l'hectolitre (kg/hl), teneur en protéine (% de matière sèche), poids de mille grain (gramme), calibrage >2.5mm, >2.8mm et <2.2mm (%).

	PHL	Protéine	PMG	Calibrage >2,5mm	Calibrage >2,8mm	Calibrage <2,2mm
	kg/hl	%	g	%	%	%
Accordine	69,2	11,4	51,4	92,8	86,2	0,8
Fandaga	69,3	11,0	52,3	92,0	82,4	0,7
Fantex KWS	69,3	11,2	49,9	91,2	80,7	0,7
Lauréate*	67,7	10,9	53,0	94,5	88,3	0,7
Odyssey	68,6	11,2	51,0	89,9	78,6	1,5
RGT Planet*	68,9	10,9	50,9	92,4	82,2	0,7
Sangria*	69,9	11,3	49,2	92,7	74,5	0,5
Sebastian	70,0	11,5	48,7	90,8	80,4	1,0

2.5 Quelle variété choisir sur base de ses qualités technologiques et agronomiques ?

Planet

Qualité agronomique : Depuis quelques années, RGT Planet a confirmé son très haut potentiel de rendement. En effet, elle se présente comme la meilleure variété sur les trois dernières années lorsque qu'elle est traitée avec un fongicide. Malgré sa sensibilité à la rouille naine, RGT Planet présente un profil de tolérance aux maladies assez intéressant grâce à sa bonne tolérance à la rhynchosporiose et à l'oïdium. Sa tenue à la verse est moyenne et est à surveiller.

Qualité brassicole : Cette variété a confirmé sa très bonne qualité brassicole (Qualité 2). Toutefois, elle présente une moins bonne aptitude à la filtration (teneur en β -glucane) lors du brassage par rapport à des variétés brassicoles plus récentes.

Sébastien

Qualité agronomique : Sebastian faisait partie des variétés les plus cultivées et appréciées il y a quelques années mais ses performances agronomiques sont maintenant dépassées.

Qualité brassicole : Cette variété a confirmé sa bonne qualité brassicole (Qualité 3). Néanmoins, elle présente une très mauvaise aptitude à la filtration (teneur en β -glucane) lors du brassage pour une variété brassicole par rapport aux variétés brassicoles plus récentes.

Odyssey

Qualité agronomique : Odyssey est une variété bien présente en Grande Bretagne. Cette variété avait donné de très bons rendements en 2018, néanmoins ses performances en 2019 sont plus faibles. Sur trois ans, elle est dans la moyenne en terme de rendement. Elle est moyennement sensible à la verse et aux principales maladies de l'orge.

Qualité brassicole : Cette variété a confirmé sa bonne qualité brassicole (Qualité 3). Néanmoins, elle présente une très mauvaise aptitude à la filtration (teneur en β -glucane) lors du brassage pour une variété brassicole par rapport aux variétés brassicoles plus récentes.

Fantex

Qualité agronomique : Sur trois ans, Fantex obtient de très bons résultats dans le Hainaut mais décroche dans les essais réalisés à Gembloux. Elle est tolérante à la verse, possède un profil de résistance aux maladies du feuillage assez équilibré, avec toutefois une sensibilité à la rouille naine.

Qualité brassicole : Cette variété a confirmé sa très bonne qualité brassicole comme Planet (Qualité 2). Fantex présente également une moins bonne aptitude à la filtration (teneur en β -glucane) lors du brassage par rapport à des variétés brassicoles plus récentes.

Lauréate

Qualité agronomique : Lauréate fait partie des variétés les plus productives lorsqu'elle est traitée et est la variété la plus productive en absence de traitement. Elle a une bonne tolérance à la verse et présente le profil de tolérance aux maladies foliaires le plus équilibré.

Qualité brassicole : Cette variété a confirmé sa très bonne qualité brassicole comme Planet (Qualité 2). Lauréate présente également une moins bonne aptitude à la filtration (teneur en β -glucane) lors du brassage par rapport à des variétés brassicoles plus récentes.

Fandaga

Qualité agronomique : Sur les deux années d'essai, Fandaga offre un potentiel de rendement dans la moyenne. Elle se démarque par sa très bonne tolérance à la rhynchosporiose et son bon comportement face aux autres maladies du feuillage.

Qualité brassicole : Cette variété présente une excellente qualité brassicole (Qualité 1). Elle possède une bonne aptitude à la filtration (faible teneur en β -glucane) lors du brassage. Néanmoins, elle présente un niveau relativement bas au niveau de son indice de chute de Hagberg. Cela indique un risque plus élevé de germination sur pied.

Sangria

Qualité agronomique : Son rendement se retrouve dans la moyenne sur trois ans. Elle présente une certaine sensibilité aux maladies du feuillage et plus particulièrement à la rhynchosporiose qui doit être contrôlée. Elle est assez tolérante à la verse.

Qualité brassicole : Cette variété présente une excellente qualité brassicole (Qualité 1). Elle possède une bonne aptitude à la filtration (faible teneur en β -glucane) lors du brassage.

Accordine

Qualité agronomique : Accordine est présente depuis deux ans dans nos essais et présente un rendement dans la moyenne lorsque qu'elle est traitée avec un fongicide et est dans le groupe tête en l'absence de traitement. Elle est moyennement sensible à la verse et présente un bon profil de résistance aux maladies.

Qualité brassicole : Cette variété présente une excellente qualité brassicole (Qualité 1). Elle possède une bonne aptitude à la filtration (faible teneur en β -glucane) lors du brassage.

3 Protection fongicide en orge de printemps

3.1 Résultats 2019

Tableau 7.6 – Itinéraire technique de l'essai fongicide en orge de printemps

<i>Carte d'identité de l'essai</i>			
Localité	Gembloux		
Précédent	Froment		
Variété	Planet		
Semis		27-févr	200gr /m ²
Fumure	Levée	26-avr	90kgN/ha
	Montaison	10-mai	30kgN/ha
Désherbage		23-avr	Harmony M 100g/ha + Biathlon Duo 65g/ha
Raccourcisseur		-	-
Fongicide	2N - 32	16-mai	Protocole
	DF - 39	29-mai	
Insecticide		-	-
Récolte		30-juil	
Rendement témoin			8423kg

En 2019, un essai fongicide a été mené par le CePiCOP à Gembloux. Le protocole de cet essai se trouve dans le Tableau 7.6.

En 2019, comme pour la plupart des céréales, la pression des maladies en orge de printemps a été relativement faible. Cette moindre pression est certainement liée aux températures basses observées à la mi-avril et surtout durant le mois de mai qui ont freiné la propagation des principales maladies de l'orge. De la rouille naine et

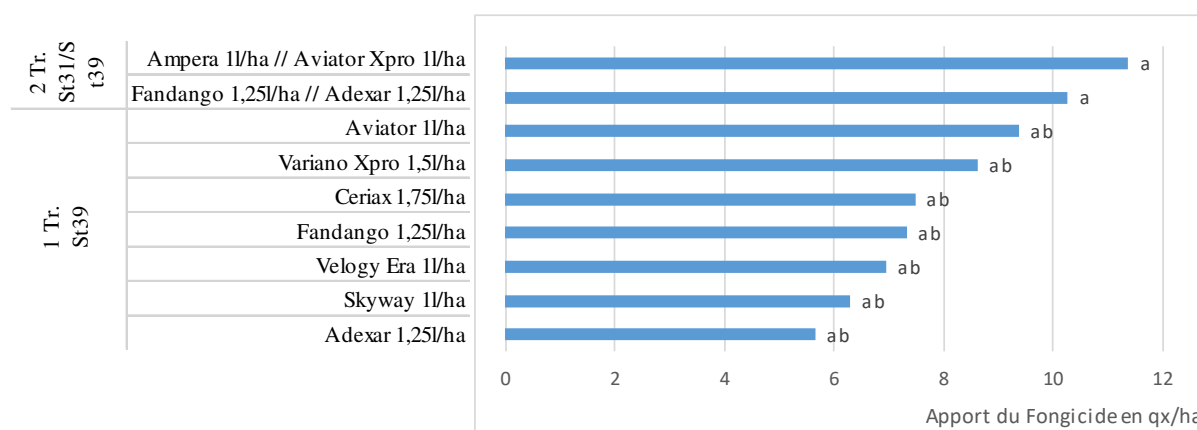
de la rhynchosporiose ont tout de même été observées. L'helminthosporiose a pour sa part été observée de manière très ponctuelle.

Dans les essais, trois schémas de traitement sont comparés ; zéro traitement, un traitement au stade dernière feuille étalée (BBCH39) et deux traitements, un à la montaison (BBCH31) et un au stade dernière feuille étalée (BBCH39). Le Tableau 7.8 reprend les gains de rendement (qx/ha) par rapport à un témoin non traité engendré par les neuf modalités de traitement testées 2019. Le détail sur la composition des huit produits expérimentés se trouve dans le Tableau 7.7.

Tableau 7.7 – Composition des produits testés en 2019.

Produit	Composition			
	strobilurine g/L	SDHI g/L	Triazole g/L	Autre g/L
Adexar		fluxapyroxad 62,5	epoxiconazole 62,5	
Ampera			tebuconazole 133	prochloraz 267
Aviator Xpro		bixafen 75.0	prothioconazole 150	
Cerix	pyraclostrobine 67	fluxapyroxad 42	epoxiconazole 42	
Fandango	fluoxastrobine 100		prothioconazole 100	
Skyway		bixafen 75	prothioconazole 100	
Variano Xpro	fluoxastrobine 50	bixafen 42	prothioconazole 100	
Velogy Era		benzovindiflupyr 42	prothioconazole tebuconazole 100	

Tableau 7.8 – Gains de rendement (qx/ha) par rapport à un témoin non traité engendrés par les modalités de traitement testées en 2019.



En 2019, la meilleure modalité de traitement a permis de réaliser un gain de rendement de 11,4 qx par hectare alors que la moins bonne a permis un gain de rendement de 5.7 qx par hectare. L'analyse statistique des résultats obtenus ne permet cependant pas de déceler des différences significatives entre les neuf modalités de traitement. Statistiquement, toutes les modalités sont équivalentes.

3.2 Apport d'un traitement à la montaison

Le Tableau 7.9 permet d'exprimer en kg/ha le coût d'un traitement à la montaison en fonction du coût du traitement (passage compris) et du prix de vente de l'orge en €/T.

Tableau 7.9 – Simulation du coût du traitement de montaison exprimé en kg/ha d'orge de printemps en fonction du coût du traitement (passage compris) et du prix de vente de l'orge en €/T.

		Prix de l'orge					
		125€/T	150€/T	175€/T	200€/T	225€/T	250€/T
Prix du fongicide + passage	55€/ha	440	367	314	275	244	220
	60€/ha	480	400	343	300	267	240
	65€/ha	520	433	371	325	289	260

En 2019 :

Un gain de rendement moyen de 340 kg/ha d'orge a été engendré par l'application d'un fongicide de montaison (Figure 7.1). Ce résultat est déterminé par la comparaison du rendement moyen obtenu par un schéma à deux traitements (9500 kg/ha) avec le rendement moyen des schémas à un traitement (9160 kg/ha).

Le Tableau 7.9 montre que dans la situation la plus favorable (prix de l'orge à 250 €/T et un coût du traitement à la montaison de 55 €/T), le traitement à la montaison était rentable, il permettait de gagner 120 kg net d'orge. En prenant une situation plus proche de la réalité de 2019, un prix du fongicide, passage compris, de 60 €/ha et un prix de l'orge de 150 €/T, il aurait fallu que le traitement à la montaison permette de gagner 400 kg d'orge pour être remboursé.

En conclusion, en 2019, à Gembloux, un traitement des orges à la montaison n'était rentable que si l'agriculteur disposait de contrat lui assurant un débouché pour sa récolte a un prix supérieur à 175 €/T.

Résultats pluriannuels :

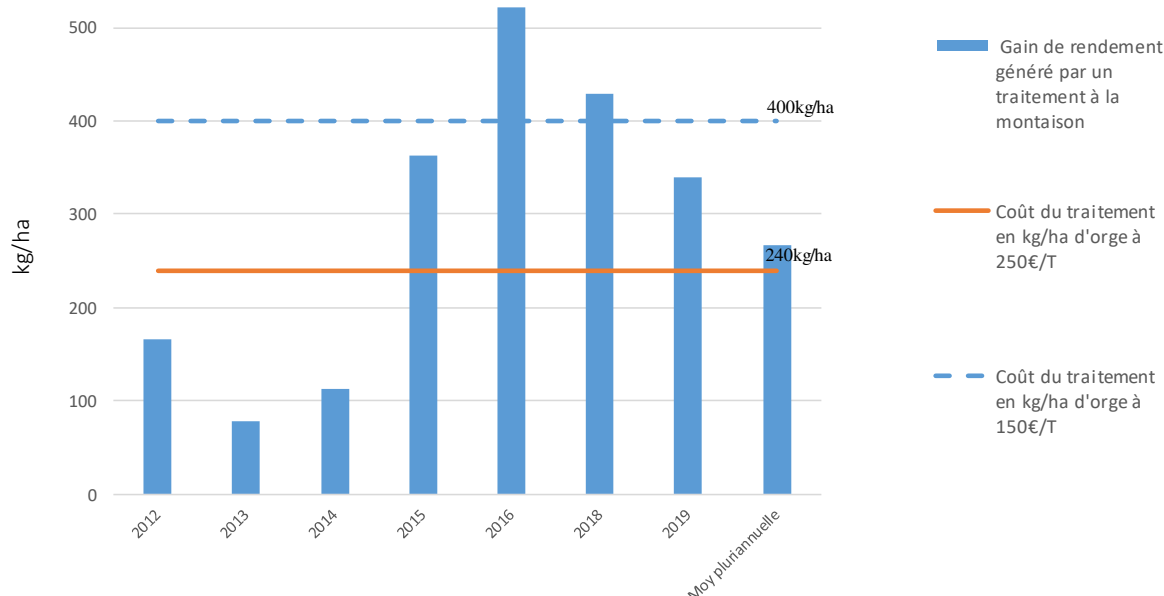


Figure 7.1 – Moyenne annuelle des gains de rendement générés par un traitement de montaison par rapport à des schémas à 1 traitement dernière feuille dans les essais orge de printemps réalisés à Gembloux depuis 2012. Les deux lignes horizontales représentent les gains minimums de rendement (en kg d'orge/ha) à atteindre pour rembourser un coût de traitement à la montaison estimé à 60€/ha.

En prenant un coût moyen pour un traitement à la montaison de 60 €/T, la Figure 7.1 montre que lorsque le prix de l'orge brassicole est égal à 150 €/T et il faut que le traitement à la montaison permette d'atteindre un gain de rendement de 400 kg/ha pour être rentable, cet objectif a été atteint 2 fois en 7 ans. Les 5 autres années, le traitement à la montaison n'était pas rentable. En moyenne sur 7 ans, il y a une perte de 145 kg/ha d'orge net par an en traitant 2 fois. Lorsque le prix de l'orge est bas, un traitement systématique en montaison n'est pas recommandé dans toutes les situations !

Par contre, lorsque les prix du marché sont très hauts ou lorsqu'on dispose de contrat assurant un débouché à 250 €/T, l'objectif de gain de rendement minimum à atteindre est de 240 kg/ha. Cet objectif a en moyenne été atteint 4 années sur 7. Un deuxième traitement permet de gagner en moyenne 25 kg d'orge net par an tous les 7 ans.

3.3 Quelle stratégie de lutte adopter ?

Fongicide au stade montaison :

Comme nous l'avons démontré dans le point 0 (page 14) un traitement à la montaison n'est pas systématiquement rentabilisé. **Il ne faut donc jamais traiter préventivement sans avoir au préalable observé sa parcelle** à ce stade ; la décision de traiter ou non en montaison est à prendre à la parcelle en fonction de la présence des maladies, de leur importance, de la variété et du climat annoncé les jours suivants La clé pour déterminer s'il faut traiter est d'aller observer son champ. Si à la montaison, des symptômes de maladies sont observés sur l'avant

7. Orges brassicoles

dernière feuille formée (F-4) alors la décision de traiter peut être prise. L'observation de maladies sur des feuilles anciennes (feuilles de tallage) n'est pas suffisante pour décider de traiter. La présence de maladies sur les nouvelles feuilles développées en cours de montaison est seul déterminant : il faut traiter avant que ces maladies n'envahissent les quatre dernières feuilles, ce qui n'arrivera pas si les météorologues annoncent une période sèche prolongée qui devrait en outre accélérer l'apparition du stade dernière feuille.

Fongicide au stade dernière feuille :

En orge de printemps, il est assez rare que le traitement au stade dernière feuille étalée (BBCH39) ne soit pas rentabilisé. Il faut donc traiter systématiquement les variétés classées sensibles aux maladies au stade dernière feuille (même en absence de maladie). Le choix des produits sera fait en fonction de la maladie dominante et des maladies accompagnantes (oïdium par exemple). Les informations relatives à l'efficacité des fongicides en orge se trouvent dans la partie protection de l'escourgeon.

On peut ne pas traiter systématiquement les variétés les plus résistantes au stade dernière feuille si les feuilles formées pendant la montaison sont indemnes de toute maladie et que le climat annoncé pendant les jours suivants n'est pas favorable aux maladies. Faire l'impasse complet de traitement à ce stade reste cependant assez risqué.

4 Fertilisation azotée en orge

4.1 Résultats de l'essai variétés*fertilisation azotée

En 2019, un essai a été mis en place à Gembloux afin d'évaluer la réponse variétale de l'orge à sept schémas de fertilisation.

Les impacts de la fumure azotée sur les rendements et sur les principaux critères de qualité seront détaillés dans cette partie. Un test statistique pour chaque variété a été réalisé pour tous les critères afin d'évaluer les objets statistiquement équivalents. Les données sont donc à comparer ligne par ligne dans chaque tableau. La valeur la plus élevée observée pour chaque variété est marquée d'une (*) et est en gras. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale.

Le schéma de fumure en orge est généralement basé sur deux fractions d'engrais azoté, la première fraction est apportée à la levée, la deuxième est apportée au stade redressement si la culture en a besoin. Etant donné que la première fraction est apportée à la levée, un engrais solide sous forme d'ammonitrate 27 % est souvent préféré à une forme liquide pour éviter les dégâts (brûlures) sur les plantes peu développées.

Le Tableau 7.10 reprend les rendements obtenus par les 4 variétés en fonction des 7 fumures apportées. Le Tableau 7.11 reprend lui les teneurs en protéines mesurées en % de matière sèche. Ces deux tableaux sont toujours à analyser en parallèle, en effet, la teneur en protéines doit

répondre à des normes assez strictes (elle doit être comprise entre 9,0 et 11.5 % avec un optimum à 10.5 %). Or la teneur en protéines est fortement liée à la fumure azotée apportée.

L'année 2019 a été marquée par des rendements exceptionnels en orge de printemps avec des récoltes pouvant atteindre 8 à 9 tonnes par hectares. A contrario, les teneurs en protéines des orges étaient particulièrement basses. La teneur en protéines maximale atteinte dans l'essai de Gembloux était de 10,0 % pour la variété Focus avec une fumure azotée de 150 kgN/ha. Ce schéma de fumure (150-0) est un schéma extrême qui entraîne habituellement un dépassement de la teneur en protéines et qui n'est donc pas recommandé. En 2019, les optimums de rendement couplés avec les optimums de teneur en protéines ont été atteints pour la majorité des variétés avec une fumure de 150 kgN/ha à la levée.

La fumure habituellement conseillée est : 90 unités au tallage pour une parcelle avec des reliquats azotés faibles et une teneur en humus dans la moyenne. Dans le cas de reliquats élevés, il est conseillé de diminuer la première fraction à 60 kgN/ha. Cette première fraction peut éventuellement être suivie d'une fraction de correction de 30 unités au redressement si la culture paraît carencée. En 2019, cette fraction complémentaire de 30 kgN/ha permettait d'être statistiquement équivalente à la fumure de 150 KgN/ha pour trois variétés sur quatre.

Malgré les résultats obtenus en 2019, il n'est pas recommandé d'apporter plus de 90 kgN/ha à la première fraction. **En orge brassicole, la prudence doit être le maître mot afin de limiter les risques de déclassement à la récolte.**

Tableau 7.10 – Réponse des rendements (kg/ha) à la fumure azotée en orge de printemps à Gembloux en 2019. La première fraction est apportée à la levée et la deuxième au stade redressement.

Var.	0-0	60-0	90-0	60-30	120-0	90-30	150-0
Planet	4285	6876	7960	7800	8022	8754	8886*
Focus	3787	6454	7682	7078	8383	8262	9008*
Fantex	3948	6296	7779	7391	8184	8139	8622*
Lauréate	4335	7063	7930	7845	8545	8660	9020*

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

Tableau 7.11 – Réponse de la teneur en protéines (exprimée en % de matière sèche) à la fumure azotée en orge de printemps à Gembloux en 2019.

Var.	0-0	60-0	90-0	60-30	120-0	90-30	150-0
Planet	8,1	7,9	8,4	8,3	9,4*	9,2	9,3
Focus	8,3	8,2	8,8	8,6	9,3	9,2	10*
Fantex	7,8	7,7	8,5	8,4	9,5	9,2	9,9*
Lauréate	8,2	7,8	8,2	8,7	8,7	9,0	9,3*

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

Comment expliquer ces faibles teneurs en protéines en 2019. Il y a quatre explications probables :

- La première explication est en lien avec le phénomène de dilution. Des rendements élevés entraînent une dilution de la teneur en protéine.
- De plus la variété la plus cultivée est RGT Planet, elle présente une très faible

7. Orges brassicoles

propension à accumuler des protéines. La deuxième explication est donc variétale.

- Ensuite il y a probablement eu des problèmes de nutrition azotée à partir du stade dernière feuille entraînant des carences en azote en fin de cycle
- En enfin, il y a eu des pertes d'azote par volatilisation pour la fraction apportée à la levée à cause des conditions sèches.

Les Tableaux 7.12 et 7.13 reprennent les réponses des calibrages à la fumure. L'analyse statistique montre que la plupart des schémas de fumure permettent d'atteindre un niveau de calibre statistiquement équivalent à la valeur la plus haute obtenue pour chaque variété.

Une deuxième analyse statistique a été réalisée pour comparer les quatre variétés entre elles. Les résultats de cette analyse ont montré que statistiquement, il y a des différences de calibre entre les variétés. Les deux variétés qui permettaient en 2019 d'avoir le meilleur calibre pour la fraction supérieure à 2.5mm étaient Lauréate et RGT Planet. Pour le calibre supérieur à 2.8mm, la variété Lauréate était supérieure aux trois autres variétés.

Tableau 7.12 – Réponse du calibre pour la fraction supérieure à 2.5mm (en %) à la fumure azotée en orge de printemps à Gembloux en 2019.

Var.	0-0	60-0	90-0	60-30	120-0	90-30	150-0
Planet	92,7	93,8	94,8	92,9	94,6*	94,2	93,4
Focus	93,3	93,2	92,8	95,0	91,4	93,8*	92,4
Fantex	90,3	91,2	91,5	92,4	92,6*	90,1	91,4
Lauréate	93,9	94,4	95,1	95,7*	95,6	95,1	95,4

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

Tableau 7.13 – Réponse du calibre pour la fraction supérieure à 2.8mm (en %) à la fumure azotée en orge de printemps à Gembloux en 2019.

Var.	0-0	60-0	90-0	60-30	120-0	90-30	150-0
Planet	63,3	64,6	69,6	65,6	70,9*	69,8	64,7
Focus	62,7	57,2	57,7	60,3	55,4	63,7*	58,0
Fantex	50,0	54,4	58,5	66,7*	64,3	62,4	59,6
Lauréate	71,0	70,5	71,7	74,7	75,9*	73,8	75,8

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale

5 Recommandations pratiques

L'orge de printemps cultivée pour la malterie se caractérise par une utilisation optimale des intrants à un niveau faible. La valorisation de l'orge de printemps en malterie exige des soins à la récolte et une qualité de stockage particuliers (points 5.10 et 5.11, page 22).

5.1 Choix des parcelles

Les parcelles riches en humus actif (anciennes prairies, restitutions organiques abondantes ...) sont déconseillées pour une production brassicole.

D'autre part les parcelles trop filtrantes (séchantes et donc comportant des risques plus élevés d'échaudage) ou présentant des défauts de structure ne conviennent pas (les orges y sont plus sensibles que les froments).

La place normale de l'orge de printemps est en 2^{ème} paille après un froment mais l'orge de printemps peut aussi suivre une tête de rotation. Dans cette situation, les précédents à forts reliquats azotés (pomme de terre, pois, légumes...) ne sont pas indiqués pour un débouché brassicole. Il convient alors aussi de tenir compte d'éventuelle présence de mouches nuisibles au semis : suivre alors les avis de surveillance donnés pour les froments et utiliser des semences traitées ad hoc si nécessaire.

L'orge de printemps peut aussi revenir sur elle-même. Bien que théoriquement l'orge de printemps s'accommode aussi des « petites terres », il est préférable, pour un débouché brassicole, de lui réserver les bonnes terres à betteraves. Il ne faut évidemment pas espérer obtenir les meilleurs revenus financiers sur les plus mauvaises terres de la ferme.

5.2 Date de semis en orge de printemps

La date idéale de semis se situe autour du 15 mars.

Semer plus tôt (jamais avant le 10 février) dans de très bonnes conditions de ressuyage et d'ensoleillement devrait théoriquement permettre d'assurer une plus longue période de végétation, un meilleur enracinement et une meilleure résistance à une sécheresse éventuelle. Le principal avantage avéré des semis de février est d'atteindre le stade 1^{er} nœud avant les premiers vols de pucerons vecteurs de jaunisse nanisante au printemps. Par contre, un semis hâtif qui lève plus lentement et risque plus d'être ravagé par les pigeons et corvidés a beaucoup plus de chance d'être raté. En outre, dans ces semis, les vulpins peuvent être plus envahissants.

Il n'y a aucune raison de se presser avant le 15 mars si les conditions de semis ne sont pas vraiment bonnes. Par contre si les conditions sont très bonnes dans la seconde quinzaine de février, il ne faut pas hésiter si on ne craint pas les corbeaux. Plus le semis est tardif, plus la préparation du sol devra être affinée pour favoriser une levée rapide.

Dans toutes les situations, mais surtout si la préparation du sol ou la levée ne semblent pas satisfaisantes, il ne faut pas hésiter à rouler le semis (le plus tôt est le mieux, mais le roulage

peut être fait sans aucun problème jusqu'au stade 1^{er} nœud).

En mai, semer de l'orge de printemps ne se fera que s'il n'y a pas d'autre choix.

5.3 Densité de semis

Il faut semer sans jamais dépasser 250 grains au m². Ne pas descendre sous 200 gr/m² même quand les conditions sont excellentes. Les dégâts de pigeons ou de corvidés ne sont pas moindre avec de fortes densités de semis ; par contre les oiseaux font plus difficilement des dégâts quand la parcelle est roulée. Les essais menés à Lonzée sont généralement semés à la mi-mars à 200 grains/m² et roulés au semis.

5.4 Protection des semences et des jeunes semis

Les semences doivent être désinfectées, en particulier contre le charbon. Pendant la levée, le placement dans la culture de bandelettes colorées de type « travaux routiers » s'est révélé efficace pour effrayer les oiseaux de passage, mais pas les locaux résidents. Une parcelle roulée est également moins attractive pour les oiseaux.

5.5 Insecticide contre les pucerons jusqu'au stade 1^{er} nœud

Les céréales de printemps sont très sensibles aux viroses transmises par les pucerons, surtout après un hiver clément pendant lequel les pucerons auraient survécu, il faut rester très vigilant jusqu'à la montaison et traiter si nécessaire, selon les avertissements. Il est rare de devoir traiter les semis réalisés avant le 15 mars.

5.6 Fumure azotée

Il n'est pas recommandé d'apporter une fumure au semis pour les semis de février, il faut attendre la levée qui peut prendre plusieurs semaines. Par contre, apporter la fumure de base au moment des semis effectués à partir de la mi-mars ou après peut être envisagé.

Dans les conditions de référence, et si les reliquats azotés moyens en sortie d'hiver sont de l'ordre de 80 kg d'azote sur 1,5 m (ou 60 kgN/ha sur 90 cm) (voir l'article « azote minéral du sol »), la fumure conseillée est de 90 kgN/ha dès le début de la végétation renforcée par 20 à 40 kgN/ha au stade redressement si la culture paraît carencée. Dans le cas de conditions très sèches (comme par exemple en 2018), la deuxième fraction est rarement bien valorisée par la culture, la deuxième fraction peut dans ce cas ne pas être appliquée. Pour adapter la fumure à sa parcelle en fonction de l'expérience passée, il est important de savoir que les teneurs en protéines varient de 0.5 % quand la fumure azotée varie de 25 uN. Si le climat est trop sec pendant la levée, il faut mettre la fumure de base le plus vite possible dès les premières pluies pour favoriser l'installation de la culture. Dans ces conditions, il ne faut pas hésiter à rouler la parcelle si cela n'a pas été fait au semis.

Appliquer la fumure en deux applications permet de bien maîtriser la fumure et de l'adapter en fonction du développement de la végétation.

Le calibre des grains diminue avec l'augmentation de la fumure, surtout les années de sécheresse pendant le remplissage des grains. Dépasser la fumure de référence n'est pas prudent lorsqu'on cultive pour la première fois de l'orge de printemps. Avec de l'expérience, on pourra éventuellement prendre ce risque en connaissance de cause.

5.7 Désherbage : normalement pas de lutte contre le vulpin

Il faut éviter de stresser inutilement l'orge de printemps. Excepté pour les parcelles que l'on sait envahies par la folle-avoine ou le jouet du vent et qu'il convient de traiter au triallate, il n'est généralement pas nécessaire de traiter les orges de printemps contre les graminées. Pour lutter contre les graminées (le problème se pose plus souvent pour les semis de février), de nombreux produits agréés en escourgeon ont été testés sans aucun dommage pendant le tallage quand la céréale est bien vigoureuse et non stressée. Contre les dicotylées, la gamme des produits est très large (consulter la liste dans les pages jaunes).

5.8 Stratégie de lutte contre les maladies en orge de printemps

Fongicide au stade montaison :

Comme nous l'avons démontré dans le point 0 (page 14) un traitement à la montaison n'est pas systématiquement rentabilisé. **Il ne faut donc jamais traiter préventivement sans avoir au préalable observé sa parcelle** à ce stade ; la décision de traiter ou non en montaison est à prendre à la parcelle en fonction de la présence des maladies, de leur importance, de la variété et du climat annoncé les jours suivants La clé pour déterminer s'il faut traiter est d'aller observer son champ. Si à la montaison, des symptômes de maladies sont observés sur l'avant dernière feuille formée (F-4) alors la décision de traiter peut être prise. L'observation de maladies sur des feuilles anciennes (feuilles de tallage) n'est pas suffisante pour décider de traiter. La présence de maladies sur les nouvelles feuilles développées en cours de montaison est seul déterminant : il faut traiter avant que ces maladies n'envahissent les quatre dernières feuilles, ce qui n'arrivera pas si les météorologues annoncent une période sèche prolongée qui devrait en outre accélérer l'apparition du stade dernière feuille.

Fongicide au stade dernière feuille :

En orge de printemps, il est assez rare que le traitement au stade dernière feuille étalée (BBCH39) ne soit pas rentabilisé. **Il faut donc traiter systématiquement les variétés classées sensibles aux maladies au stade dernière feuille** (même en absence de maladie). Le choix des produits sera fait en fonction de la maladie dominante et des maladies accompagnantes (oïdium par exemple). Les informations relatives à l'efficacité des fongicides en orge se trouvent dans la partie protection de l'escourgeon.

On peut ne pas traiter systématiquement les variétés les plus résistantes au stade dernière feuille si les feuilles formées pendant la montaison sont indemnes de toute maladie et que le climat annoncé pendant les jours suivants n'est pas favorable aux maladies. Faire l'impasse complet de traitement à ce stade reste cependant assez risqué.

5.9 Les régulateurs de croissance

En culture d'orge de printemps brassicole, l'emploi d'un régulateur n'est pas systématiquement nécessaire.

Pour les variétés ayant une cote de verse supérieure à 7, l'emploi d'un régulateur n'est pas nécessaire et peut même dans certains cas impliquer des pertes de rendement. Si en cours de montaison, la culture est trop dense, un traitement peut tout de même être nécessaire pour ces variétés.

Certaines variétés y sont plus sensibles. C'est pourquoi un traitement est conseillé pour les variétés présentant une cotation verse inférieure à 7 (voir Tableau 7.4, page 8).

Un double traitement préventif contre la verse n'est jamais conseillé.

5.10 Récolte des orges de brasserie

L'orge va subir en malterie une mise en germination pendant 3 à 5 jours. L'orge devra donc avoir un pouvoir germinatif intact et une énergie germinative maximale.

La récolte ne peut commencer que lorsque le grain est bien mûr, avec, si possible, une teneur en eau inférieure à 15 %. Les récoltes sont déclassées d'office si l'humidité est supérieure à 17 %.

La moissonneuse doit être réglée pour éviter de casser les grains, plus gros en orge deux rangs qu'en escourgeon.

Les zones versées doivent idéalement être isolées à la récolte des lots brassicoles car la faible qualité de ces zones peut entraîner le déclassement de toute la récolte (elles entraînent souvent des problèmes gushing).

5.11 Stockage des orges de brasserie

Vu les volumes des lots à livrer en malterie, le négociant stockeur est pratiquement incontournable, mais les exigences de qualité en malterie sont telles que seuls les stockeurs qui ont misé sur cette politique de qualité sont acceptés en tant que fournisseurs des malteries belges.

Au point de vue infrastructure, le négociant-stockeur doit au minimum être équipé :

- de trémies de réception séparées permettant de rentrer des variétés en lots purs ;
- de silos parfaitement équipés en ventilation permettant d'abaisser la température autour de 20 °C le jour même de la réception ;
- de nettoyeur pour pouvoir éliminer dès la réception un maximum de poussières, impuretés et grains moisissés incompatibles avec une bonne conservation ;
- de calibreur permettant d'éliminer les orgettes (grains < 2.2 mm) des récoltes ;
- d'un séchoir performant à utiliser dans les jours suivants la récolte pour sécher toutes les livraisons moissonnées à plus de 16 % (mesure de l'humidité 24 heures après mise en silo,

après stabilisation : en début de moisson, l'humidité réelle des grains est très souvent sous-estimée de 1 à 2 %).

Le négociant doit être aux normes HACCP (obligatoire depuis 1997) et le personnel doit être sensibilisé et motivé à une politique de qualité.

Tous les négociants ne sont donc pas également compétents pour pouvoir espérer une bonne valorisation de l'orge de brasserie.

Le stockage de l'orge de brasserie est très délicat et bien plus contraignant que celui des autres céréales, y compris des semences, puisque la garantie d'énergie germinative est de 95 % en 3 jours en orge de brasserie, ce qui est beaucoup plus drastique que le pouvoir germinatif exigé des semences.

A la récolte, l'orge a une dormance plus ou moins forte selon l'année (climat pendant la maturation du grain), le type d'orge, la variété ... Ainsi, les orges de printemps originaires de nos régions septentrionales ne sont généralement maltées qu'à partir de la fin de l'automne, et les orges d'hiver à partir du printemps. Entre-temps, l'orge de brasserie doit être stockée ; les livraisons ne se font jamais à la moisson, ce qui n'est pas le cas de l'escourgeon ou du froment.

Une directive européenne a introduit de nouvelles normes sanitaires qui concernent les teneurs maximales autorisées en mycotoxines : les aflatoxines B1, B2, G1, G2 et l'ochratoxine A. Ces mycotoxines sont produites par les *Penicillium* et *Aspergillus* se développant lorsque le stockage n'est pas assez soigné.

Des normes existent aussi pour les DON, mycotoxines dont l'origine provient des fusarium se développant au champ ; mais dans notre climat tempéré d'Europe Occidentale, les DON ne se retrouvent que rarement et en quantités négligeables sur orge, contrairement aux orges nord-américaines. Néanmoins les grains moisissés et/ou fusariés sont indésirables en malterie et ils doivent être éliminés de la récolte.

Pour parvenir à conserver les pouvoirs et l'énergie germinatifs et la qualité sanitaire pendant ces périodes obligatoires de stockage, **le stockeur doit ramener le plus rapidement possible la température du grain dans les silos sous 15°C, mais surtout l'humidité du grain autour de 14 %** : d'où la nécessité de récolter quand le grain est sec, et de pouvoir, en années humides, sécher les récoltes sans que les températures ne dépassent 38°C dans le grain. Au-delà de 16 % d'humidité dans le silo, il n'est pas possible de maintenir une qualité parfaite de la récolte par la ventilation seule ; il faut aussi sécher.

En 2018, de nombreux lots d'orge brassicole stockés chez des agriculteurs ont été déclassés en orge fourrager à cause de moisissures apparues durant le stockage. Il est donc déconseillé aux agriculteurs de stocker des orges brassicoles chez eux à moins de posséder des infrastructures pouvant garantir un stockage optimal.

Pour des renseignements complémentaires :

Tél. : 081/62 21 39

0496/687144

Mail : rm.cepicop@centrespilotes.be

8. Variétés en céréales de printemps

R. Meza¹, B. Godin², R. Meurs³, R. Blanchard³, B. Bodson⁴, D. Eylenbosch¹, G. Sinnaeve² et G. Jacquemin¹

1	Déroulement de la saison.....	2
2	Froment de printemps	4
2.1	Présentation des variétés.....	4
2.2	Présentation des résultats pour 2019.....	5
2.2.1	Rendements	5
2.2.2	Caractéristiques agronomiques et technologiques	5
3	Avoine de printemps.....	7
3.1	Présentation des variétés.....	7
3.2	Présentation des résultats	8
3.2.1	Rendements 2019	8
3.2.2	Rendements pluriannuels sans et avec protection fongicide	10
3.2.3	Caractéristiques agronomiques et technologiques	11

¹ CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Productions végétales

² CRA-W – Département Connaissance et valorisation des produits – Unité Valorisation des produits, de la biomasse et du bois

³ CePiCOP asbl – Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux

⁴ ULiège GxABT – AgroBioChem – Phytotechnie tempérée

1 Déroulement de la saison

R. Meza⁵, D. Eyllenbosch⁵ et G. Jacquemin⁵

Après un mois de janvier maussade et une première décade de février assez humide, le froment et l'avoine de printemps ont pu bénéficier d'une période propice à leur implantation. La deuxième et la troisième décades de février ont été froides mais particulièrement sèches. Après cette accalmie de deux semaines, le mauvais temps a fait son retour pendant les deux premières décades de mars. Cette période suivant les semis et correspondant à la fin de l'hiver est très importante pour les cultures de printemps car les semences et les jeunes plantules sont alors très vulnérables aux attaques d'oiseaux, principalement des corvidés et des pigeons. La nourriture étant encore rare pour ces derniers, ils se concentrent alors sur les premiers semis de l'année engendrant d'importants dégâts surtout si les champs sont de petites tailles ou sur des re-semis très locaux (tas de betteraves).

Des essais menés en 2019, il apparaît que les dégâts d'oiseaux sur les cultures de printemps dépendent de plusieurs facteurs. Outre la date de semis et la localisation de la culture, les espèces d'oiseaux ainsi que leur nombre sont des facteurs importants. La culture et la variété influencent également l'attractivité du champ. Par exemple, sur la plateforme des essais céréales de printemps situés à Gembloux, les corbeaux freux (*Corvus frugilegus*) ont été les corvidés les plus préjudiciables, préférant les froments aux avoines.

Face à cette problématique, il est nécessaire d'agir de manière préventive vu qu'aucun répulsif-oiseaux n'est autorisé en céréales de printemps. Des effaroucheurs, des canons, des épouvantails peuvent être mis en place. Les semences peuvent être enfouies plus profondément si les conditions le permettent. Cela ne fonctionnera cependant que pour protéger les semences des corneilles et pigeons mais pas les plantules des corbeaux freux.

En 2019, au vu des importants dégâts d'oiseaux sur les parcelles de froment de printemps sur la plateforme d'essai du CRA-W à Gembloux, un deuxième essai a été implanté vers la mi-mars.

Le printemps 2019 peut être considéré comme normal, avec cependant quelques faits marquants. Du gel tardif a été enregistré sur Gembloux les 13 et 14 avril et le mois de mai a été frais et humide avec des précipitations importantes enregistrées localement en fonction des régions.

Durant les mois de l'été, les températures ont été particulièrement chaudes et la pluviosité très faible. Plusieurs vagues de chaleur dépassant les 30°C ont été enregistrées en juin et en juillet.

Les effets « coups de chaud » ont malgré tout pu être évités car les pics de température du

⁵ CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Productions végétales

mois de juin n'ont pas atteint les 35 °C et le record de 40°C du 24 juillet était trop tardif pour affecter la culture.

La pression des maladies pour le froment de printemps ainsi que pour l'avoine de printemps a été assez faible. Certaines maladies se sont cependant exprimées que ponctuellement ce qui a permis d'établir des différences variétales par rapport à celles-ci.

Les récoltes des céréales de printemps ont débuté vers la fin du mois de juillet à l'image du froment d'hiver. Les rendements dans les essais sont supérieurs à l'année 2018, en moyenne 400 kg/ha de plus pour le froment de printemps et de 800 kg/ha de plus pour l'avoine de printemps.

Les poids à l'hectolitre sont restés stables par rapport à l'année dernière, de l'ordre de 9 kg/hl en froment de printemps et de 50 kg/hl en avoine de printemps. Par contre, une légère diminution a été enregistrée pour les taux de protéines des deux cultures.

2 Froment de printemps

R. Meza⁶, B. Godin⁷, D. Eylebosch⁶, G. Sinnaeve⁷ et G. Jacquemin⁶

2.1 Présentation des variétés

Le Tableau 2.1 présente les variétés de froment de printemps qui ont été testées durant la saison 2019 dans les essais post-inscription du CRA-W sur la plateforme expérimentale à Gembloux.

Tableau 2.1 – Présentation des 9 variétés testées dans les essais « post-inscription ».

Variété	Obtenteur		Année de 1ère inscription à la liste européenne		Mandataire pour la Belgique
			Année	Pays	
Calixo	Secobra Recherches S.A.S.	FR	2014	GB, EE, LT, LV	Jorion Philip Seeds
Feeling	Lemaire-Deffontaines S.A.	FR	2015	FR	Jorion Philip Seeds
KWS Mistral	KWS Lochow GmbH	DE	2015	DE, AT, FI, EE	Aveve Zaden
KWS Starlight	KWS Lochow GmbH	DE	2018	DE, EE, LT, NL	Aveve Zaden
Lennox	Strube Research GmbH & Co. KG	DE	2011	GB, FR, AT, FI, DE	SCAM
Quintus	Wiersum Plantbreeding B.V.	NL	2013	NL, DE, CZ, EE, LT,	Limagrain
Sensas	Serasem Recherches et Sélections Végétales	FR	2006	ES, AT, FR	Jorion Philip Seeds
Servus	Strube Research GmbH & Co. KG	DE	2016	DE, LT	Aveve Zaden
Tybalt	W. von Borries-Eckendorf GmbH & Co. Kommanditgesellschaft	DE	2003	GB, NL, DE, FR, EE	Limagrain

Autriche (AT), République Tchèque (CZ), Estonie (EE), Finlande (FI), France (FR), Allemagne (DE), Lettonie (LV), Lituanie (LT), Pays bas (NL), Espagne (ES), Royaume-Uni (GB)

Remarquez qu'aucune des variétés en froment de printemps n'a été inscrite dans le catalogue national. Il est dès lors fondamental de tester ces variétés dans les essais post-inscription afin de déterminer leurs aptitudes à la culture dans notre contexte pédoclimatique wallon.

⁶ CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Productions végétales

⁷ CRA-W – Département Connaissance et valorisation des produits – Unité Valorisation des produits, de la biomasse et du bois

2.2 Présentation des résultats pour 2019

2.2.1 Rendements

Le Tableau 2.2 présente les rendements obtenus en kg/ha pour les neuf variétés testées en 2019 ainsi que leurs rendements en % par rapport aux moyennes des témoins (Calixo, KWS Mistral et Tybalt). Dans le même tableau sont également repris les rendements obtenus en 2018.

La protection de la culture en 2018 et 2019 a été différente. En 2019 un seul fongicide a été appliqué au stade dernière feuille étalée (BBCH 39) alors qu'en 2018, nous avons eu recours à deux traitements fongicides.

Tableau 2.2 – Rendements des 9 variétés exprimés en kg/ha et en % de la moyenne de témoins (T) pour 2019 et 2018 ainsi que la moyenne des deux années à Gembloux.

Nom variété	2019		2018		Moyenne des rendements 2018 et 2019 (%)
	Semis mars 1 fongi + 1 rég		Semis mars 2 fongi + 1 rég		
	kg/ha	% par rapport à la moyenne des témoins	kg/ha	% par rapport à la moyenne des témoins	
Calixo (T)	8 072	105	7 254	103	104
Feeling	7 472	97	-	-	97
KWS Mistral (T)	7 448	97	6 508	92	94
KWS Starlight	7 835	102	-	-	102
Lennox	6 411	(83*)	6 880	97	97
Quintus	7 260	94	6 845	97	96
Sensas	6 952	90	-	-	90
Servus	7 571	98	7 006	99	99
Tybalt (T)	7 569	98	7 425	105	102
Moyenne de témoins kg/ha = 100%	7 696		7 062		

* La variété Lennox montre des résultats très faibles dans l'essai en 2019. Ceci est dû aux pertes de plantes causées par le passage des corbeaux freux. Pour une raison inexpliquée, les corbeaux freux ont majoritairement été attirés par cette variété. Les mauvais résultats de Lennox en 2019 sont donc à relativiser car ils ne représentent pas le vrai potentiel de la variété.

2.2.2 Caractéristiques agronomiques et technologiques

Lors de la saison 2019, les caractères agronomiques et technologiques ont été testés pour chacune des 9 variétés.

Le Tableau 2.3 reprend la moyenne des mesures de hauteur de 2018 et 2019. Ce tableau présente également la cote de précocité sur une échelle de 1 (très précoce) à 9 (très tardive) ainsi que les différentes cotations maladies sur une échelle de 1 (très sensible) à 9 (très tolérante). Les maladies observées et évaluées en 2019 ont été les nécroses foliaires (principalement dû à la septoriose mais pas uniquement), la rouille brune et l'oïdium. La cotation de la rouille jaune provient de l'année précédente car cette maladie ne s'est pas exprimée en 2019.

8. Variétés en céréales de printemps

Tableau 2.3 – Caractéristiques agronomiques et sensibilité aux maladies des 9 variétés de froment de printemps.

Variétés	Hauteur	Précocité à l'épiaison	Necroses foliaires (septoriose, ...)	Rouille jaune	Rouille brune	Oïdium
	(cm)	(1-9)	(1-9)	(1-9)	(1-9)	(1-9)
	moy. 18-19	2019	2019	2018	2019	2019
Calixo	100	5,0	9,0	8,0	9,0	8,5
Feeling	102	6,0	8,0	-	8,0	8,5
KWS Mistral	99	4,8	4,0	4,5	9,0	9,0
KWS Starlight	108	6,3	8,0	-	8,0	7,0
Lennox	85	7,0	8,0	9,0	9,0	8,0
Quintus	96	6,8	8,0	8,5	9,0	6,5
Sensas	98	3,8	8,0	-	6,0	6,0
Servus	86	6,3	7,0	9,0	9,0	9,0
Tybalt	85	7,8	5,0	7,5	9,0	8,5

Le Tableau 2.4 présente les caractéristiques technologiques mesurées en laboratoire. Pour le poids à l'hectolitre, la valeur mentionnée correspond à la moyenne de 2018 et 2019. Pour la teneur en protéines, les résultats tant de 2018 et de 2019 sont représentés. En ce qui concerne l'indice de Zélény, le rapport Z/P et l'indice de chute de Hagberg, les valeurs reprises dans le tableau sont celles de 2018. Les variétés Feeling, KWS Starlight et Sensas, n'ont pas de valeurs pour ces dernières caractéristiques vu qu'elles n'étaient pas présentes dans les essais en 2018.

Tableau 2.4 – Caractéristiques technologiques des 9 variétés de froment de printemps.

Variétés	Poids à l'hectolitre	Teneur en protéines		Zeleny	Z/P	Hagberg
	(kg)	(%)		(ml)		(secondes)
	moy. 18-19	2019	2018	2018	2018	2018
Calixo	79	11,9	14,0	62	4,4	402
Feeling	81	13,0	-	-	-	-
KWS Mistral	83	13,1	14,4	61	4,2	396
KWS Starlight	81	12,3	-	-	-	-
Lennox	78	14,2	14,4	61	4,2	402
Quintus	80	12,8	13,9	57	4,1	340
Sensas	81	13,1	-	-	-	-
Servus	78	13,1	13,7	59	4,3	415
Tybalt	76	12,7	13,1	48	3,7	358

3 Avoine de printemps

R. Meza⁸, B. Godin⁹, R. Meurs¹⁰, R. Blanchard¹¹, D. Eylenbosch⁸, G. Sinnaeve⁹, B. Bodson¹² et G. Jacquemin⁸

3.1 Présentation des variétés

Durant la saison 2019, quinze variétés d'avoine de printemps ont été évaluées dans le réseau des essais post-inscription (Tableau 2.5).

Tableau 2.5 – Présentation des 15 variétés testées en avoine de printemps dans les essais.

Variété	Couleur graine	Obtenteur		Année de 1ère inscription à la liste européenne		Mandataire pour la Belgique
Albatros	Blanche	KWS Momont SAS	FR	2011	FR	Jorion Philip Seeds
Apollon	Jaune	Wiersum Plantbreeding BV	NL	2012	GB, NL	Aveve Zaden
Armani	Jaune	Saatzucht Bauer Biendorf GmbH & Co. KG	DE	2016	DE	Aveve Zaden
Canyon	Jaune	Nordsaat Saatzeitgesellschaft mbH	DE	2007	AT	/
Effektiv	Jaune	Landwirtschaftliche Fachschule Edelhof, Saatzeit	AT	2005	AT	Rigaux
Elison	Jaune	Landwirtschaftliche Fachschule Edelhof, Saatzeit	AT	2016	AT, GB	SCAM
Harmony	Blanche	Nordsaat mbH	DE	2015	DE, GB	Aveve Zaden
Keely	Blanche	Nordsaat Saatzeitgesellschaft m.b.H.	DE	2017	FR	SCAM
KWS Ocre	Jaune	KWS Momont Recherche S.A.R.L.	FR	2020	FR	Jorion Philip Seeds
KWS Opaline	Blanche	KWS Momont Recherche S.A.R.L.	FR	2019	FR	Jorion Philip Seeds
Lion	Jaune	Nordsaat Saatzeit GmbH	DE	2018	DE, GB, PL, LT, EE	Saaten Union
Poseidon	Jaune	Nordsaat mbH	DE	2012	DE	Limagrain
Symphony	Blanche	Nordsaat mbH	DE	2012	DE, DK, EE	Limagrain
WPB Elyann	Blanche	KWS UK Limited	UK	2014	GB	Aveve Zaden
Zorro	Noire	Nordsaat Saatzeit GmbH	DE	2009	FR	Limagrain

Autriche (AT), Danemark (DD), Estonie (EE), France (FR), Allemagne (DE), Lituanie (LT), Pays bas (NL), Pologne (PL), Royaume-Uni (GB)

⁸ CRA-W - Département Productions agricoles – Unité Productions végétales

⁹ CRA-W – Département Connaissance et valorisation des produits – Unité Valorisation des produits, de la biomasse et du bois

¹⁰ CePiCOP asbl – Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux

¹¹ ULiège GxABT – AgroBioChem – Phytotechnie tempérée – Production intégrée des céréales en Région wallonne – Projet DGarNE, du Service Public de Wallonie

¹² ULg GxABT – AgroBioChem – Phytotechnie tempérée

3.2 Présentation des résultats

3.2.1 Rendements 2019

Lors de la saison 2019, deux essais ont été réalisés dans le réseau en post-inscription par le Centre wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W) d'une part, la faculté d'agronomie de l'Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT) et le Centre Pilote wallon des Céréales et Oléo-Protéagineux d'autre part. Tous deux étaient situés dans la région de Gembloux. Le Tableau 2.6 décrit la phytotechnie de ces essais.

Tableau 2.6 – Phytotechnie des essais en avoine de printemps pour 2019.

	CRA-W		GxABT - CePiCOP	
Localité		Gembloux		Gembloux
Précédent		Epeautre		Froment
Semis	22-févr	à 350 grains/m ²	27-févr	à 250 grains/m ²
Fertilisation	28-févr	40 kgN/ha	26-avr	40 kgN/ha
	24-avr	40 kgN/ha	10-mai	60 kgN/ha
Désherbage	23-avr	Biathlon (70g/ha) + Gratil (20g/ha)	23-avr	Biathlon Duo (65g/ha) + Harmony M (100g/ha)
	23-mai	Bofix (2L/ha) + Primus (25ml/ha)	-	-
Régulateur	16-mai	Cycocel (1L/ha)	-	-
Fongicide	03-juin	Cerix (1,8L/ha)	04-juin	Aviator Xpro (1L/ha)
Insecticide	-	-	-	-
Récolte		30-juil		23-juil

8. Variétés en céréales de printemps

Les résultats des deux essais sont présentés dans le Tableau 2.7. Pour ceux-ci, un seul fongicide a été appliqué à la dernière feuille étalée. Aucun régulateur de croissance n'a été appliqué sur l'essai de GxABT. Les variétés témoins (T) sont : Effektiv, Harmony et Symphony.

Tableau 2.7 – Rendements des 15 variétés exprimés en kg/ha et en % par rapport à la moyenne des témoins (T).

Nom variété	CRA-W 2019		GxABT 2019		Moyenne 2019 (%)
	1 fongi + 1 rég		1 fongi + 0 rég		
	kg/ha	% par rapport à la moyenne des témoins	kg/ha	% par rapport à la moyenne des témoins	
Albatros	7 344	101	7 329	91	96
Apollon	7 022	97	8 382	105	101
Armani	8 410	116	8 956	112	114
Canyon	7 543	104	8 403	105	104
Effektiv (T)	6 949	96	7 689	96	96
Elison	7 860	108	8 221	103	105
Harmony (T)	7 391	102	7 813	97	100
Keely	7 227	99	7 307	91	95
KWS Ocre	8 096	111	-	-	111
KWS Opaline	7 312	101	-	-	101
Lion	7 654	105	9 017	112	109
Poseidon	7 789	107	8 775	109	108
Symphony (T)	7 454	103	8 559	107	105
WPB Elyam	7 920	109	8 493	106	107
Zorro	-	-	7 499	93	93
Moyenne des témoins (kg/ha) = 100%	7 265		8 020		

8. Variétés en céréales de printemps

3.2.2 Rendements pluriannuels sans et avec protection fongicide

Le groupe de recherche « Production Intégrée des Céréales » de la faculté de Gembloux Agro Bio-Tech compare depuis 2017 les variétés selon deux modalités de conduites culturales : sans protection fongicide et avec protection fongicide.

Le Tableau 2.8 présente les rendements des 13 variétés testées en 2019 ainsi que les résultats des années antérieures. Dans ce tableau, les rendements sont exprimés en % par rapport à la moyenne des témoins (Effektiv, Harmony et Symphony). La moyenne sur les différentes années d'essais est également présentée.

Tableau 2.8 – Rendements des 13 variétés exprimés en % par rapport à la moyenne des témoins sous les deux conduites culturales, sans et avec protection fongicide (F).

Nom variété	2019		2018		2017		Moyenne sur 3 ans	
	0 F	1F	0 F	1F	0F	1F	0F	1F
	%	%	%	%	%	%	%	%
Albatros	92	91	-	-	-	-	92	91
Apollon	104	104	-	-	-	-	104	104
Armani	109	112	102	104	-	-	106	108
Canyon	104	105	-	-	-	-	104	105
Effektiv (T)	97	96	97	94	95	96	96	95
Elison	103	102	106	104	-	-	104	103
Harmony (T)	97	97	94	101	100	95	97	97
Keely	87	91	97	101	98	102	94	98
Lion	111	112	-	-	-	-	111	112
Poseidon	111	109	106	103	104	104	107	105
Symphony (T)	106	107	107	102	103	104	105	104
WPB Elyann	105	106	99	98	-	-	102	102
Zorro	100	93	107	101	102	97	103	97
Moyenne témoins (kg/ha)	7 943	8 020	7 046	7 263	6 649	6 727		

Au vu de la comparaison des rendements obtenus avec ou sans protection fongicide, il s'avère qu'au cours des trois dernières années, le gain de rendement ne couvre pas le coût du traitement. Ceci confirme la réputation « rustique » de la plupart des variétés d'avoine.

3.2.3 Caractéristiques agronomiques et technologiques

Le Tableau 2.9 présente les caractéristiques agronomiques et le comportement face aux maladies des variétés testées en 2019 mesurés dans la plateforme d'essai du CRAW. Les caractéristiques agronomiques sont la hauteur des variétés (cm), la différence de précocité à l'épiaison (en jours) par rapport à la variété Symphony et la concordance entre la maturité de grain et des pailles (échelle de 1 à 9, 9 étant égale à la concordance parfaite entre la maturité de la paille et du grain). Les maladies notées en 2019 sont les nécroses foliaires et l'oïdium ; la cotation est exprimée sur une échelle de 1 à 9 dont 9 est la cote la plus favorable.

Tableau 2.9 – Caractéristiques agronomiques et comportement face aux maladies des 14 variétés d'avoine de printemps.

Variétés	Hauteur (cm)	Epiaison - Différence en jours par rapport à Symphony	Date d'épiaison (stade 51)	Concordance maturité grain/paille (1-9)	Necroses foliaires (septoriose, ...) (1-9)	Oïdium (1-9)
Albatros	131	-3,0	04-juin	4,0	7,0	7,5
Apollon	137	-4,0	03-juin	4,5	7,0	5,5
Armani	131	-2,0	05-juin	2,0	6,0	6,5
Canyon	150	-3,0	04-juin	4,5	8,0	9,0
Effektiv	139	-4,0	03-juin	2,0	6,0	5,0
Elison	143	-3,0	04-juin	5,0	8,0	8,5
Harmony	139	-3,0	04-juin	4,5	8,0	9,0
Keely	150	-2,0	05-juin	4,5	6,0	5,5
KWS Ocre	130	-3,0	04-juin	3,5	9,0	9,0
KWS Opaline	118	-2,0	05-juin	4,0	7,0	8,0
Lion	143	-1,0	06-juin	3,0	6,0	4,5
Poseidon	134	0,0	07-juin	5,5	6,0	5,5
Symphony	147	0,0	07-juin	5,5	7,0	6,5
WPB Elyann	128	-3,0	04-juin	4,0	7,0	7,5

8. Variétés en céréales de printemps

Le Tableau 2.10 présente les caractéristiques technologiques mesurées en 2019 dans la plateforme d'essai du CRAW. Ces caractères sont le poids à l'hectolitre (kg/hl), la teneur en protéines (%) et les différentes classes de granulométrie (< 2 200µm, < 2 400 µm et < 2 600 µm).

Tableau 2.10 – Caractéristiques technologiques des 15 variétés des avoines de printemps.

Variétés	Poids à l'hectolitre (kg/hl)	Teneur en protéines (%)	Granulométrie (Images dynamiques) Q1 Br min (largeur du grain)		
			< 2200 µm (+/-2033 µm tamis en orge) (%)	< 2400 µm (+/-2183 µm tamis en orge) (%)	< 2600 µm (+/-2333 µm tamis en orge) (%)
Albatros	49	11,4	1,0	3,7	11,5
Apollon	47	11,2	0,3	1,5	5,3
Armani	45	10,7	0,4	1,9	6,8
Canyon	47	10,9	1,0	3,5	10,5
Effektiv	48	11,9	1,3	4,9	17,7
Elison	47	11,1	0,9	3,3	10,5
Harmony	46	11,2	0,3	1,4	4,8
Keely	47	12,1	0,7	3,3	11,9
KWS Ocre	50	11,0	1,4	4,2	11,6
KWS Opaline	50	11,9	0,8	3,3	12,4
Lion	49	10,7	0,7	2,0	6,3
Poseidon	46	11,3	0,4	1,5	4,6
Symphony	48	11,5	0,5	2,0	5,7
WPB Elyam	45	10,9	0,6	3,2	12,0

En fonction des débouchés, d'autres caractéristiques telles que les teneurs en lipides, en β -glucane ou le rapport amidon/cellulose peuvent être utiles.

Ces informations pourraient être disponibles dans un proche avenir. L'avenir de la culture d'avoine reste incertain en Wallonie malgré un potentiel intéressant tant sur le plan nutritionnel qu'agronomique et environnemental.

9. Fertilisation des céréales en agriculture biologique

M. Abras¹, B. Godden¹, J. Legrand², A. Stalport et O. Mahieu³

1	Mise en contexte	2
1.1	Gestion de la fertilisation en agriculture biologique.....	2
1.2	Mode d'action des engrais organiques	2
2	Les essais.....	4
2.1	Le réseau d'essais.....	4
2.2	Caractéristiques des matières testées	5
2.3	Résultats.....	6
2.3.1	Conditions des essais et valeurs témoins.....	6
2.3.2	Quel impact sur le rendement ?.....	8
2.3.3	Quel impact sur la qualité ?.....	10
2.3.4	Fumiers et fientes de volaille	12
2.4	La rentabilité économique des engrais	13
2.5	Perspectives et conclusions	15

1 CRA-W – Département Productions Agricoles – Unité Productions Végétales

2 CPL-VEGEMAR asbl – Centre Provincial liégeois des productions végétales et maraîchères

3 CARAH asbl – Centre pour l'Agronomie et l'Agro-industrie de la Province du Hainaut

1 Mise en contexte

1.1 Gestion de la fertilisation en agriculture biologique

En agriculture biologique, la gestion de la fertilisation repose essentiellement sur un raisonnement à long terme basé sur la fertilité du sol (rotation, légumineuses, apports de matières organiques). La spécialisation d'un nombre croissant de fermes bio en grandes cultures avec peu ou pas de bétail rend cette gestion de la fertilité du sol encore plus compliquée, en raison du manque d'engrais de ferme directement disponible sur l'exploitation et de l'absence de prairies dans la rotation.

Dans le cas particulier des céréales, les besoins en azote aux stades tallage et début redressement sont importants, à une période où la minéralisation de l'azote du sol est encore faible (faible température du sol et faible activité des bactéries nitrifiantes). Ce manque d'azote minéralisé se marque dès le début du développement de la végétation et se poursuit pendant tout le cycle végétatif des céréales. Cela impacte les rendements et explique notamment les faibles teneurs en protéines des céréales cultivées en agriculture biologique en Wallonie ou en France. De surcroît, le retard de développement de la culture entraîne un manque de concurrence vis-à-vis des adventices. C'est pourquoi le recours aux engrais organiques du commerce (ou à certains engrais de ferme si disponibles) est fréquent afin de compenser le déficit en fourniture d'azote par le sol et répondre à des besoins en azote à des moments clés de la croissance. Les engrais organiques les plus fréquemment utilisés en céréales biologiques sont soit des bouchons composés de matières naturelles (farines de plumes, de sang, poudre d'os ...), soit des engrais de ferme à action rapide (lisier, fientes de poules, ...) ou d'autres matières du type digestat et vinasse en accord avec le cahier des charges bio.

1.2 Mode d'action des engrais organiques

Les engrais organiques et engrais de ferme, à l'instar de la matière organique du sol, sont très dépendants des conditions d'humidité et de température au moment de l'application et dans la période qui suit. Ces conditions déterminent la vitesse de minéralisation des matières organiques et la mise à disposition des éléments pour la culture se fait donc progressivement au cours de la saison.

Les engrais organiques du commerce se caractérisent par un rapport C/N très bas (<5), pour agir plus rapidement que toutes autres MO « naturelles ».

Des tests d'incubation ont été réalisés et ont permis d'estimer prévisionnellement non seulement les quantités d'azote minéral fournies par différents engrais organiques mais aussi le moment de mise à disposition de ces fournitures.

Ces particularités de la fertilisation organique expliquent la nécessité en agriculture biologique d'appliquer la totalité de la dose d'engrais en une seule application à la reprise de

végétation, contrairement à la pratique conventionnelle qui consiste à appliquer l'azote en deux ou trois fractions. Sur la Figure 9.1 est montrée l'influence de la date d'apport de l'engrais sur la cinétique de fourniture d'azote minéral et met en évidence qu'un apport au mois de mai libère la majorité de son N après la phase d'absorption de l'azote par les céréales.

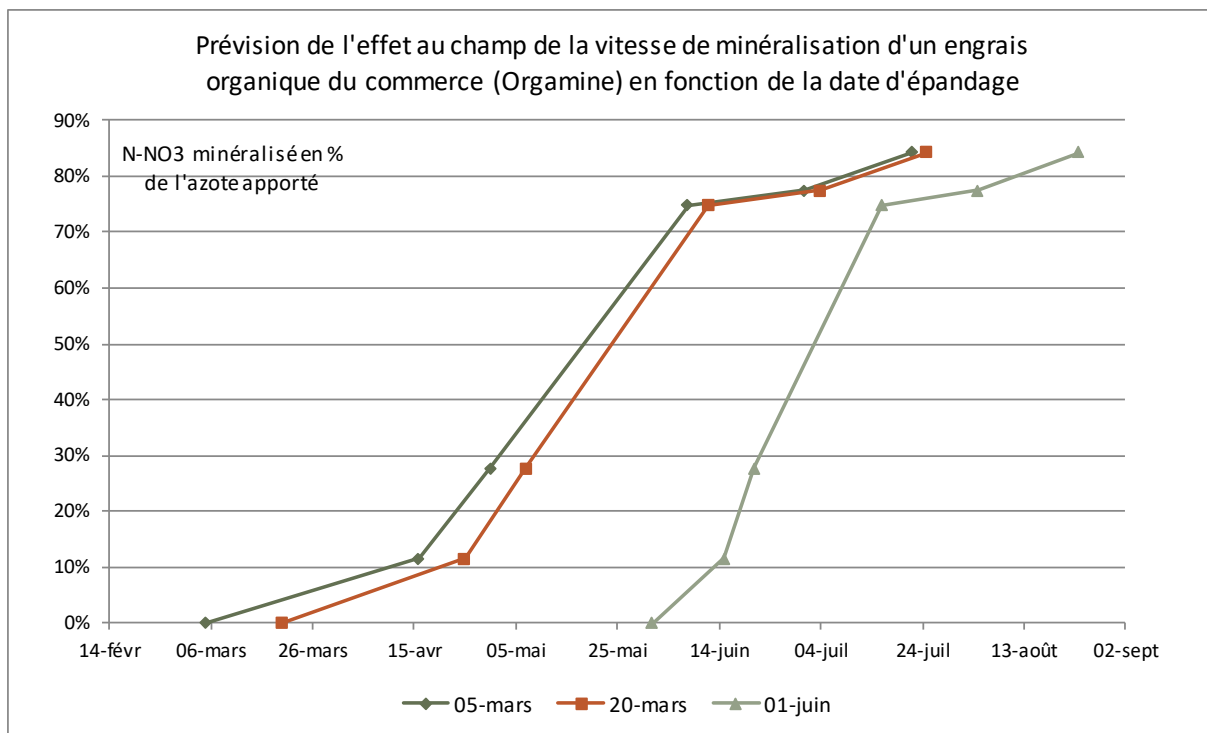


Figure 9.1 – Prévision de la minéralisation d'un engrais organique au champ sur base de mesures réalisées au laboratoire.

2 Les essais

2.1 Le réseau d'essais

Depuis 2016, des essais sur la fertilisation organique de printemps en céréales d'hiver biologiques ont été mis en place par le CRA-W, le CPL-VEGEMAR et le CARAH sur trois sites d'expérimentation : Horion-Hozémont, Chièvres et Rhisnes.

Ces essais ont pour objectif d'évaluer l'efficacité de ces engrais, leur impact sur la qualité du grain et enfin leur rentabilité économique. La majorité des engrais sont testés à des doses communes par les trois centres. D'autres engrais/doses spécifiques à chaque situation ont également été ajoutées par chaque centre. Les principales caractéristiques des parcelles d'essais sont présentées dans le Tableau 9.1 ci-dessous.

Tableau 9.1 – Principales caractéristiques des parcelles des quatre années d'essai.

Froment	Chièvres		Horion		Nethen		Rhisnes	
	Précédent	Reliquat 0-90 (30-60-90) (kg N/ha)	Précédent	Reliquat 0-90 (30-60-90) (kg N/ha)	Précédent	Reliquat 0-90 (30-60-90) (kg N/ha)	Précédent	Reliquat 0-90 (30-60-90) (kg N/ha)
2016					Féverole	18 (7-6-5)		
2017			Oignons	71 (15-31-25)				
2018	Maïs	56 (17-16-22)	Pomme de terre	50 (8-13-29)			Pois	31 (7-7-17)
2019	Couvert Spontané	88 (28-33-27)	Haricots	45 (6-11-28)			Pois	75 (5-23-47)

2.2 Caractéristiques des matières testées

L'ensemble des matières testées par année est repris dans le Tableau 9.2 ci-dessous.

Tableau 9.2 – Matières fertilisantes testées de 2017 à 2019 dans les essais.

Matière	Fournisseur	Composition	N	P	K	2017	2018	2019
Biomass	Walagri	Hydrolysats de fourrures et de cuir	13	0	0		x	
Bouchon 10/6/0	Scam	Poudres de viande, d'os et farine de plume	10	6	0			x
Digestat	BHG	Digestat liquide	0,5	0,2	0,3	x	x	x
Fumier de poules ¹	Exploitation bio	Fumier de poules d'élevage	Variable				x	x
Fumier de poulets ²	Exploitation bio	Fumier de poulet de chair d'élevage	Variable			x	x	x
Orgamine 7	Fayt-Carlier	Guano, algues, farine de plumes, vinasse, patenkali	7	5	2	x	x	x
Vinasse	Pomagro	Fermentation de la mélasse, co-produit de la betterave	3,3	0,2	0,8	x	x	x

¹ Pour les essais de Horion et Rhisnes

² Pour les essais de Chièvres

Il existe une multitude d'engrais organiques disponibles dans le commerce et la plupart ont des caractéristiques similaires. Les résultats obtenus sur base des engrais que nous avons choisis arbitrairement sont valables pour les autres engrais du marché, pour peu qu'ils soient dans les mêmes gammes de rapport C/N, de teneur en azote ammoniacal et de fraction carbonée soluble.

Les engrais organiques du commerce ont tous des teneurs en azote supérieures à 7 % alors que les engrais de fermes type lisiers et fumiers sont moins concentrés. Certaines matières comme les produits à base de vinasses (de betterave ou de canne à sucre (OPF)) ont de plus une forte proportion de leur azote sous forme ammoniacale (> à 40 %), ce qui les rend beaucoup plus rapidement minéralisables que les autres matières. Enfin, pour distinguer les matières organiques mises sur le marché, de plus en plus de pays imposent une caractérisation biochimique permettant de mesurer leurs différentes fractions carbonées. Sur base de l'analyse réalisée sur les matières utilisées dans les essais (voir Figure 9.2), trois catégories peuvent être distinguées : celle avec plus de 90 % de C soluble (vinasses, OPF, Biomass), les autres engrais organiques du commerce (quelle que soit leur composition) et les fumiers avec des fractions de cellulose et de lignine-cutine plus importantes (ce qui correspond à la litière).

9. Fertilisation organique en agriculture biologique

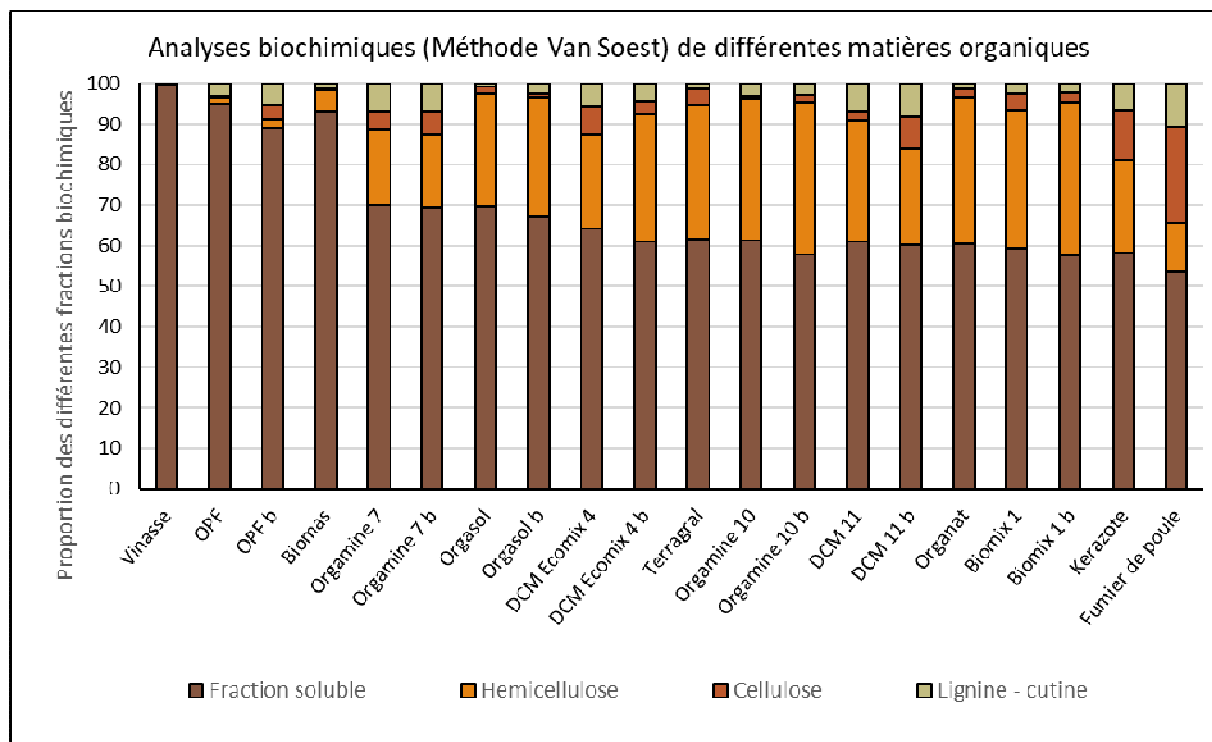


Figure 9.2 – Analyse biochimique (Méthode Van Soest) de diverses matières organiques.

2.3 Résultats

2.3.1 Conditions des essais et valeurs témoins

Le précédent de la culture et les reliquats azotés qui en découlent influencent fortement l'efficacité des engrais organiques appliqués. Ainsi, les engrais organiques auront généralement un impact plus important sur le rendement si les reliquats sont faibles. A cela viennent se superposer les conditions climatiques de l'année qui ont un impact sur la minéralisation des engrais ainsi que l'historique de la parcelle, la pression en maladies sur le feuillage et le grain, la réserve en eau du sol, etc.

L'ensemble de ces facteurs a un impact déterminant sur le rendement des témoins non fertilisés de chaque site d'expérimentation sur base desquels seront comparés l'ensemble des applications d'engrais. La Figure 9.3 illustre la variabilité des témoins d'un site à l'autre et d'une année à l'autre.

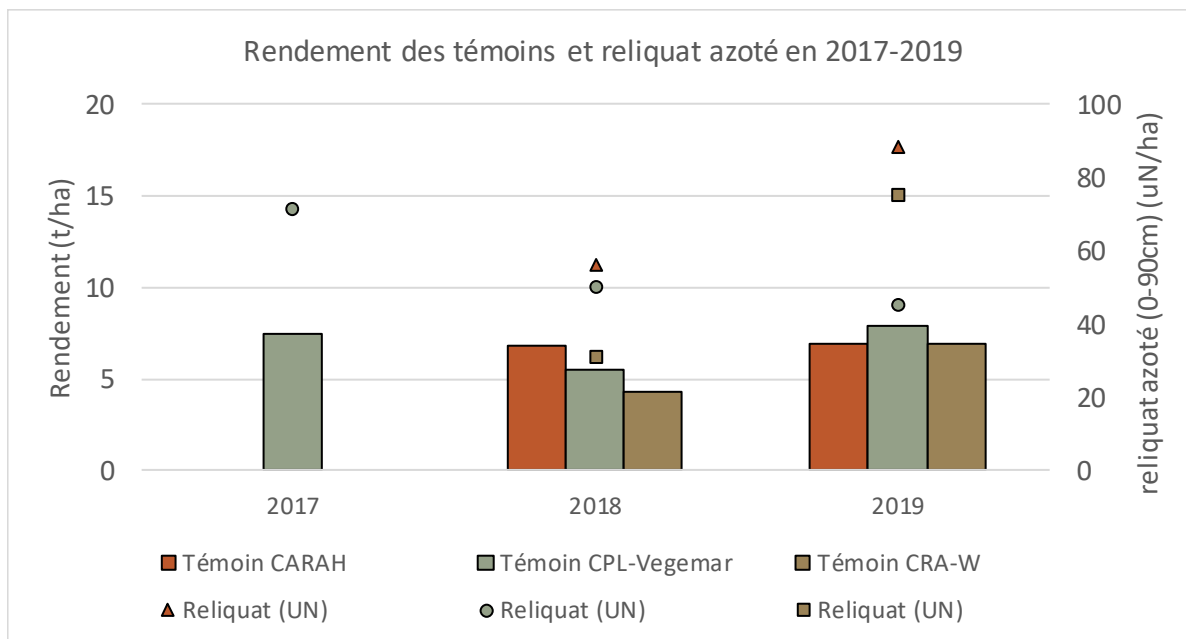


Figure 9.3 – En histogramme, rendement des témoins 0uN de chaque site mis en parallèle, sur l'axe secondaire, avec les reliquats azotés mesurés de ces mêmes parcelles à la sortie de l'hiver.

Les témoins sont élevés sur le site du CPL-VEGEMAR, avec plus de 7 t/ha hormis en 2018, avec 5.5 t/ha due à la chaleur et la sécheresse. Avec des rendements aussi élevés, le potentiel des engrais est plus difficilement exprimable.

Sur le site du CRA-W, les rendements sont plus faibles et sur le site du CARAH, les rendements sont assez stables d'une année à l'autre.

Dans la Figure 9.4 ci-dessous sont exprimés les reliquats azotés à la sortie de l'hiver, ainsi que la pluviométrie et la température au tallage et redressement, ensemble des paramètres qui influencent la vitesse de minéralisation de l'azote, la mise à disposition des éléments nutritifs fournis par les engrais organiques et au final, le rendement.

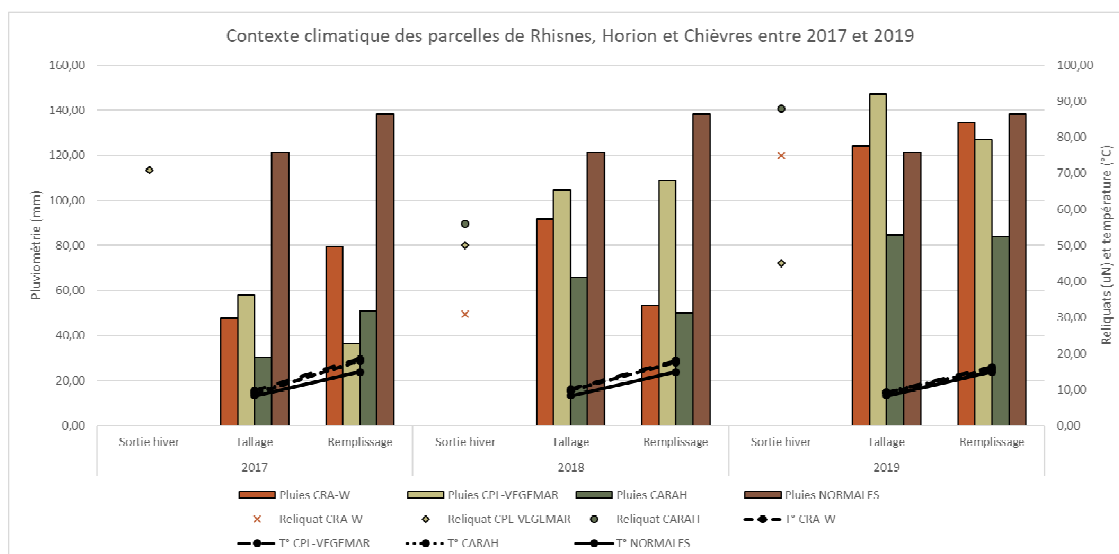


Figure 9.4 – Pluviométrie, températures et reliquats azotés des parcelles d'essais des 3 centres, comparées aux normales de saison, pour 2017, 2018 et 2019.

9. Fertilisation organique en agriculture biologique

En 2017 et 2018, nous avons connu des printemps secs dans les 3 sites d'expérimentation, contrairement à 2019 où la pluviométrie a été normale sauf pour le site de Chièvres.

La température moyenne du début de printemps, au moment du tallage, est relativement proche des normales. En mai-juin, les températures ont été plus élevées que les normales saisonnières en 2017 et 2018, ce qui a pu avoir un impact sur le rendement.

Afin d'évaluer cet impact, le gain sur le rendement et le taux de protéines moyen par année est représenté dans la Figure 9.5 ci-contre.

On observe que le gain de rendement par rapport au témoin, et donc l'expression des engrais, a été meilleur l'année 2019 où il a fait moins sec au printemps.

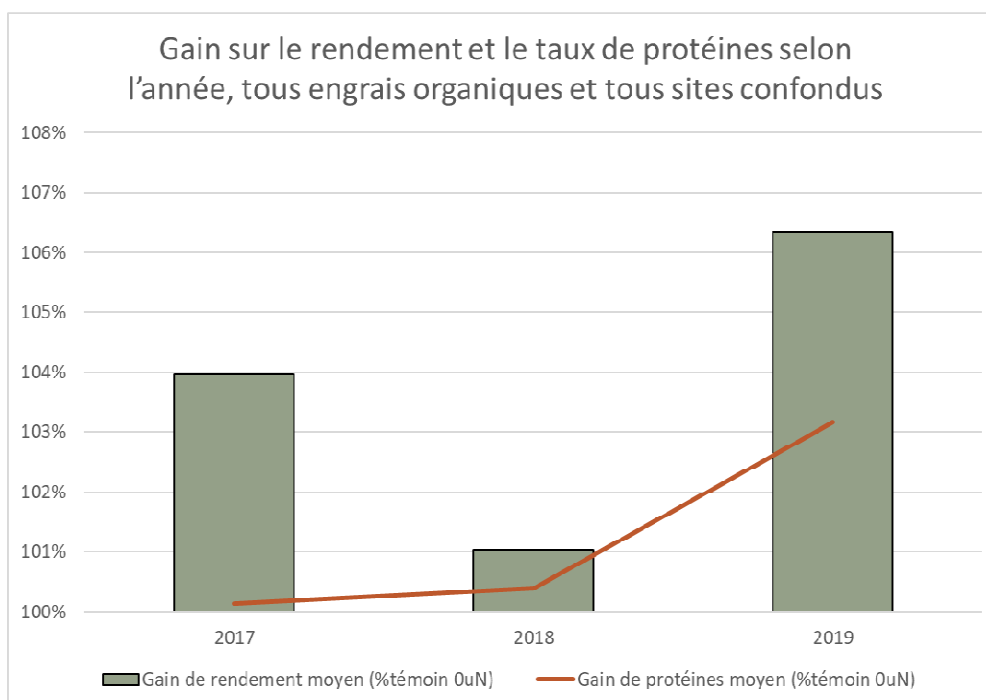


Figure 9.5 – Gain sur le rendement et sur le taux de protéines (en % par rapport au témoin 0 uN) selon l'année, tous engrais organiques confondus, moyenne des doses 40uN et 80uN.

2.3.2 Quel impact sur le rendement ?

Les engrais et matières organiques apportés lors des essais ont, à quelques rares exceptions près, apporté un gain de rendement. Ces gains sont généralement de quelques pourcents par rapport aux témoins non fertilisés mais peuvent aller jusqu'à 25% pour les doses les plus élevées. Le gain de rendement dans les essais est assez faible, étant donné les valeurs déjà assez hautes des rendements sans fertilisation (Figure 9.6). Les sites d'essais n'étaient pas en conditions très limitantes pour la céréale.

En raison du coût et/ou de la disponibilité limitée de ces engrais et matières, les quantités appliquées sont généralement faibles (maximum 80 unités pour les bouchons et 120 unités pour des matières moins coûteuses).

Le Figure 9.6 montre le gain de rendement obtenu suite à l'épandage de différents engrais à des doses d'azote croissantes. Ce graphique ne présente pas l'ensemble des matières testées

mais seulement celles pour lesquelles les modalités étaient identiques dans les différents essais la même année.

Les engrais, tels que la vinasse ou le digestat, mènent à une augmentation du rendement proportionnelle à la dose appliquée. Par contre, pour les engrais organiques du commerce (Biomass, Scam et Orgamine), le gain de rendement est moins marqué. Dans les conditions particulières de ces essais, il arrive même que l'effet soit négatif mais ces données sont à prendre avec précaution car elles ne se basent que sur une seule année d'essai pour les engrais « Scam » et Biomass.

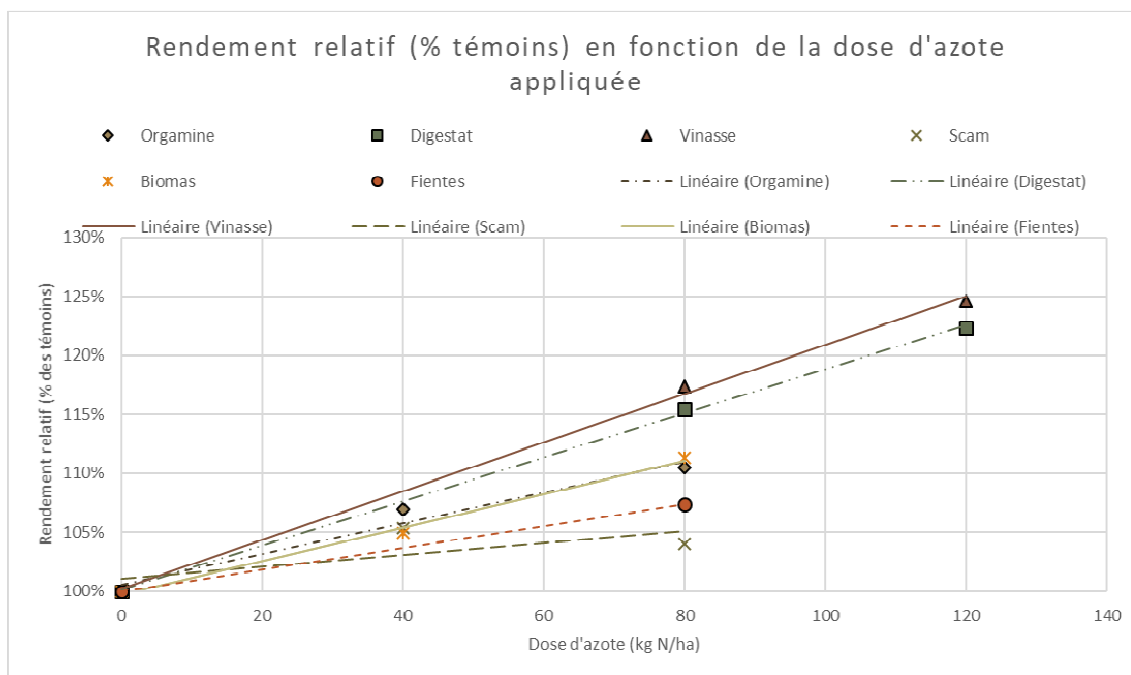


Figure 9.6 – Evolution des rendements relatifs en fonction de l'épandage de quatre matières organiques à des doses croissantes d'azote.

D'autre part, ce graphique permet de comparer les différentes matières pour une même dose de référence 80 uN. On remarque que l'efficacité est liée à la teneur en N ammoniacal de l'engrais au départ et à la vitesse de minéralisation de celui-ci. En terme de gain de rendement, le digestat et la vinasse occupent la première place, suivis du Biomass et de l'Orgamine et enfin des fientes de poule qui arrive en dernière position. On remarque la position assez faible du bouchon Scam mais qui doit être confirmé par d'autres essais.

Le résultat de l'essai du CARAH en 2018 (début de saison très sèche) où ont été appliquées des doses croissantes de Biomass illustre bien le plafonnement de la réponse de la céréale à l'apport d'engrais organique (Figure 9.7). Le maximum de rendement est déjà atteint à 80-100 uN et ne progresse plus peu importe la dose appliquée. Etant donné le prix élevé de ces engrais, augmenter les doses inutilement peut impacter considérablement la marge brute de la culture.

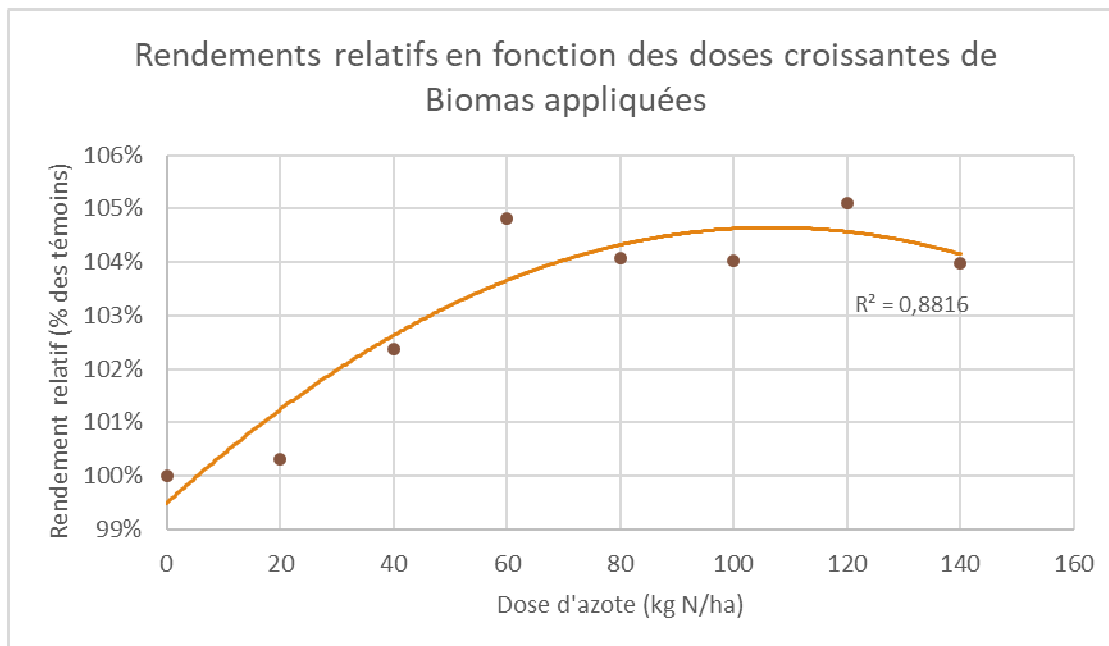


Figure 9.7 – Evolution des rendements relatifs en fonction de l'épandage de Biomass à des doses croissantes d'azote.

2.3.3 Quel impact sur la qualité ?

L'impact sur la qualité est fortement variable en fonction de l'engrais utilisé et de la dose appliquée, comme montré sur la Figure 9.8.

Comme expliqué au point précédent, les **engrais « bouchons »** (Biomass, et Orgamine), ont tendance à provoquer une augmentation de rendement proportionnelle à la dose appliquée, en ayant un faible impact sur la teneur en protéines contenues dans le grain qui a même tendance à diminuer avec l'augmentation de la dose (effet de dilution). L'engrais bouchon de la Scam et Biomass n'ont été testés qu'une année, ce qui ne nous permet pas de tirer de conclusions les concernant.

Le **digestat** et la **vinasse** présentent une dynamique intéressante puisqu'ils apportent un gain de rendement couplé à un gain de protéines.

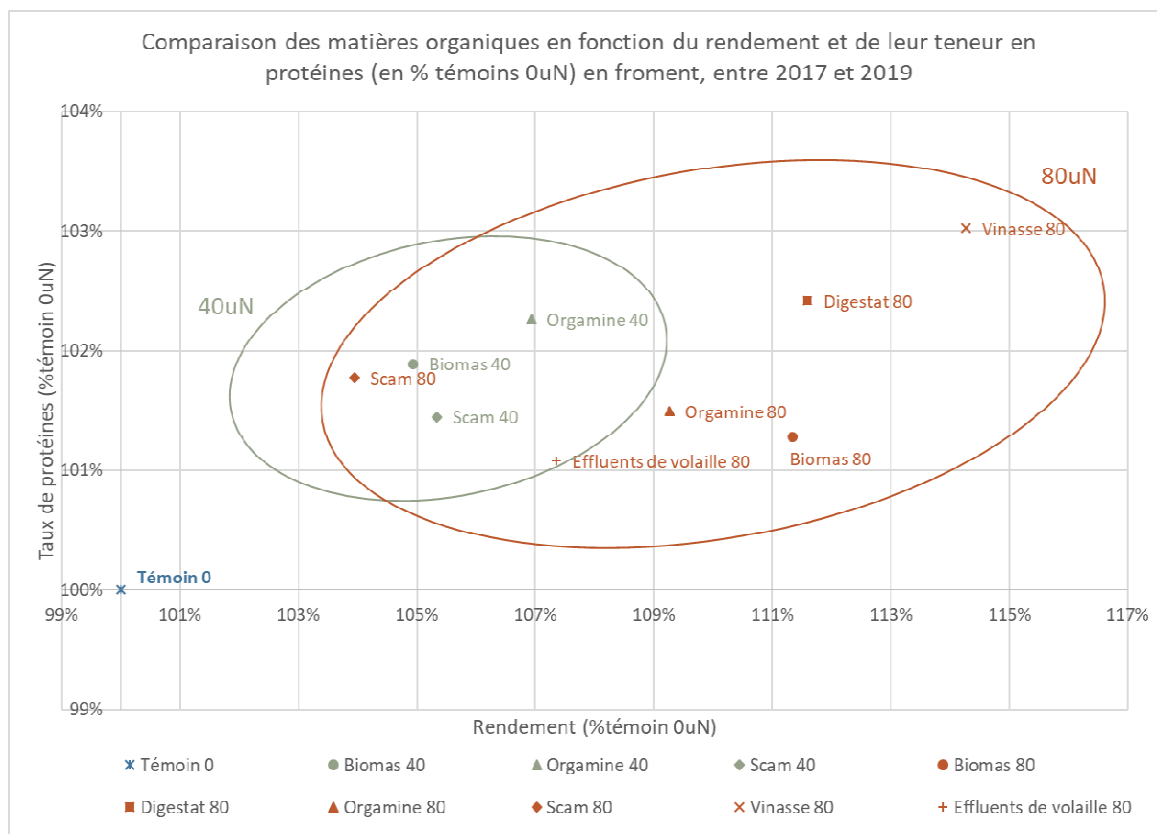


Figure 9.8 – Evolution du rendement corrélée à la teneur en protéines en fonction de la matière organique appliquée en culture de froment.

Si l'on se focalise sur le gain de protéines au cours des deux dernières années (Figure 9.9), on observe que ce gain est relativement faible et très variable en fonction des sites. Cette variabilité était d'autant plus importante en 2018, probablement suite aux conditions sèche de l'année. Ce graphique illustre la difficulté d'obtenir un gain de protéines significatif avec la fertilisation organique en céréales.

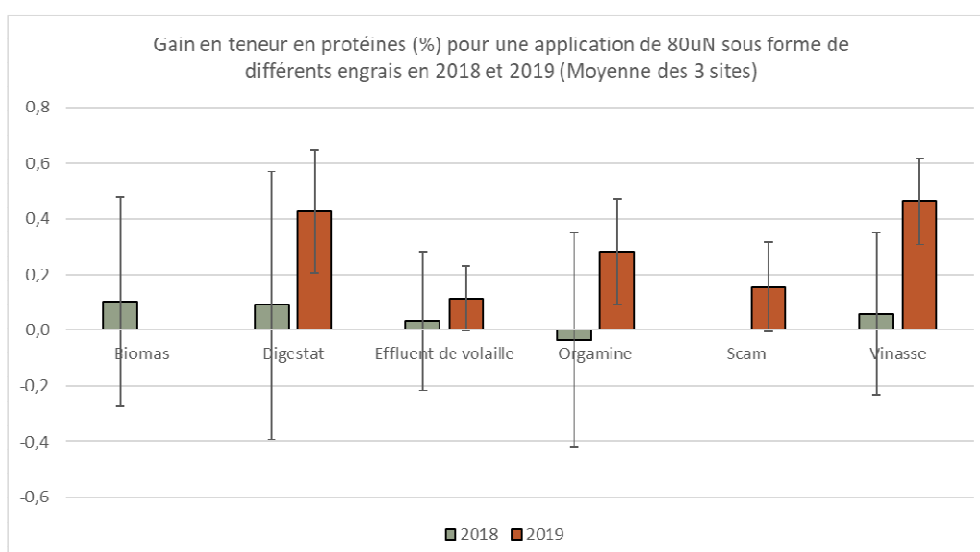


Figure 9.9 – Evolution de la teneur en protéines du froment en fonction des matières appliquées à hauteur de 80 uN en 2018 et en 2019.

2.3.4 Fumiers et fientes de volaille

Une valeur moyenne de fumier de volaille a été utilisée dans les précédents graphiques. Cependant, les matières étaient différentes d'un site à l'autre comme nous le montre le Tableau 9.3.

Les **fumiers/fientes de volailles** vont travailler différemment selon l'alimentation des volailles (poulets de chair ou poules pondeuses) mais aussi de la composition de la litière. Leur impact sur la culture est donc plus variable (voir Figure 9.10). Plus le fumier est riche en litière ($C/N > 20$), plus l'azote qu'il contient risque d'être mis à disposition des plantes tardivement dans la saison et ne pas concorder avec la phase d'absorption de l'azote par les céréales. Il est donc très important de tenir compte de ce paramètre, afin que la céréale dispose de l'azote aux étapes clés de son développement.

Enfin, il faut également tenir compte du fait que les fumiers/fientes apportent d'autres éléments majeurs qui peuvent également avoir un impact sur le rendement.

Tableau 9.3 – Composition des matières issues d'élevage de volailles.

	2017	2018		2019			
	Horion	Chièvres	Horion	Rhisnes	Chièvres	Horion	Rhisnes
Fientes poules pondeuses	x		x	x		x	x
Fumier poulets de chair		x			x		
COMPOSITION							
N (%sur matière fraîche)	1,66	1,84	1,60	1,60	2,71	2,11	2,05
P (%sur matière fraîche)	1,35	0,75	2,73	2,73	1,16	2,26	1,90
K (%sur matière fraîche)	1,36	0,92	1,83	1,83	1,62	1,67	1,70
C/N	7,58	6,03	10,63	10,63	7,86	10,22	10,34

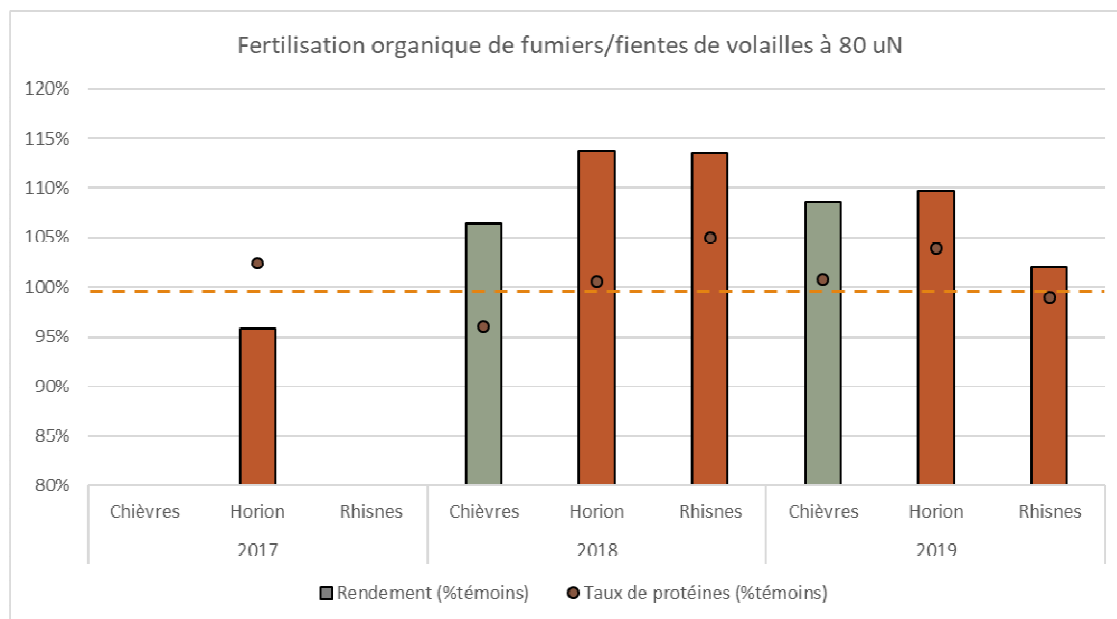


Figure 9.10 – Comparaison des différents fumiers et fientes de volaille testés. En blanc, le fumier de poulets et en gris, les fientes de poules.

2.4 La rentabilité économique des engrais

L'analyse économique a été réalisée sur base de prix d'engrais moyen et sur la base d'un prix de vente des froment bio (non panifiable) à 300 €/t ou 360 €/t (panifiable).

Dans les conditions de nos deux années d'essais et en moyenne sur les trois sites, le bilan économique est négatif pour la majorité des engrais testés à cause d'une part du faible gain de rendement par rapport à celui du témoin déjà fort élevé et d'autre part du coût des engrais organiques. Ainsi, l'Orgamine a un coût à l'unité d'azote deux fois supérieur aux autres bouchons alors que les engrais de ferme de volaille, bien que sensiblement, moins onéreux que les bouchons mènent à un gain de rendement moindre.

En moyenne, seul le digestat qui a un coût inférieur semble rentable dans les conditions de nos essais.

La Figure 9.11 illustre le gain économique en fonction du gain de rendement apporté par les matières.

L'efficacité des matières est fortement liée aux sites, comme détaillé précédemment. Ce phénomène est illustré par deux exemples concrets dans la Figure 9.12 ci-dessous. A **Horion en 2018**, la situation, avec un précédent pauvre, était favorable à l'expression des matières dont l'application s'est relevée rentable pour la majorité (sauf pour l'Orgamine, principalement en raison de son coût élevé). Par contre, dans une situation à précédent riche tel qu'à **Rhisnes en 2019**, il n'y a que le digestat qui s'avère rentable (suite à son faible coût).

9. Fertilisation organique en agriculture biologique

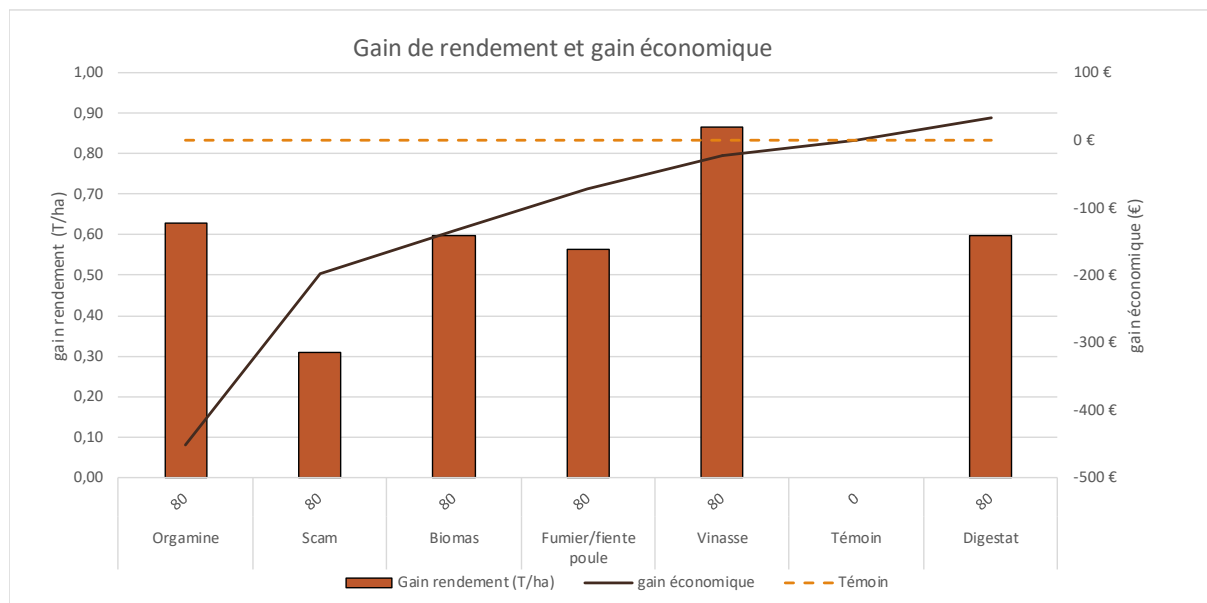


Figure 9.11 – Sur l'axe principal : histogramme du gain de rendement (t/ha) engendré par l'apport de 80uN d'azote. Sur l'axe secondaire : courbe du gain économique (€), calculée sur base du gain de rendement, du prix de vente de ce gain de céréales produit et du coût des engrais. Moyenne des 3 sites sur 2018-2019.

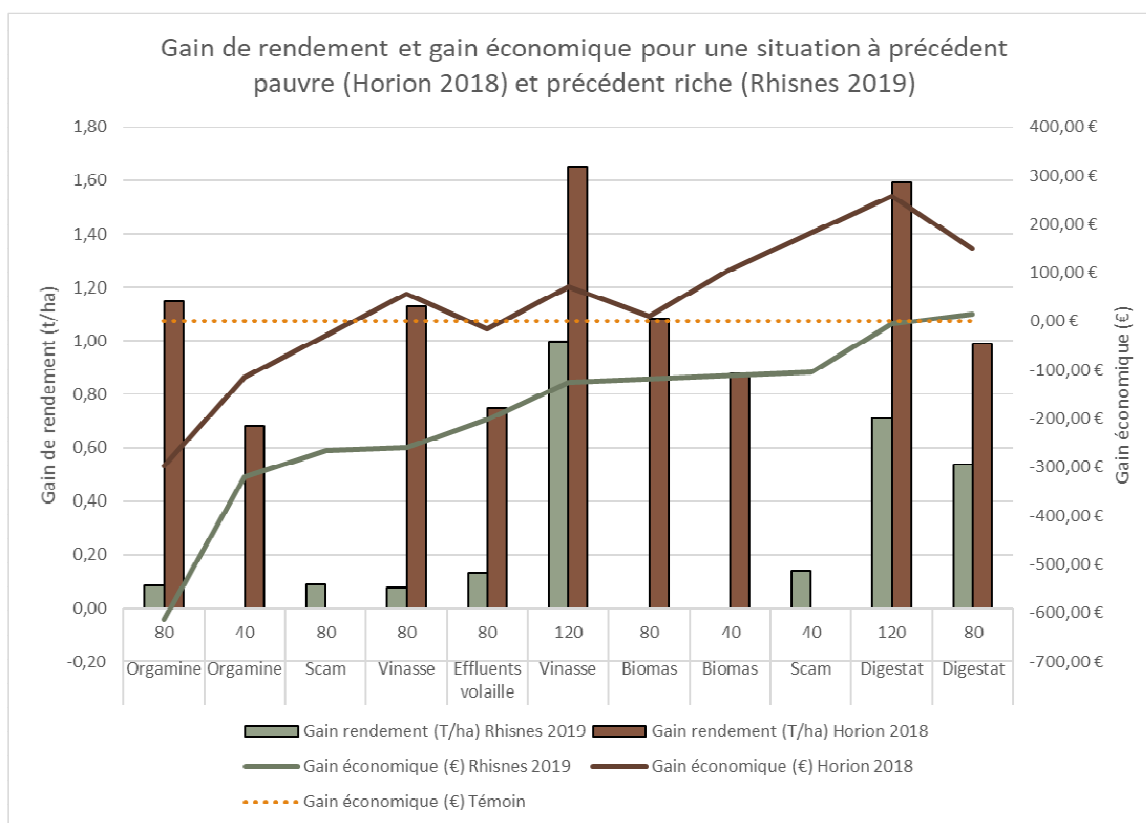


Figure 9.12 – Gain de rendement et gain économique liés à l'application de différents engrais sur les sites de Rhisnes 2019 (situation avec précédent riche) et d'Horion en 2018 (situation avec précédent pauvre).

2.5 Perspectives et conclusions

Trois paramètres ont façonné les essais sur la fertilisation organique de printemps en céréales d'hiver biologiques au cours des trois dernières années.

Tout d'abord, les essais ont été mis en place sur des parcelles à précédents souvent riches et les rendements des témoins non fertilisés y sont donc assez élevés. De ce fait, les gains de rendements potentiels fournis par les différents engrais par rapport à ces témoins étaient assez faibles. A cela s'ajoute des conditions météorologiques particulières où les deux derniers printemps ont été marqués par des déficits en eau plus ou moins importants et des températures assez fraîches en 2019. Ces conditions ont freiné la minéralisation des engrais organiques.

Enfin, la composition des bouchons change parfois d'année en année, ce qui complique la répétabilité des expérimentations d'une année à l'autre.

Ces éléments nous invitent donc à être prudent sur les conclusions à tirer de ces années d'essais et montrent la complexité de la fertilisation des céréales en agriculture biologique. D'autre part, ces essais mettent en avant l'importance de connaître la composition et teneur en azote des matières organiques épandues afin de prédire au mieux l'impact qu'elles auront sur la culture. Il convient d'être vigilant au fait que la composition des matières peut varier d'une année à l'autre (ou d'un fournisseur à l'autre pour les fumiers/fientes de volaille). Même si les bouchons sont relativement stables et fiables d'après les prédictions du fabricant, certains bouchons (dont les résultats n'ont pas été présentés ici), nous indiquaient des teneurs inférieures en azote par rapport à l'étiquette. De bonnes conditions de stockage sont indispensables pour une bonne conservation et stabilité de ces matières.

De plus, les formes d'azote composant l'engrais sont importantes à connaître pour prédire sa minéralisation et sa libération. Toutes les matières ne travaillent pas de la même manière et n'offrent pas le même gain de rendement. Ainsi les matières comme les digestat, vinasse et Orgamine ont montré une plus grande efficacité, car elles contiennent une plus grande partie d'azote directement assimilable par la plante. Parmi ces trois matières, le digestat est le meilleur marché. En conséquence, il se présente comme la matière la plus rentable en moyenne dans les essais.

Enfin, le prix de ces matières, souvent élevé, n'est pas négligeable et est à prendre en compte dans le calcul de la rentabilité économique. Même si dans nos essais, le gain économique est négatif dans la majorité des cas, enrichir le sol est capital sur le long terme et faire l'impasse sur les apports d'éléments nutritifs sur une culture exigeante en azote comme une céréale peut nuire aux cultures suivantes de la rotation. Nous insisterons à nouveau sur l'importance d'inclure des légumineuses dans la rotation, notamment avant une céréale, afin de profiter de leur capacité à capter l'azote de l'air et donc de diminuer les doses qui devront être appliquées ensuite sur la céréale.

Afin de lisser les conditions particulières du climat et des sites d'expérimentations, ces essais seront répétés au sein du réseau dans les années à venir.

10. *La fertilisation organique en région froide*

Synthèse des essais des années 2016 à 2019

E. Escarnot¹, S. Crémer², M. De Toffoli³, S. Gofflot⁴, B. Godin⁴, G. Sinnaeve⁴, R. Lambert³

1	Protocole expérimental.....	2
2	Analyse des rendements	4
3	Qualité de la récolte.....	7
4	Reliquats azotés	9
5	Conclusion.....	11

1 CRA-W – Département Science du Vivant – Unité Biodiversité et Amélioration des Plantes & Forêts

2 Centre de Michamps ASBL

3 UCL – Earth & Life Institute – Pôle Agronomie

4 CRA-W – Département Connaissance et Valorisation des Produits – Unité Valorisation des Produits, de la Biomasse et du Bois

10. Fumure organique épeautre

Le développement des modes de production biologique, la disponibilité d'engrais de ferme provenant des élevages et les préoccupations environnementales au sujet de l'utilisation des engrais nous ont conduits à mener un essai sur la fertilisation organique en région froide. Cet essai a été mené pendant quatre années au centre Agri-environnemental de Michamps en Ardenne et cet article présente la synthèse de ces expérimentations.

1 Protocole expérimental

Cette expérimentation a été conduite de manière à se rapprocher des conditions de l'agriculture biologique et aucune protection fongicide, aucun régulateur de croissance, aucun herbicide ni insecticide n'a été appliqué sur la culture d'épeautre. Le semis a été réalisé à 300 grains/m². Aucun désherbage mécanique n'a été effectué sur l'essai car cela ne fut pas nécessaire. Le Tableau 10.1 présente les différentes interventions.

Tableau 10.1 – Itinéraire cultural des essais implantés à Michamps pour les saisons 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019.

Année culturale	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
Précédent	Avoine fourragère	Avoine fourragère	Maïs ensilage	Prairie temporaire
Date de semis	12/10/2015	03/10/2016	17/10/2017	12/10/2018
Variété	Cosmos	Sérénité	Sérénité	Sérénité
Application d'engrais minéral	31/03, 22/04, 19/05	06/04, 04/05, 09/06	-	02/04
Application d'engrais organique ou de ferme	04/04/16 fientes volaille 05/04/16 fumier de bovin	13/04	06/04 organique du commerce 26/3 fumier de bovin et fientes volailles	02/04
Date de récolte	17/08	07/08	07/08	08/08

Le protocole comprenait sept modalités de fertilisation qui sont présentées dans le tableau 2. L'objectif était de comparer des engrais de ferme (action lente/rapide, dose moyenne/élevée) à l'engrais minéral en raison de notre connaissance sur le sujet, puis également à un engrais organique du commerce.

La modalité avec de l'engrais minéral était basée sur les résultats de l'essai mené en fertilisation azotée minérale au centre de Michamps depuis plusieurs années afin d'avoir une base de comparaison. Après deux premières années d'essai, une modalité avec de l'engrais organique du commerce dont le processus d'utilisation par la plante est plus proche des engrais de ferme que l'engrais minéral a été ajoutée. La dose d'engrais organique du commerce a été choisie sur base des pratiques habituelles.

Tableau 10.2 – Protocole de l’essai pour les années 2016, 2017, 2018 et 2019 : type d’engrais, dose théorique (kg N/ha), dose appliquée (kg N/ha) et différence entre dose théorique et appliquée (kg N/ha).

Objet	Apport théorique (kg N/ha)	Apport appliqué (kg N/ha)			
		2016	2017	2018	2019
Témoin zéro	0	0	0	0	0
Engrais minéral	65 à 150	150	150	-	65
Engrais organique du commerce	70	-	-	70	70
Fumier de bovin composté	150	145 (-5)	133 (-17)	188 (+38)	150 (0)
Fumier de bovin composté	230	222 (-8)	203 (-27)	288 (+58)	230 (0)
Fumier de volaille	150	175 (+25)	156 (+6)	141 (-9)	150 (0)
Fumier de volaille	230	270 (+40)	244 (+14)	221 (-9)	230 (0)

L’apport d’azote minéral consistait en 3 fractions de 50 kg N/ha (150 kg N/ha) en 2015-2016 et 2016-2017 et en un apport unique au tallage de 65 kg N/ha en 2018-2019. L’engrais organique du commerce (un équivalent de 70 kg N/ha avec du 10-4-0 à base de poudre de viande et farine de plume) a été appliqué en 2017-2018 et en 2018-2019.

Par ailleurs, les engrais de ferme ont été appliqués en 2016, 2017 et 2018 sur base de doses théoriques de richesse en azote mais les analyses a posteriori ont montré des concentrations différentes, ce qui a engendré des apports en équivalent de kg N/ha différents d’année en année et de modalité en modalité. Le Tableau 10.3 reprend les valeurs réelles d’apport en équivalent de Kg N/ha. Nous attirons l’attention sur un surdosage d’azote via le fumier de volaille et un sous-dosage via le fumier de bovin en 2016 et 2017 alors qu’en 2018 c’est l’inverse. Pour l’année 2019, les analyses d’engrais de ferme ont été réalisées a priori et la quantité exacte du protocole a pu être appliquée.

Les conditions météorologiques des quatre années d’essais ont été assez contrastées. La campagne 2015-2016 fut caractérisée par une pluviométrie très élevée, 750 l/m² entre le 1^{er} octobre 2015 et le 15 août 2016, surtout au printemps avec des pluies intenses le 27 mai, le 30 mai et le 2 juin (plus de 25 l/m² par jour). L’ensoleillement était réduit et montrait une très grande variabilité journalière, surtout de début mai à la mi-août. En 2016-2017, le printemps et le début de l’été ont été relativement secs et la pluviométrie a été plus abondante à partir de début juillet. Les températures moyennes ont été relativement élevées au notamment aux mois de juillet et d’août. En 2017-2018, l’hiver fut rigoureux puis le printemps est arrivé en avril et mai avec des températures plus élevées que les normales. Des températures très élevées ont été observées en juin et en juillet associées à un déficit hydrique marqué en raison des faibles pluies. La saison 2018-2019 présente des similarités avec la précédente avec une sécheresse et des températures élevées en été bien que ces deux phénomènes fussent moins forts qu’en 2017-2018. En revanche l’hiver fut sec et lumineux.

2 Analyse des rendements

Après des rendements très faibles en 2016, dus à un manque d'ensoleillement et à une grande pluviosité au printemps, et des rendements très élevés en 2017, les années 2018 et 2019 ont offert des rendements se situant entre ces deux extrêmes. En effet, la sécheresse printanière de 2018 a touché l'essai où les sols peu profonds et caillouteux ne disposent pas de réserve hydrique importante, et a impacté négativement le rendement. En 2019, la sécheresse déjà présente en hiver s'est maintenue durant toute la période de développement de la culture, et a également défavorisé le rendement. La moyenne de l'essai était de 3544 kg/ha en 2016, de 6946 kg/ha en 2017, 5322 kg/ha en 2018 et 5889 kg/ha en 2019.

Les rendements furent très variables d'année en année pour le témoin zéro, oscillant entre 2904 kg/ha en 2016 et 6679 kg/ha en 2017. Dans tous les cas, une augmentation de rendement était observée par l'apport d'engrais quel qu'il soit mais elle n'est pas statistiquement significative chaque année. L'apport d'engrais organique du commerce ou de fumier de bovin composté à hauteur de 150 ou 230 kg N/ha a permis d'obtenir des rendements similaires sur les quatre années. L'apport de fientes de poules à hauteur de 230 kg N/ha a permis d'obtenir un rendement supérieur à celui obtenu avec les autres engrais de ferme ou organique mais n'est pas statistiquement significatif chaque année tandis que l'apport à hauteur de 150 kg N/ha a donné des rendements parfois similaires à celui obtenu avec du fumier de bovin composté et parfois supérieurs, mais jamais statistiquement significatifs. C'est l'apport de 150 kg N/ha d'engrais minéral qui a fourni les rendements les plus élevés mais non statistiquement significatif par rapport aux autres modalités avec apport (2016 et 2017). Si l'apport d'engrais minéral était limité à 65 kg N/ha, ce sont les rendements obtenus avec les fientes de volaille (150 et 230 kg N/ha) qui furent les plus élevés (2019) (Tableau 10.3 et Figure 10.1). Seul le rendement obtenu par l'apport de fientes de volaille à hauteur de 230 kg N/ha est statistiquement supérieur aux rendements obtenus avec les autres apports sauf pour le minéral (non statistiquement significatif) en 2019.

Le coefficient d'efficacité (gain de rendement par équivalent kilo d'azote apporté) fut très variable d'année en année, il fut compris entre 0.6 et 5.8 pour le fumier de bovin composté (variation de 9.7) et entre 1.6 et 11.7 pour les fientes de volaille (variation de 7.3). Les quatre années d'essais ont démontré la supériorité de l'efficacité des fientes de volaille sur le fumier de bovin composté, les fientes sont en moyenne deux fois plus efficaces que le fumier de bovin composté. L'engrais organique avait des efficacités de 10 et 14.6 (variation de 1.5) qui illustre une bonne stabilité. Ce coefficient était supérieur à celui des engrais de ferme, en partie dû à un niveau d'azote total plus faible que dans le cas des autres engrais. Enfin, l'engrais minéral avait une efficacité de 3.7 et 10.2 (variation de 2.7) avec un apport de 150 kg N/ha et une efficacité de 23.5 avec un apport de 65 kg N/ha. L'importante différence d'efficacité provient du stade de l'apport, nous savons que la fraction la mieux valorisée est celle du tallage, de la quantité totale plus faible et de la disponibilité de l'azote minéral (Figure 10.2).

Tableau 10.3 – Etude de la réponse de l'épeautre à la fumure organique dans l'essai de Michamps pour les saisons 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019.

2016		Cosmos						
Objet	T	R	DF	Total (kgN/ha)	Rendement phytotechnique		PHL (kg/hl)	Effic. (-)
					(kg/ha)	(qx/ha)		
Témoin zéro	0	0	0	0	2904	29	33	-
Minéral	50	50	50	150	4432	44	29	10,2
Fumier bovin composté	145	-	-	145	3247	32	35	2,4
Fumier bovin composté	222	-	-	222	3416	34	34	2,3
Fientes de volaille	175	-	-	175	3459	35	34	3,2
Fientes de volaille	270	-	-	270	3805	38	33	3,3
2017		Sérénité						
Objet	T	R	DF	Total (kgN/ha)	Rendement phytotechnique		PHL (kg/hl)	Effic. (-)
					(kg/ha)	(qx/ha)		
Témoin zéro	0	0	0	0	6679	67	37	-
Minéral	50	50	50	150	7232	72	35	3,7
Fumier bovin composté	133	-	-	133	6805	68	37	0,9
Fumier bovin composté	203	-	-	203	6795	68	38	0,6
Fientes de volaille	156	-	-	156	7103	71	37	2,7
Fientes de volaille	244	-	-	244	7060	71	38	1,6
2018		Sérénité						
Objet	T	R	DF	Total (kgN/ha)	Rendement phytotechnique		PHL (kg/hl)	Effic. (-)
					(kg/ha)	(qx/ha)		
Témoin zéro	0	0	0	0	4631	46	38	-
Engrais organique	70	-	-	70	5334	53	42	10,0
Fumier bovin composté	188	-	-	188	5351	54	43	3,8
Fumier bovin composté	288	-	-	288	5319	53	36	2,4
Fientes de volaille	141	-	-	141	5373	54	41	5,3
Fientes de volaille	221	-	-	221	5921	59	40	5,8
2019		Sérénité						
Objet	T	R	DF	Total (kgN/ha)	Rendement phytotechnique		PHL (kg/hl)	Effic. (-)
					(kg/ha)	(qx/ha)		
Témoin zéro	0	0	0	0	4794	48	34	-
Engrais organique	70	-	-	70	5656	57	34	14,6
Fumier bovin composté	150	-	-	150	5499	55	36	5,8
Fumier bovin composté	230	-	-	230	5651	57	37	4,4
Fientes de volaille	150	-	-	150	6384	64	35	11,7
Fientes de volaille	230	-	-	230	7081	71	34	10,6
Engrais minéral	65	-	-	65	6156	62	36	23,5

T : tallage, R : redressement, DF : dernière feuille ; PHL : poids à l'hectolitre ; Effic. : coefficient d'efficacité

10. Fumure organique épeautre

En ce qui concerne le poids à l'hectolitre (ou poids spécifique), la moyenne de l'essai était de 33 kg/hl en 2016, 37 kg/hl en 2017, 40 kg/hl en 2018 et 35 kg/hl en 2019. Les variations entre les modalités de fertilisation n'étaient pas importantes. Lors de l'apport de 150 kg N/ha d'engrais minéral, le PS était plus faible que ceux obtenus sans apport ou avec des engrais de ferme (statistiquement significatif). Ceci n'était pas le cas avec l'apport de 65 kg N/ha qui a permis d'obtenir un des meilleurs poids spécifiques de l'essai. Le poids spécifique est un critère commercial plutôt que physiologique ou technologique. Il est hérité du temps où les transactions étaient basées plus sur le volume que sur le poids. Le poids spécifique est influencé par deux éléments principaux. Le premier est la densité de remplissage de l'enveloppe des grains, celle-ci est souvent favorisée par une teneur en protéines élevée en raison de la meilleure agglomération de l'amidon dans la matrice protéique. Cependant dans le cas présent, nous observons simultanément une bonne teneur en protéines et un faible poids spécifique. Le second est l'aptitude à l'agencement spatial des grains les uns par rapport aux autres et serait essentiellement variétal ; à densité égale les grains plus petits laissent plus d'interstices engendrant un poids spécifique plus faible. Dans le cas de l'épeautre, la proportion de balles influencera aussi le poids spécifique. Dans le cas présent, le poids spécifique plus faible sous fertilisation minérale pourrait s'expliquer par des grains plus gros qui engendrent une ouverture plus ample des balles et donc un moins bon agencement spatial.

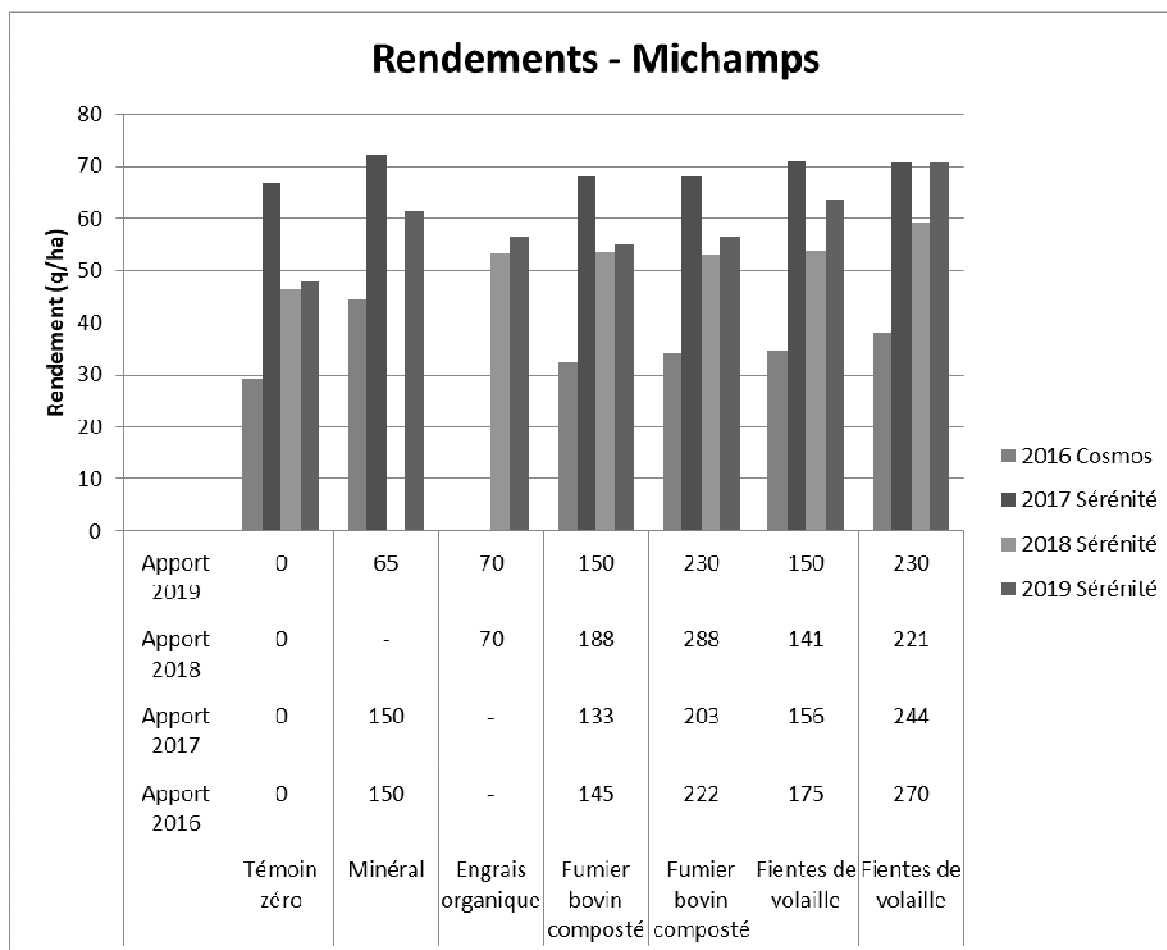


Figure 10.1 – Rendements (q/ha) selon les modalités de fertilisation (quantités apportées en kg N/ha) dans les essais réalisés à Michamps pour les saisons 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019.

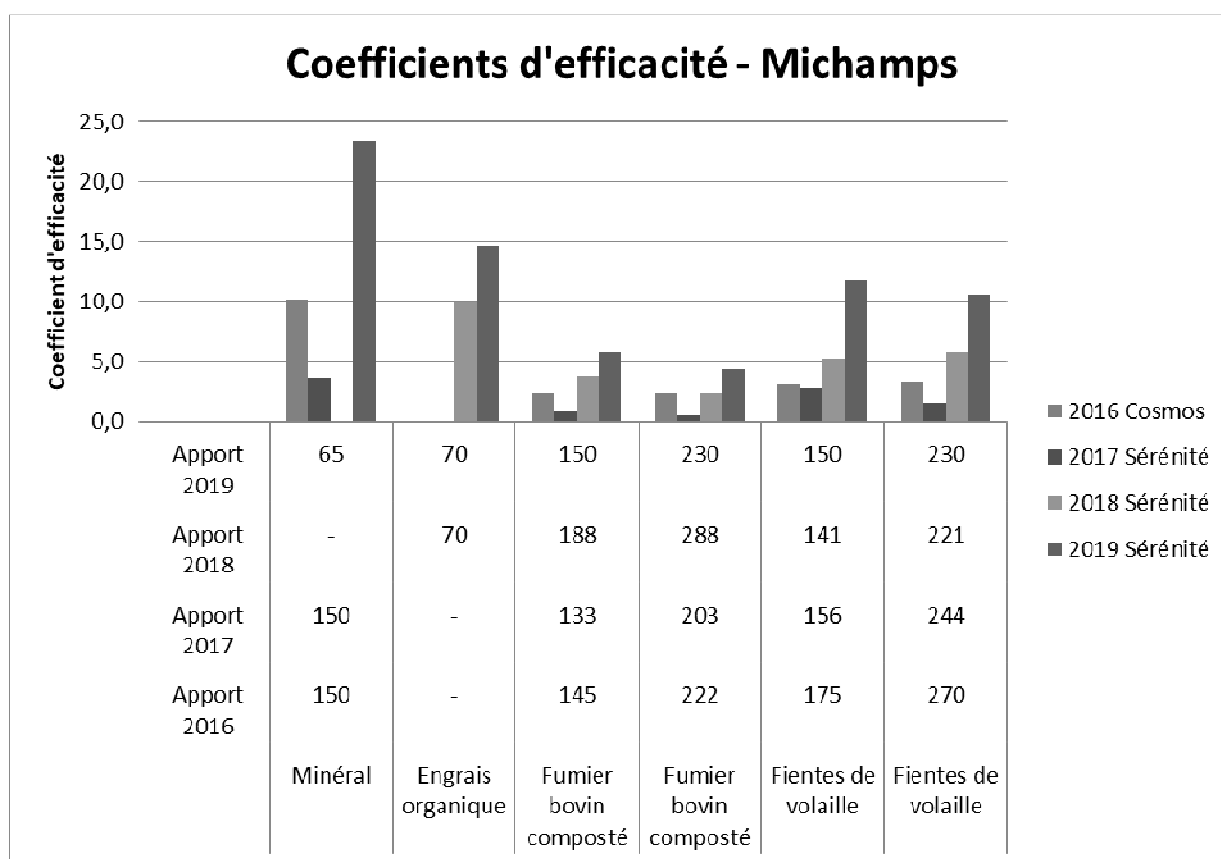


Figure 10.2 – Coefficients d’efficacité selon les modalités de fertilisation (quantités apportées en kg N/ha) dans les essais réalisés à Michamps pour les saisons 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019.

3 Qualité de la récolte

La teneur en protéines du grain d’épeautre est calculée avec le facteur de conversion de 5.7 car le marché requiert des épeautres panifiables, même si la majorité de la production est valorisée en alimentation animale. De plus, cela permet une comparaison avec le froment pour lequel le même facteur de conversion est utilisé.

Les quatre années de résultats sur la teneur en protéines mettent en exergue le caractère exceptionnel de 2017, les apports d’engrais réalisés ont été valorisés par les pluies du mois de juillet qui ont fait augmenter la teneur du grain en protéines.

L’effet de l’apport de 150 kg N/ha d’azote minéral en trois fractions par rapport au témoin zéro était clair, les teneurs en protéines étaient de 13.8 et 13.6 % alors qu’elles étaient de 15.4 et 15.3 % pour la fertilisation minérale respectivement pour 2016 et 2017. L’apport en une fraction de 65 kg N/ha n’a pas eu d’impact sur la teneur en protéine par rapport au témoin. La teneur en protéines de la production sous fertilisation minérale est assez indépendante des conditions météorologiques et indépendante du rendement dans le cas présent mais est bien dépendante de l’apport tardif au stade dernière feuille.

10. Fumure organique épeautre

L'apport d'engrais organique n'a eu qu'un effet nul à faible sur la teneur en protéines comme les apports de 150 kg N/ha sous forme de fumier de bovin composté ou de fientes de volaille. L'effet de l'apport de 230 kg N/ha sous forme de fumier de bovin composté ou de fientes de volaille est resté supérieur aux précédents mais n'est pas très marqué (Figure 10.3).

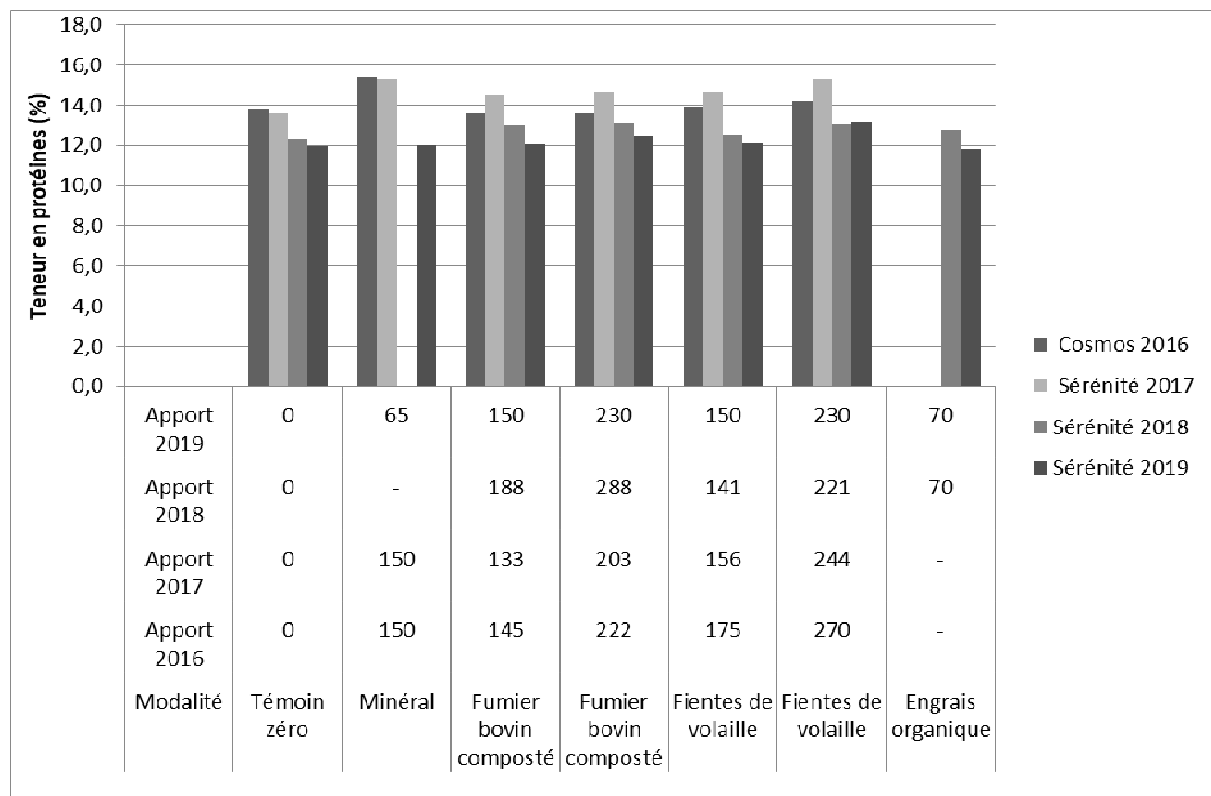


Figure 10.3 – Teneurs en protéines (N*5.7%) selon les modalités de fertilisation (quantités apportées en kg N/ha) dans les essais réalisés à Michamps pour les saisons 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019.

L'impact des différentes fumures sur l'indice de Hagberg était très faible, aucune différence importante n'a été observée sur les années 2017, 2018 et 2019 (Tableau 10.4).

Tableau 10.4 – Indice de Hagberg selon les modalités de fertilisation (quantités apportées en kg N/ha) dans les essais réalisés à Michamps pour les saisons 2017-2018, 2018-2019.

Modalité	Apport 2017	Apport 2018	Apport 2019	Sérénité 2017	Sérénité 2018	Sérénité 2019
Témoin zéro	0	0	0	336	311	357
Minéral	150	-	65	365	-	373
Fumier bovin composté	133	188	150	351	325	362
Fumier bovin composté	203	288	230	369	327	360
Fientes de volaille	156	141	150	327	312	366
Fientes de volaille	244	221	230	347	326	368
Engrais organique	-	70	70	-	319	363

En ce qui concerne l'indice de Zélény et le ratio Z/P, l'année 2017 reste exceptionnelle avec des résultats très élevés. L'engrais organique, le fumier de bovin composté et les fientes de volaille à hauteur de 150 kg N/ha n'ont eu qu'un effet nul à très faible sur les deux indices.

Un apport de 230 kg N/ha sous forme de fumier de bovin composté ou de fientes de volaille n'a montré qu'un léger impact sur ces deux indices (Figure 10.4 et Tableau 10.5).

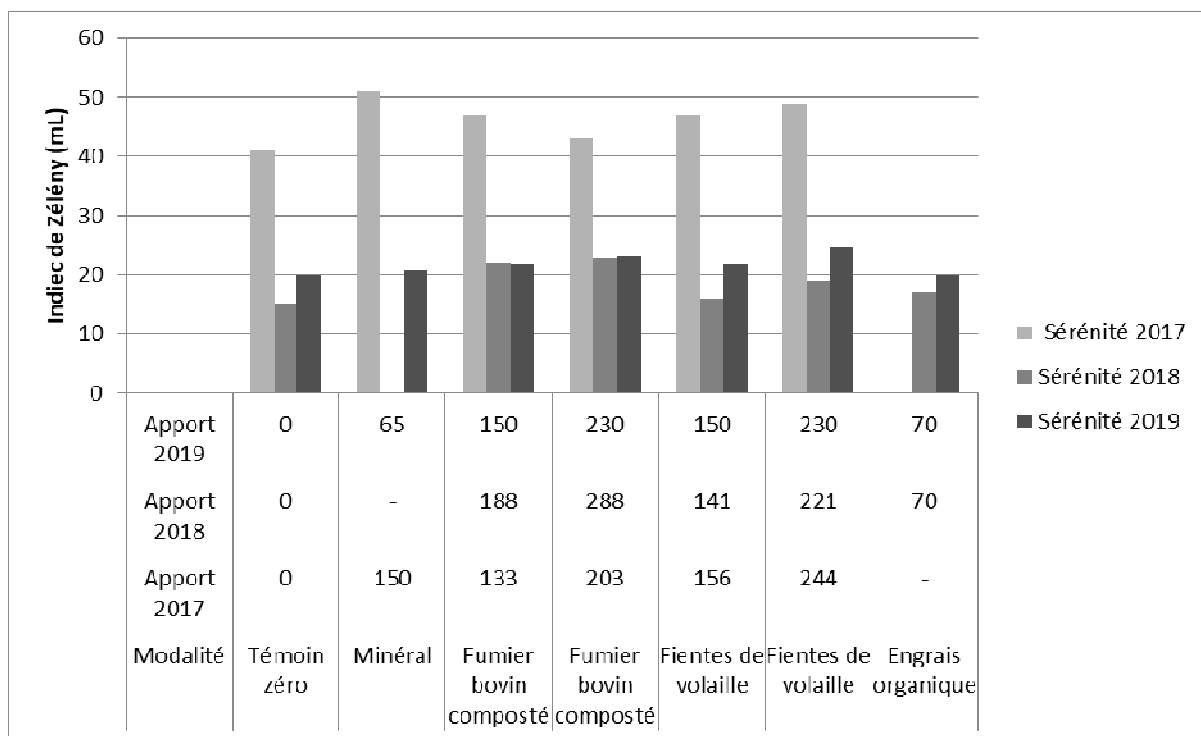


Figure 10.4 – Indices de Zélény selon les modalités de fertilisation organique dans les essais réalisés à Michamps pour les saisons 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019.

Tableau 10.5 – Indice Z/P selon les modalités de fertilisation (quantités apportées en kg N/ha) dans les essais réalisés à Michamps pour les saisons 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019.

Modalité	Apport 2017	Apport 2018	Apport 2019	Sérénité 2017	Sérénité 2018	Sérénité 2019
Témoign zéro	0	0	0	2,8	1,2	1,7
Minéral	150	-	65	3,0	-	1,7
Fumier bovin composté	133	188	150	3,0	1,7	1,8
Fumier bovin composté	203	288	230	2,7	1,8	1,9
Fientes de volaille	156	141	150	2,9	1,3	1,8
Fientes de volaille	244	221	230	2,9	1,5	1,9
Engrais organique	-	70	70	-	1,3	1,7

4 Reliquats azotés

Les reliquats azotés varient peu selon les modalités de fertilisation et restent relativement stables d'une année sur l'autre. De manière générale, les reliquats en azote minéral se situent dans une fourchette restreinte autour de la moyenne de 70 kg N/ha, allant de 61 à 77 kg N/ha en 2017, de 45 à 70 kg N/ha en 2018 et de 63 à 77 kg N/ha en 2019 avec un pic exceptionnel à 137 kg N/ha pour les fientes de volailles à 230 kg N/ha. La comparaison des résultats des

10. Fumure organique épeautre

expérimentations avec les mesures effectuées dans des parcelles de référence en céréales sans CIPAN en Haute Belgique montre que les valeurs moyennes sont proches pour 2017 et 2019, avec respectivement 66 et 97 kg N-NO₃/ha en octobre dans les parcelles de références (respectivement 70 et 79 kg N/ha dans l'essai). En 2018, la moyenne de l'essai (57 kg N/ha) est sensiblement plus faible que la moyenne des reliquats de référence (98 kg/ha).

Si l'on observe les reliquats en fonction des modalités, l'épeautre fertilisé avec la dose maximale de fientes de volaille (230 kg N/ha) donne chaque année les reliquats les plus élevés. Cela met en évidence que cette quantité d'engrais de ferme à action rapide entraîne le risque dépasser l'optimum de fertilisation, ce qui a été le cas en 2019 malgré un très bon rendement pour cette modalité. Les reliquats mesurés après apports de fumier de bovin compostés restent faibles, proches du témoin non fertilisé, et ce quelle que soit la dose apportée. Cela montre qu'ici l'optimum n'est pas dépassé avec la dose maximale.

Les fertilisations avec des engrais du commerce, que ce soit des engrais minéraux conventionnels ou de l'engrais organique bio, présentent des reliquats azotés proches du témoin zéro quelle que soit l'année ou la dose apportée (pour la fertilisation minérale) témoignant d'une bonne valorisation de l'azote par la culture (Figure 10.5).

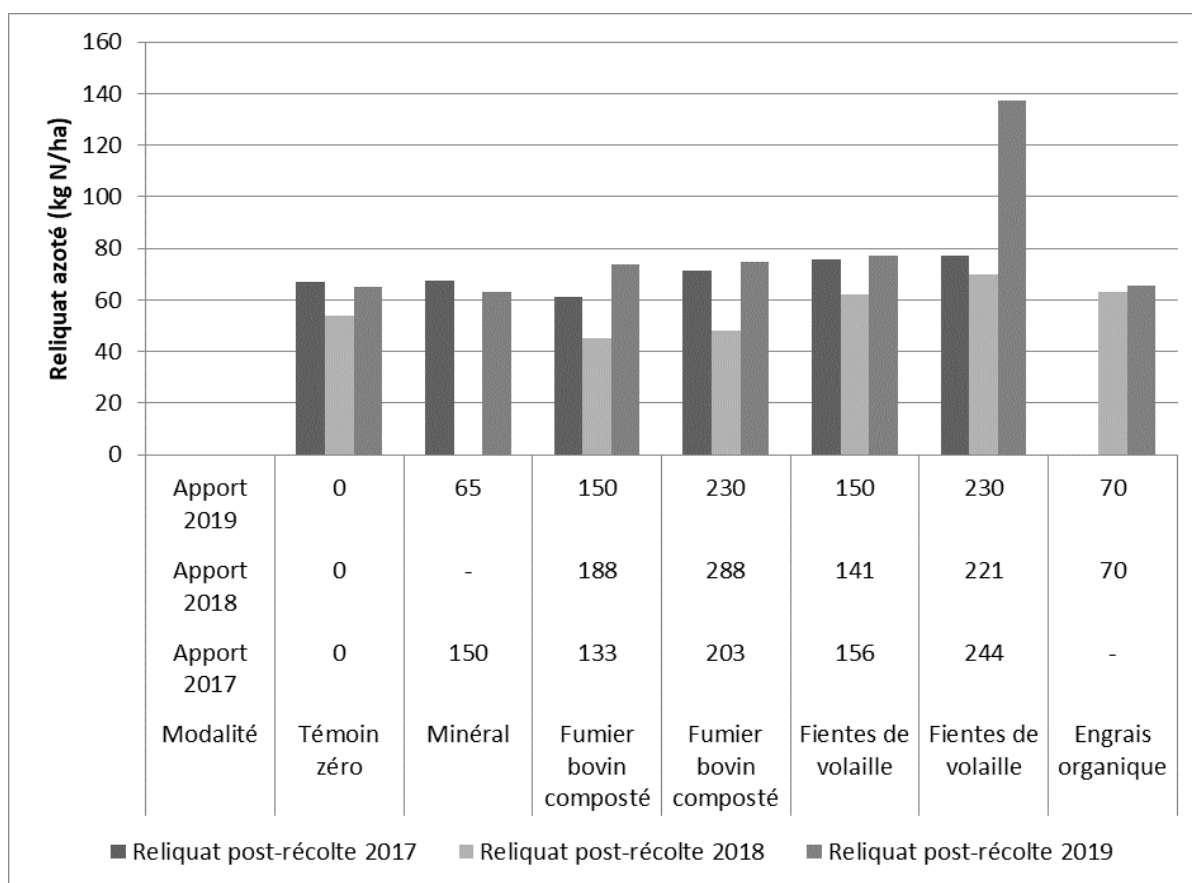


Figure 10.5 – Reliquat en azote minéral sur 90 cm selon les modalités de fertilisation azotée de l'épeautre (quantités apportées en kg N/ha) dans les essais réalisés à Michamps pour les saisons 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019.

5 Conclusion

Les quatre années d'expérimentation permettent de disposer d'informations fiables sur la question de la fertilisation organique en région froide. Il en ressort que les fientes de volailles permettent d'obtenir un rendement supérieur à ceux obtenus avec du fumier de bovin composté mais ceci n'est pas statistiquement significatif chaque année ; leur coefficient d'utilisation est également supérieur. L'engrais organique représente un certain coût mais est valorisé par la culture et présente un bon coefficient d'efficacité. L'engrais minéral présente l'avantage de la facilité d'utilisation et montre de bons résultats comme nous maîtrisons la dose et le fractionnement à appliquer. Il a un bon coefficient d'efficacité surtout lorsqu'une faible dose est distribuée et de surcroît au tallage. Les différentes modalités de fertilisation n'ont montré qu'un impact faible ou nul sur les paramètres de qualité : teneur en protéines, indice de Hagberg, indices de Zélény et Zélény/protéines. Enfin les reliquats azotés sont restés dans une gamme raisonnable pendant les quatre années d'expérimentation. Il faut toutefois être prudent dans l'utilisation des engrais de ferme à action rapide telles que les fientes de volailles dont l'efficacité peut être élevée et donc limiter ce type d'engrais de ferme à 100-150 kg N/ha afin de ne pas dépasser la dose qui peut être valorisée par la culture.

Concernant la rentabilité de ces apports, il n'est pas réaliste de la calculer car une telle étude serait basée sur le coût de l'apport d'azote uniquement alors que les engrais de ferme servent également de fumure de fond grâce à leur richesse en phosphore et en potasse. Leur prix est donc basé sur les teneurs en différents minéraux leur conférant une valeur plus élevée en €/tonne que l'engrais minéral. Pour les fermes qui ont une production animale, ces engrais sont un sous-produit qu'elles ont l'opportunité de valoriser en respectant certaines normes. Finalement, le coût de ces engrais réside principalement dans leur gestion et l'opération d'épandage.

Quant aux engrais organiques du commerce, leur prix très élevé engendre forcément un bilan économique négatif mais leur utilisation peut se justifier lorsque la structure de l'exploitation, l'indisponibilité d'engrais de ferme ou un cahier des charges particulier l'exigent. Les exploitations sans production animale devraient probablement dans ce cas plutôt favoriser l'échange paille/fumier en raison des effets bénéfiques des engrais de ferme.

Nous souhaitons rappeler qu'en dépit d'une efficacité variable selon les années, l'apport d'engrais de ferme est toujours bénéfique pour la culture et la parcelle : effets positifs sur la teneur en matière organique, la structure du sol, l'activité biologique, la régulation du pH et de l'eau du sol. Les effets des engrais de ferme ne sont pas totalement visibles sur une seule année de culture. Ils apportent des éléments qui ont des impacts pendant plusieurs années mais qui sont difficilement quantifiables. Il est donc nécessaire de les considérer dans leur globalité à l'échelle de la rotation.

11. Perspectives

- 1 Deux nouveaux outils d'aide à la décision en céréales en Wallonie..... 2
- 2 Blé dur : une opportunité pour la diversification des cultures ? 17
- 3 Premières évaluations d'une culture céréalière pérenne (*Th. intermedium*) en Belgique et optimisation de ses productions 23
- 4 Le phénotypage numérique en champs : un outil de caractérisation des cultures 26
- 5 Estimation de l'intensité d'infection de fusariose sur épis de froment d'hiver par imagerie hyperspectrale proche infrarouge 31

1 Deux nouveaux outils d'aide à la décision en céréales en Wallonie

D. Rosillon¹, J. P. Huart¹, V. Planchon¹, M. De Proft², B. Dumont³

1.1 Introduction

Deux nouveaux outils d'aide à la décision (OAD) vont être disponibles au printemps 2020 pour le suivi de la culture du froment en Wallonie.

Le premier OAD, l'OAD phéno, a pour objectif de suivre le développement du froment afin de planifier des opérations culturales et de comparer l'année en cours avec une année « normale ». Cet outil est un module de base mais est fondamental pour réaliser ultérieurement des avertissements en céréales ; le stade de développement du froment conditionne en effet les opérations culturales ainsi que la sensibilité à certaines maladies et ravageurs.

Le second OAD, **CECIBLE**, simule le développement de la cécidomyie orange, depuis la larve hivernant dans le sol, jusqu'à l'émergence de l'adulte. Grâce à l'utilisation de données météorologiques spatialisées, cet outil permet de déterminer les dates d'émergence de ce ravageur pour chaque point du territoire.

Les publics visés par ces OAD sont les structures d'encadrement, les acteurs de la recherche agronomique et les agriculteurs.

1.2 OAD phéno – Suivi du développement du froment

1.2.1 Les formalismes

a. Le modèle « STICS »

L'OAD phéno est l'implémentation d'un module du modèle STICS (Simulateur multIdisciplinaire pour les Cultures Standard) développé depuis 1996 par l'INRA. STICS est un modèle déterministe dynamique qui simule le fonctionnement des cultures à pas de temps journalier. Les grands processus simulés sont la croissance et le développement de la culture ainsi que les bilans hydrique et azoté. STICS est adapté à un grand nombre de cultures (blé, maïs, betterave, prairies, soja, sorgho, etc.).

Le modèle STICS est largement utilisé de par le monde. Son développement et son évolution, ainsi que l'animation scientifique autour du modèle, sont assurés par une communauté de scientifiques en France, en Belgique et au Canada. Le modèle est utilisé par plusieurs

¹ CRA-W – Département Production Agricole – Unité Agriculture, Territoire et Intégration Technologique

² CRA-W – Département Sciences du vivant – Unité Santé des Plantes et Forêts

³ ULiege – Gx-ABT – Unité de phytotechnie tempérée

plateformes agrométéorologiques en France et est couplé avec plusieurs modèles. Il est également utilisé dans de nombreux projets internationaux [1].

L'OAD phéno est une implémentation simplifiée du module « Développement » (voir Figure 11.1) et ce pour le froment uniquement. Par rapport au formalisme complet de STICS, on ne considère pas (i) le calcul de l'imbibition de la graine, (ii) l'humidité dans le sol au niveau du lit de semences ou encore (iii) l'existence d'une croûte retardant l'émergence. De même, nous ne calculons pas les pertes de densité liées à un faible taux de germination, à un faible taux de levée ou au gel des plantules.

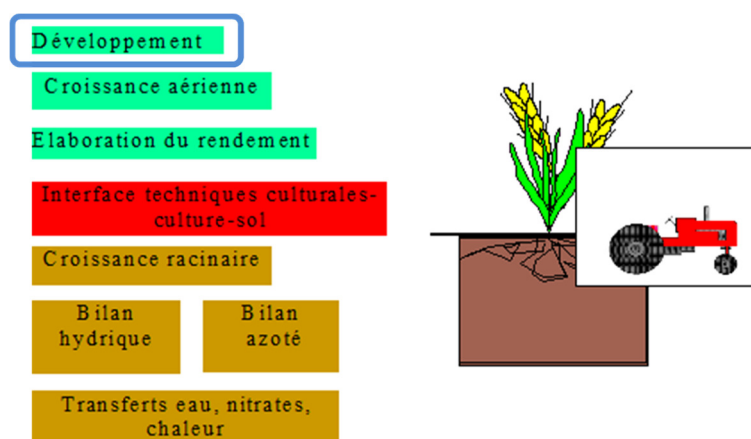


Figure 11.1 – Modules composant le modèle STICS [2].

b. Formalismes de l'OAD phéno

Les formalismes de l'OAD phéno sont illustrés à la Figure 11.2. Les deux grandes phases suivantes peuvent être dissociées dans la modélisation du développement du froment :

- une phase de développement sous-terrain qui va de la semence sèche à la levée en passant par la germination ;
- une phase de développement aérien qui va de la levée à la maturité du grain.

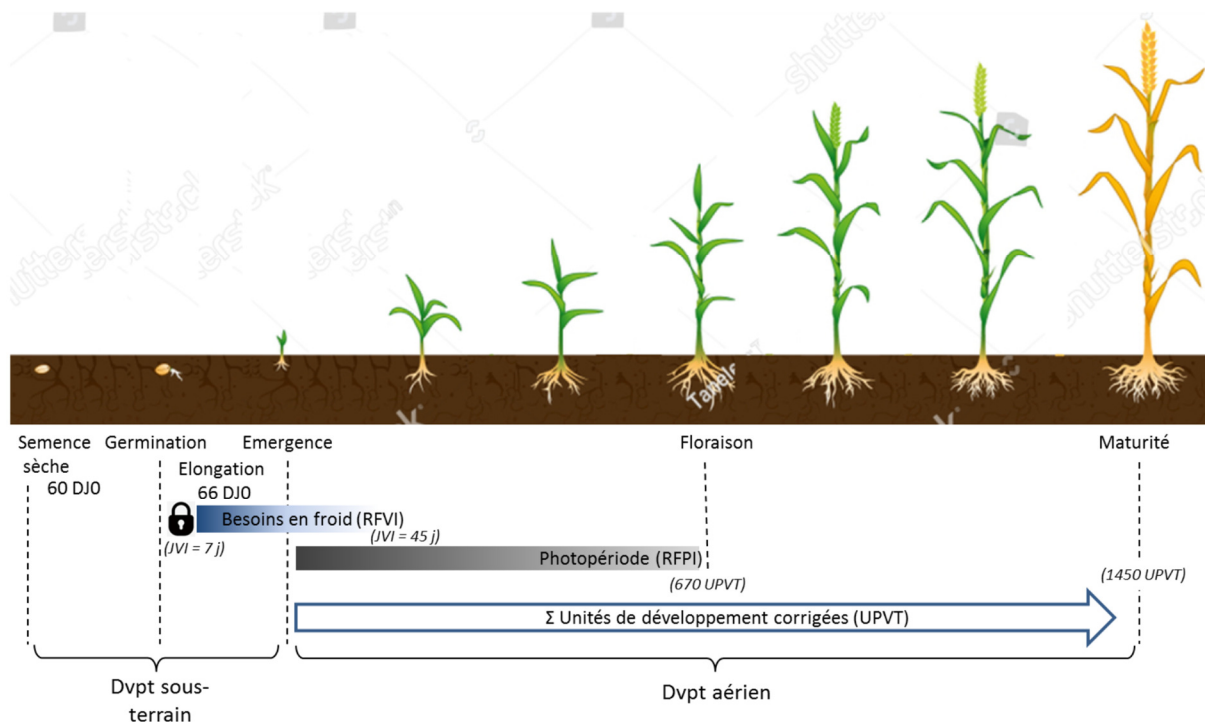


Figure 11.2 – Développement du froment - formalisme OAD phéno [3].

c. Le développement sous-terrain

Le développement de la culture commence lorsque la semence commence à s’imbiber. La germination de la graine se produit lorsqu’une somme de 60 degrés-jour en base 0 est atteinte. Ces données de température proviennent du réseau Pameseb du CRA-W. Pour les stations équipées de sondes de température à la surface du sol, cette mesure de la température est utilisée. Pour les stations météorologiques qui n’en sont pas équipées, la température de l’air à 1,5 m est utilisée.

L’émergence se produit lorsque l’élongation des coléoptiles est supérieure à la profondeur de semis. L’élongation des coléoptiles est fonction de la température du sol. Une profondeur de semis de 3 cm a été implémentée par défaut dans l’OAD phéno ce qui correspond à 66 degré-jour. Ce paramètre pourrait à l’avenir être encodé dans l’outil par l’agriculteur. La Figure 11.3 illustre la fonction entre l’élongation des coléoptiles et la somme de degré-jour.

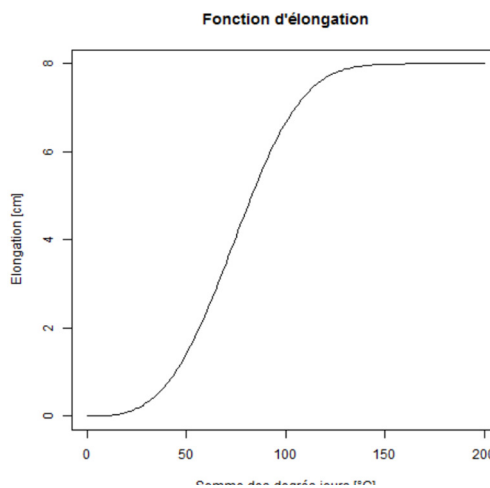


Figure 11.3 – Fonction liant l’élongation des coléoptiles et la somme de degré-jour du sol.

d. Le développement aérien

Les durées séparant les stades successifs de développement sont évaluées en unités de développement (UPVT) reproduisant le temps physiologique de la plante. Le moteur de ce temps physiologique est la température (UDEV) ; il peut être ralenti par des conditions non optimales de photopériodes (RFPI < 1) ou par la non satisfaction des besoins en froid (RFVi < 1). Dans l'OAD phéno, le ralentissement de développement ayant pour cause les stress hydrique ou azoté n'est pas pris en compte.

Ainsi, chaque jour, le parcours physiologique (UPVT) est donné par l'équation suivante :

$$UPVT = UDEV * RFPI * RFVI.$$

Les durées séparant les stades successifs de développement sont propres à chaque variété.

➤ Action de la température (UDEV)

L'action de la température est linéaire entre un seuil minimal et maximal (Figure 11.4). Dans l'OAD phéno, la fonction bilinéaire a été retenue (tracé continu sur la figure ci-dessous). La température minimale a été fixée à 0°C. La température maximale a été fixée à 35°C. Cela signifie qu'en dessous de 0°C, la plante ne se développe pas et que des températures supérieures à 35°C ne participent pas plus au développement de la plante qu'une température de 35°C.

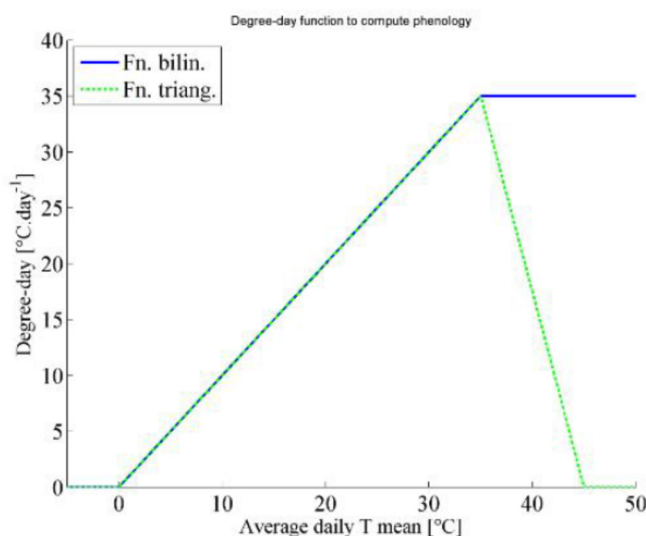


Figure 11.4 – Fonction liant UDEV à la température moyenne de l'air.

➤ Action de la photopériode (RFPI = frein photopériodique)

Le froment, est une plante photopériodique. Cela signifie que son développement est fonction de la durée du jour et que la seule température ne suffit pas à assurer son développement. L'épi devient plus sensible au froid dès lors qu'il a commencé à monter. Les deux freins (vernalisation et longueur du jour) permettent que les stades sensibles n'arrivent que lorsque les températures commencent à se radoucir.

11. Perspectives

La Figure 11.5 montre le lien entre la longueur du jour et le frein photopériodique (RFPI). Le frein photopériodique s'applique entre les photopériodes seuils. En-dessous de 6 heures 20 minutes de jour, le froment ne se développe pas sous l'effet d'un verrou photopériodique. Au-dessus de 20 heures de jour, le développement de la plante n'est plus freiné par la longueur du jour. Ce frein photopériodique agit du stade d'émergence au stade floraison. Après la floraison, le développement du froment n'est plus freiné par la photopériode.

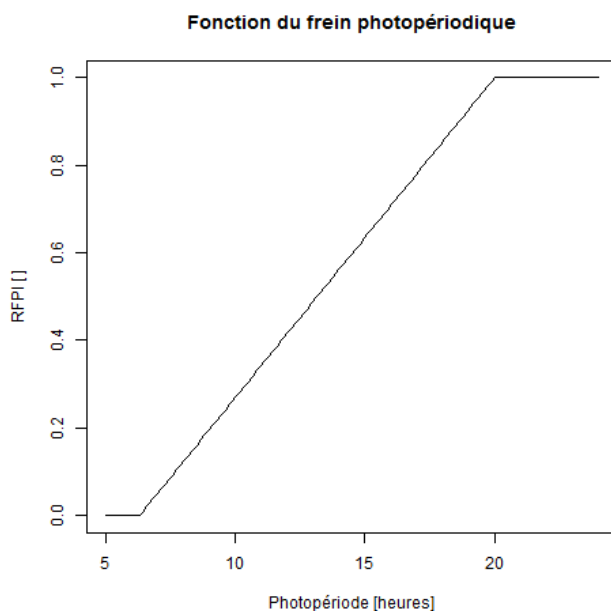


Figure 11.5 – Graphique de la fonction liant le frein photopériodique (RFPI) à la longueur du jour.

En Belgique, la durée minimale du jour atteinte aux alentours du 21 décembre est d'un peu moins de 8 heures. Même lors des jours les plus courts de l'année, le verrou photopériodique n'est donc pas atteint. La photopériode dépendant de la latitude, la Figure 11.6 montre la fonction liant le jour de l'année en jours juliens et le RFPI à Gembloux.

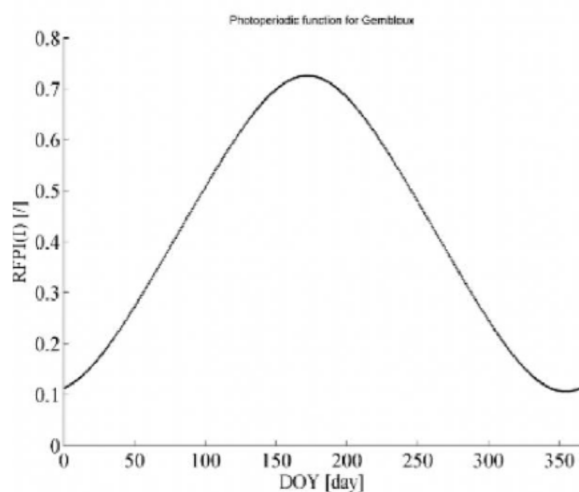


Figure 11.6 – Graphique de la fonction liant les jours juliens au frein photopériodique (RFPI) à Gembloux.

➤ La vernalisation ou les besoins en froid (RFVI = frein de vernalisation)

Un blé d'hiver a des besoins en froid pour monter en épi. La non satisfaction des besoins en froid bloque (RFVI = 0) ou ralentit le développement des cultures (RFVI <1).

Les besoins en froid sont définis par un nombre de jours vernalisants et la valeur vernalisante d'un jour donné (JVI) est fonction de la température. La Figure 11.7 montre la fonction liant la température journalière moyenne de l'air et la valeur vernalisante de la journée telle qu'implémentée dans l'OAD phéno. Les valeurs minimales et maximales sont de respectivement -3.5°C et 16,5°C. Le maximum de la fonction est à 6.5°C.

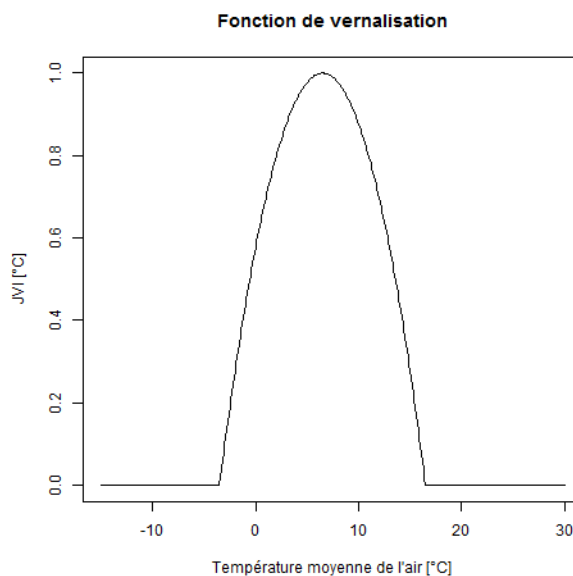


Figure 11.7 – Graphique de la fonction liant la valeur vernalisante d'un jour (JVI) à la température moyenne de l'air.

Le décompte des jours vernalisants démarre à la germination des cultures. Le verrou lié aux besoins en froid est levé après 7 jours vernalisants. Le frein lié aux besoins en froid se fait ressentir jusqu'à atteindre 45 jours vernalisants (voir Figure 11.8). Ce seuil peut changer en fonction des variétés dont les besoins en froid sont caractérisés par l'alternativité.

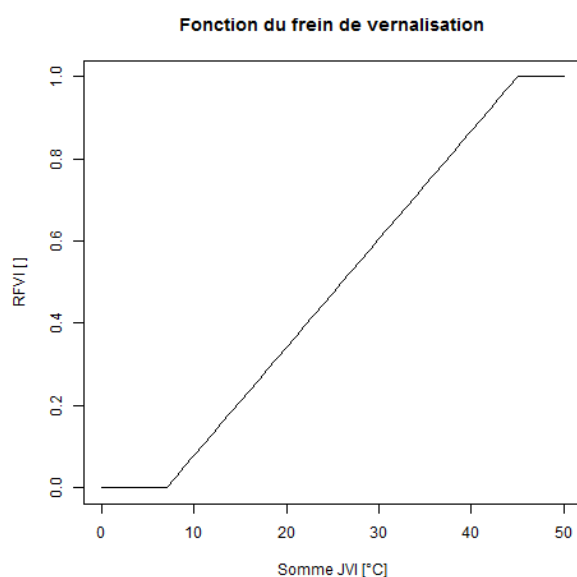


Figure 11.8 – Graphique de la fonction liant le frein de vernalisation (RFVI) et la somme des jours vernalisants (JVI).

1.2.2 Adaptation du modèle aux variétés cultivées en Belgique

Les formalismes du modèle présentés ci-dessus nécessitent d'être paramétrés en fonction des variétés cultivées en Belgique. Un travail de caractérisation des variétés a été réalisé sur base des observations au champ effectuées par le CRA-W. Les paramètres variétaux nécessaires pour alimenter l'OAD sont l'alternativité, la précocité à l'épiaison, la précocité à la floraison et la précocité à la maturité.

a. L'alternativité

Tableau 11.1 – Correspondance alternativité – vernalisation

[4]

Note	ALTERNATIVITÉ	Nb de jours vernalisants nécessaires
1	Très hiver	60 jours
2	Hiver	50 jours
3	Hiver à 1/2 Hiver	45 jours
4	1/2 Hiver	40 jours
5	1/2 Hiver à 1/2 Alternatif	32 jours
6	1/2 Alternatif	25 jours
7	Alternatif	15 jours
8	Alternatif à Printemps	10 jours

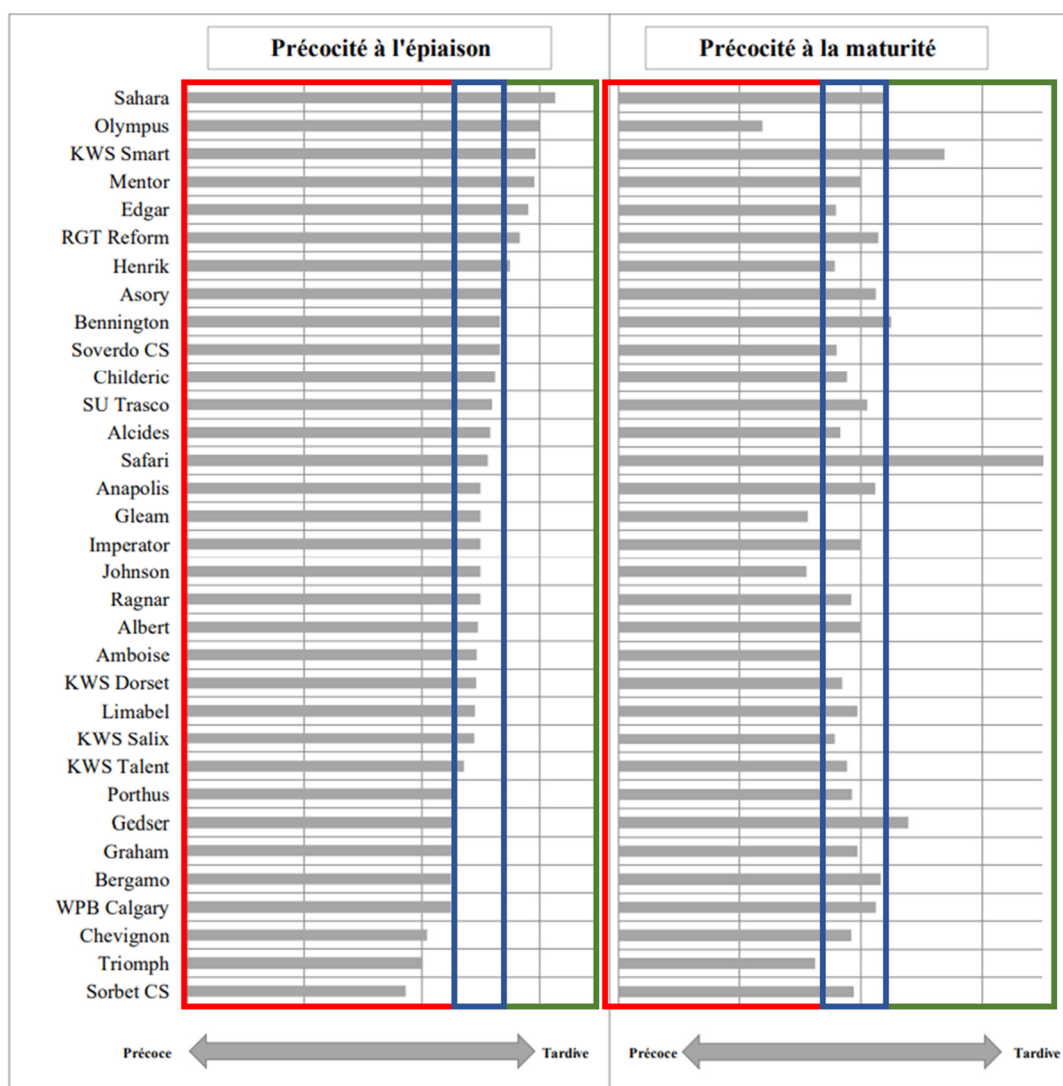
L'alternativité caractérise le besoin en froid relatif à une variété. Selon le nombre de jours vernalisants nécessaires, une note d'alternativité est attribuée sur une échelle de 1 à 9 (voir

Tableau 11.1). Cette information n'est pas facilement disponible auprès des distributeurs qui préfèrent communiquer sur la sensibilité au froid. Le nombre de jours vernalisants pour les variétés implémentées dans l'OAD phéno a été fixé à 45 jours (note de 3, classe « Hiver à demi-hiver »). En Belgique, pour des blés d'hiver semés jusqu'à mi-novembre, les besoins en froid sont toujours couverts. Ce paramètre n'est donc pas limitant jusqu'à présent.

b. La précocité

La précocité du froment à l'épiaison, à la floraison et à la maturité change en fonction des variétés. Afin d'intégrer cet aspect, trois classes de précocité ont été définies : précoce, moyenne et tardive. La précocité des variétés wallonnes a été estimée en se basant sur le classement présenté dans le Livre Blanc Céréales [5]. Le Tableau 11.2 présente le classement des variétés wallonnes selon leur précocité à l'épiaison et leur précocité à la maturation.

Tableau 11.2 – Classement des variétés wallonnes selon leur précocité à l'épiaison et leur précocité à la maturation.



Selon leur degré de précocité, le nombre d'UPVT nécessaires pour atteindre les stades

11. Perspectives

« épiaison », « floraison » et « maturité » est adapté. L'attribution du nombre d'UPVT par classe de précocité a été réalisée sur base d'essais menés au CRA-W. Le Tableau 11.3 présente les paramètres implémentés dans l'OAD phéno.

Tableau 11.3 – Nombre d'UPVT selon la précocité à l'épiaison, floraison et maturité.

Stade	Précoce	Moyenne	Tardive
Epiaison	540	575	610
Floraison	625	670	715
Maturité	1350	1450	1550

1.2.3 Validation qualitative du modèle

La saison 2017-2018 a été exceptionnelle d'un point de vue météorologique. Voici l'extrait d'une publication présentée au livre blanc céréales de septembre 2018 [6].

« Les quatre premiers mois ont bénéficié de conditions météorologiques parfaites.(...) A partir du mois de mars, le temps a, une fois de plus, perdu toute logique et confondu le fil des saisons. L'hiver est revenu en force, les températures sont redescendues sous les -5°C. (...) Au mois d'avril, les températures se sont envolées pour approcher les 30 degrés à plusieurs reprises. (...) Les mois d'avril, mai, juin et juillet ont connu des températures dignes de la région Méditerranéenne. (...) les moissons ont été plus précoces que jamais. Elles ont débuté avant le 15 juillet dans l'ouest du pays et au 1^{er} août, bien rares étaient les froments encore sur pied. ».

Cette année était remarquable et l'OAD phéno répond bien aux conditions météorologique et a bien reproduit ces particularités tel qu'illustré à la Figure 11.9.

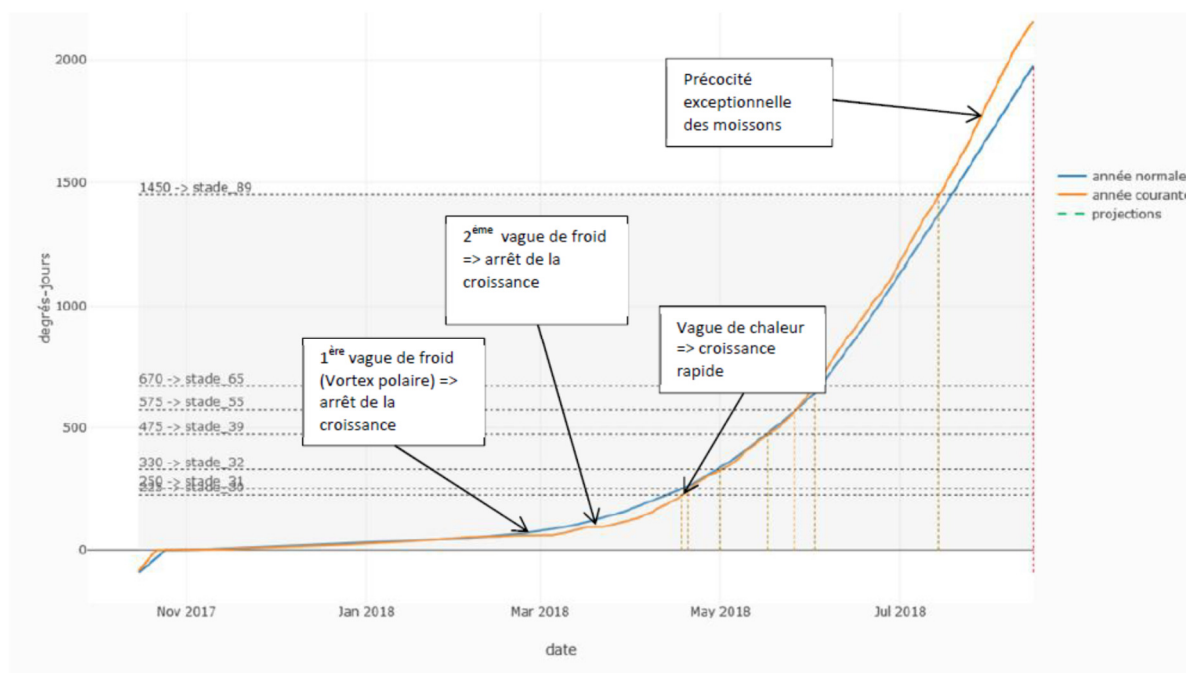


Figure 11.9 – Simulation de la croissance du froment pour la variété Albert pour un semis au 15/10/2017 à 7 km de Louvain-la-Neuve.

1.2.4 Les limites du modèle

L’OAD phéno est le fruit de plusieurs années de recherche. Les formalismes qui le sous-tendent ont été validés pendant de nombreuses saisons, dans différents contextes pédoclimatiques et les sorties ont été confrontées à la réalité de terrain. Cependant les limites suivantes doivent être mentionnées. La principale réside dans la caractérisation des variétés cultivées en Wallonie : les paramètres d’alternativité et de précocité que requiert le modèle ne sont pas toujours connus précisément et doivent être estimés sur base d’observations réalisées en champ. Un premier travail a été réalisé mais pourra être affiné en particulier sur la précocité des variétés.

De plus, de nouvelles variétés font chaque année leur apparition sur le marché. A nouveau, leur caractérisation demande des observations en champs et donc du temps. Toutes les variétés ne seront donc pas directement disponibles dans l’OAD phéno.

1.2.5 Se familiariser avec un nouvel outil

Dans la version « agriculteur », l’OAD phéno sera consultable par quiconque. L’utilisateur n’aura que trois paramètres à encoder afin de lancer une simulation : la variété semée, la date de semis et la localisation de sa parcelle. Les températures journalières moyennes (passées, temps réel, prévisions à 7 jours et moyennes historiques) et la longueur du jour sont automatiquement déduites de la localisation géographique.

Dans la version « expert », l’OAD phéno sera consultable moyennant l’obtention de codes d’accès. Cette version offrira plus de latitude dans la paramétrisation des simulations.

1.3 OAD « CECIBLE » (cécidomyie ... blé ... c'est ciblé !)

Prévision des émergences de cécidomyie orange du blé, *Sitodiplosis mosellana* Géhin

1.3.1 Mystère autour de l'émergence...

Lorsque les gaines éclatent et laissent apparaître l'épi, le froment entre dans la phase de son développement où il est vulnérable à la Cécidomyie orange du blé. Cette phase s'étend jusqu'à la fin de la floraison. La fenêtre de vulnérabilité du froment est d'une dizaine de jours.

Selon les années, plus de quarante jours peuvent séparer les dates d'émergences de la cécidomyie orange. Lors d'années à émergences très précoces, la plupart des froments ne sont pas encore en épis lors des vols de cécidomyies et la culture échappe à l'insecte. A l'autre extrême, lorsque les émergences sont très tardives, les froments ne sont plus vulnérables à l'insecte lorsque ce dernier émerge. La plus ou moins bonne coïncidence entre la phase vulnérable du blé et l'occurrence des émergences est donc critique en termes de risque. Pouvoir déterminer le moment des émergences, c'est aussi pouvoir dire si l'insecte présente un risque et pouvoir l'annoncer aux céréaliers.

L'OAD « CECIBLE » est un des aboutissements de travaux de recherches et d'observations sur la cécidomyie orange du blé entamés par le CRA-W en 2005, et poursuivis sans interruption jusqu'à ce jour. L'objectif principal de ces travaux était de comprendre l'enchaînement des facteurs de développement déterminant au final le moment de l'émergence des adultes.

Pourquoi l'acronyme « CECIBLE » ?

- « **CECI** », pour Cécidomyie : le ravageur concerné,
- « **BLE** », pour Blé : la principale culture cible,
- « **CECIBLE** » parce qu'en prononçant cet acronyme, on entend « **C'est ciblé** », ce qui évoque l'objectif de précision poursuivi dans la construction de cet OAD.

1.3.2 A la recherche des facteurs de développement

La cécidomyie orange du blé est univoltine, ce qui signifie qu'elle ne fait qu'une seule génération par an. On pourrait s'étonner du fait que les larves quittant les épis au début juillet, pour rejoindre le sol humide et tiède, ne poursuivent pas leur développement, alors que les conditions semblent s'y prêter.

a. Le paradoxe de la diapause

La larve qui pénètre dans le sol en juillet est arrêtée dans son développement par une « diapause », un blocage physiologique qui l'empêche d'évoluer en nymphe puis en adulte. Ce blocage durera tant que la larve n'aura pas subi une quantité suffisante de froid (voir Figure 11.10). De façon très paradoxale, en même temps qu'il empêche l'insecte de progresser dans son développement, le froid va avoir pour effet de lever la diapause, et de rendre l'insecte sensible aux bonnes conditions de développement qui surviendront plus tard. Dans la nature, la larve de cécidomyie est d'abord insensible aux bonnes conditions de développement (de juillet jusqu'à la fin de l'automne). En hiver, le froid lève la diapause, mais sans permettre la

reprise du développement. Cette dernière nécessite une phase de bon temps, c'est-à-dire le printemps. La diapause permet donc à l'insecte d'éviter des émergences à des périodes de l'année, où par exemple, il ne trouverait plus d'épi où aller pondre.

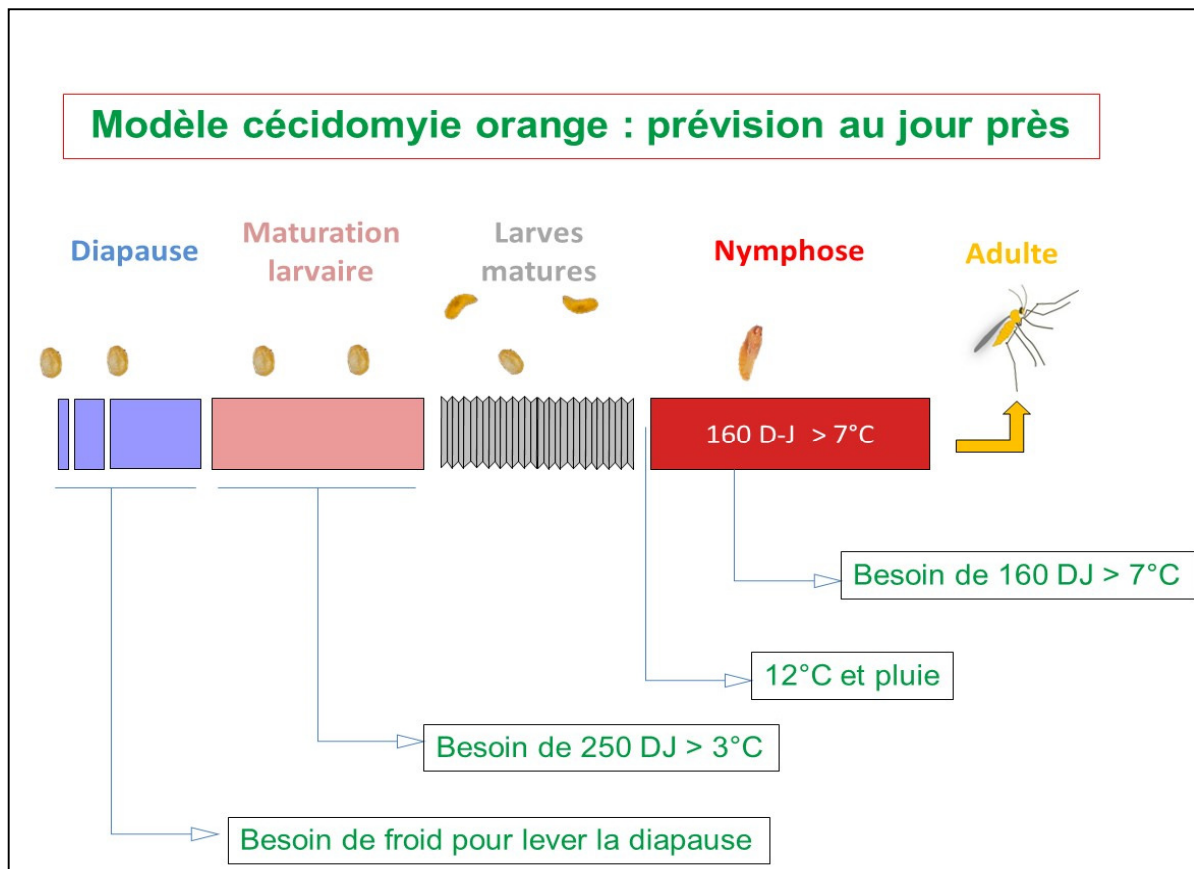


Figure 11.10 – Formalisme du modèle cécidomyie orange.

a. Capitaliser les températures > 3°C

Une fois la diapause levée, toute température supérieure à 3°C permettra à la larve de progresser vers la maturité. Plus les températures seront élevées, plus rapide sera la maturation des larves. Il a été calculé qu'il fallait 250 degrés-jour en base 3, c'est-à-dire > 3°C, pour que les larves atteignent la maturité.

b. Double signal nécessaire pour induire la nymphose

Les larves matures peuvent rester plusieurs semaines sans plus progresser, jusqu'à ce que survienne un double signal constitué d'une température d'au moins 12°C, accompagnée d'une pluie. Ce double signal va induire la nymphose, et la pluie sera appelée « pluie inductrice ».

c. Dernière ligne droite

Entre la pluie inductrice et l'émergence des adultes, il suffit d'une nouvelle capitalisation de 160 degrés-jour en base 7 ($> 7^{\circ}\text{C}$).

1.3.3 Fiabilité et limites du modèle

Ce modèle, appliqué aux 13 dernières années, a prédit les émergences avec une très grande exactitude. En effet, l'écart maximum observé entre émergences prévues et émergences observées a été de deux jours et, en moyenne, la prévision est d'environ $\frac{1}{2}$ jour. La prévision de l'émergence apparaît donc très fiable.

Toutefois, un modèle reste un modèle, et il n'est jamais à l'abri d'un scénario météorologique exceptionnel, qui le prendrait en défaut. Ainsi, dans le modèle développé sur la cécidomyie orange, on a considéré que la quantité de froid nécessaire à la levée de diapause était acquise au 1^{er} janvier. Cette date, définie arbitrairement, n'a évidemment aucune signification biologique. Elle a été prise par facilité. On aurait tout aussi bien pu choisir le 20 décembre ou le 10 janvier. Le 1^{er} janvier signifie simplement « le cœur de l'hiver », un moment où le développement, s'il n'est pas complètement à l'arrêt, est néanmoins très ralenti.

Il reste donc une inconnue sur la quantité réelle de froid nécessaire à lever la diapause. De même, il reste une inconnue sur le début de la capitalisation de températures supérieures à 3°C nécessaire pour la maturation des larves. Ces inconnues ont peu d'impact sur la détermination de la date d'émergence des adultes tant que l'hiver reste l'hiver ... En revanche, si les mois d'hiver étaient encore plus doux que ceux des dernières années, on pourrait se demander si la première accumulation de températures ne serait pas reculée (levée de diapause retardée par manque de froid) ou accélérée (températures élevées après la levée de diapause). Il faudra donc accompagner cet OAD par des observations de terrain, en particulier si les conditions sont exceptionnelles, ou si les pluies inductrices ne sont pas faciles à identifier.

1.3.4 Se familiariser avec un nouvel outil

L'OAD « CECIBLE » sera consultable par quiconque. Afin d'accompagner les premières utilisations, il est prévu d'assortir les prévisions d'émergences calculées par l'OAD d'explications et de résultats d'observations effectuées sur le territoire. Cet OAD est un outil pour mieux anticiper d'éventuelles attaques de cécidomyie. Il est aussi, et surtout dans ses premières utilisations, une invitation à aller au champ, pour confirmer ou rectifier les prévisions.

1.4 La plateforme Agromet

Pour être opérationnels et accessibles au public, les deux outils présentés ci-dessus ont été implémentés sur la plateforme Agromet. Cette plateforme assure la remontée, la gestion et la diffusion de données météorologiques en temps réel.

Les observations météorologiques proviennent actuellement des 30 stations qui équipent le réseau Pameseb du CRA-W (voir Figure 11.11) : lorsqu'un utilisateur sélectionne sa

localisation, les modèles tournent avec les données météorologiques provenant de la station la plus proche.

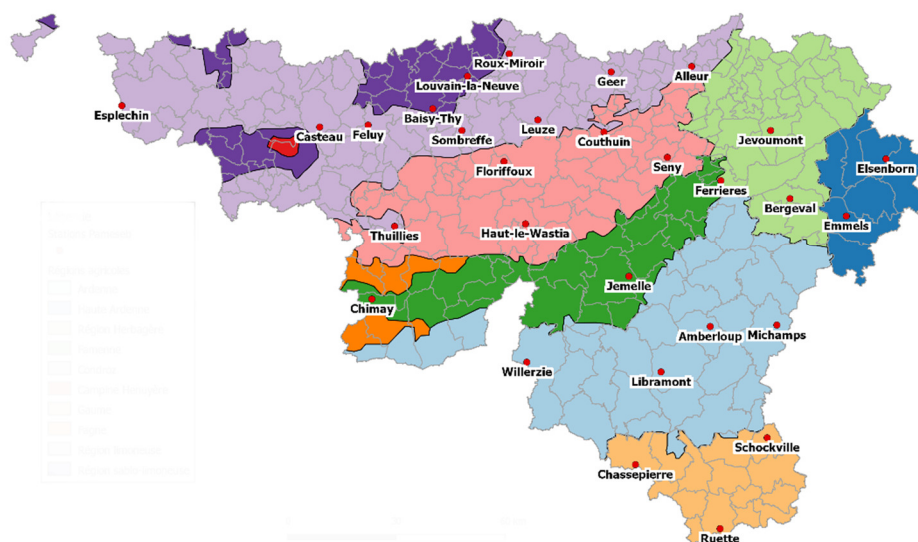


Figure 11.11 – Carte des stations du réseau Pameseb du CRA-W.

Un modèle, s'il fait intervenir des températures, ou surtout des pluies, ne fournit des renseignements corrects qu'à proximité des stations météorologiques où ces paramètres ont été mesurés. Le projet AGROMET, projet de recherche du CRA-W réalisé en collaboration avec l'IRM, est actuellement en cours et a pour objectif de spatialiser les données météorologiques selon un maillage de 1 km² couvrant l'ensemble de la Wallonie. Ce réseau de stations météorologiques virtuelles permettra de faire tourner les OAD pour n'importe quel point du territoire. Pour n'importe quelle parcelle, l'OAD CECIBLE donnera les dates prévues d'émergence de cécidomyie orange du blé et l'OAD Phéno donnera le stade de développement du froment.

L'OAD CECIBLE est en particulier très sensible aux précipitations : des épisodes orageux très localisés peuvent entraîner l'émergence de cécidomyies. Il est dès lors très important de suivre les pluies avec une haute résolution spatiale. Pour cela, la plateforme Agromet utilise les cartes de pluies horaires dérivées des images radar de l'IRM.

Les prévisions météorologiques sur sept jours sont également intégrées aux outils. Tout en gardant un regard critique vis-à-vis de celles-ci, cela permet en saison de simuler l'évolution de la situation pour les prochains jours. Au-delà de sept jours, les outils sont alimentés avec les moyennes calculées sur tout l'historique disponible par station météorologique de manière à simuler la suite de la saison en conditions « normales ».

1.5 Perspectives d'amélioration

Les outils présentés lors de ce livre blanc correspondent à une première version. Dans un premier temps, ces outils sont volontairement simples de sorte à faciliter leur prise en main et à assurer leur robustesse. Le travail de recherche réalisé par l'ULiege et le CRA-W va permettre de continuer à les améliorer. Voici quelques améliorations envisagées :

- OAD Phéno :
 - affinage de la caractérisation des variétés cultivées en Wallonie
- OAD CECIBLE :
 - prise en compte du stock de larves dans le sol et meilleure quantification de l'intensité des émergences dans l'OAD cécidomyies ;
 - étude sur la quantité réelle de froid nécessaire à lever la diapause ;
 - couplage avec l'OAD phéno pour aller vers un outil d'avertissement ;
- plateforme AGROMET :
 - spatialisation des températures journalières
 - diffusion des sorties des OAD sous forme de cartes.

Bibliographie

[1] Site internet de STICS : <https://www6.paca.inrae.fr/stics/>

[2] N. Brisson, B. Mary (2002). *STICS – Notice concepts et formalismes*. INRA 89p.

[3] Source image : shutterstock - Image ID : 1298812864

[4] <https://www.lgseeds.fr/fr/est-ce-possible-de-semer-du-ble-d-hiver-en-mars>

[5] Livre blanc céréales

[6] Livre Blanc Céréales Edition septembre 2018. Jacquemin G., Saison culturale 2017-2018, 3 pages

2 Blé dur : une opportunité pour la diversification des cultures ?

G. Jacquemin⁴, A. Hubaux⁵, D. Eylenbosch⁴, N. Maxmini⁶, R. Meza⁴

Peu d'entre nous connaissent le blé dur (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) autrement que sous la forme de pâtes ou de semoule ; et c'est bien naturel, vu que cette céréale n'a, jusqu'à présent, pas été cultivée dans nos campagnes.

Le blé dur est une céréale à paille, cultivée principalement dans les régions chaudes et sèches du pourtour méditerranéen. Le blé dur est cependant également cultivé dans des régions plus septentrionales telles qu'au Canada ou en Russie.

Son nom est lié à la dureté de son grain. En effet, ce dernier est plus dur que celui du froment ou « blé tendre ». De ces grains, on tire une semoule qui est la matière première de la fabrication des pâtes et du couscous. Le blé dur produit sur le pourtour méditerranéen est presque exclusivement utilisé en alimentation humaine.

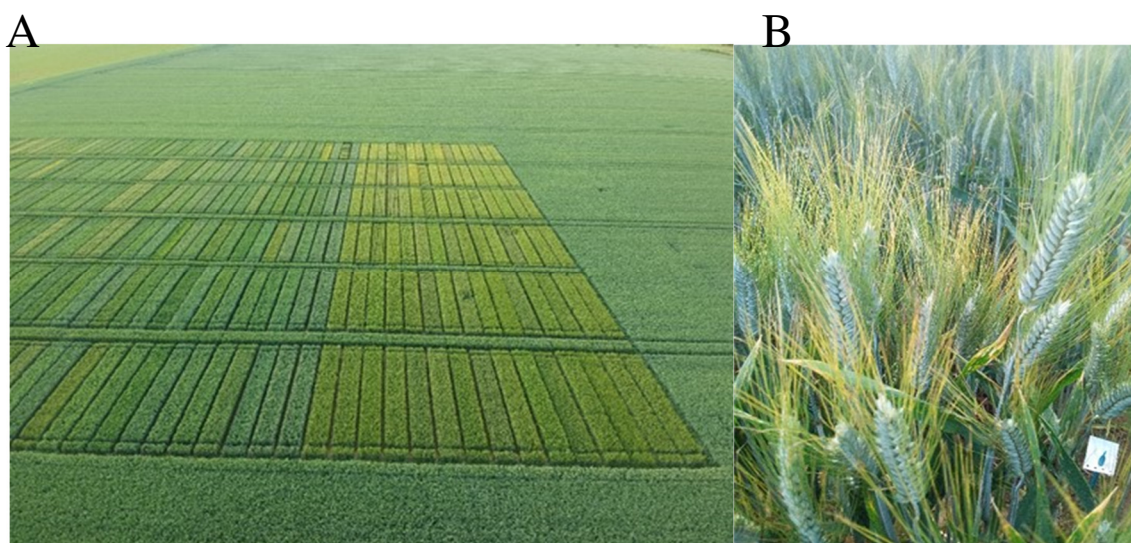


Figure 11.12 – Photo A : Vue aérienne de l'essai blé dur d'Acosse (à droite) accolé à un essai froment (à gauche). La photo date du 13 juin et mets en évidence la différence de coloration des deux cultures. Photo B : Epis de blé dur (CRAW, Acosse 17/06/2019).

⁴ CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Productions végétales

⁵ Haute Ecole de la Province de Namur – Catégorie agronomique – TFE Année 2019

⁶ Moulin de Kleinbettingen – Département qualité – Luxembourg

2.1 Origine du blé dur

Les ancêtres des blés se sont vraisemblablement développés dans le sud-est de la Turquie et la Mésopotamie. Une première hybridation naturelle entre un *Triticum* et un *Aegilops* a permis l'obtention d'un blé tétraploïde disposant des génomes A et B (2 jeux de $(2 \times 7) = 28$ chromosomes) dont le grain était vêtu. Il s'agit de l'amidonnier sauvage (*T. dicoccoides*) (Figure 11.13).

Ce blé a ensuite été domestiqué et, par une suite de petites améliorations, une nouvelle espèce a été obtenue, l'amidonnier (*T. turgidum dicoccum*). Par la suite, une mutation particulièrement intéressante a été sélectionnée vers 7000 ans avant Jésus-Christ. Celle-ci conférait au blé le caractère « grain nu », le blé dur était né. Il est un des parents possibles du blé tendre dont il partage 2 des 3 génomes (A et B). Le blé tendre est lui hexaploïde et contient les 3 génomes A, B et D de 14 chromosomes chacun. Le génome D provient d'un autre *Aegilops* et a apporté au blé tendre une adaptation aux régions à hivers froids et étés humides. De cette manière, alors que le blé dur est resté cantonné aux régions bordant la Méditerranée, le blé tendre a, lui, colonisé l'Europe, puis le reste du monde.

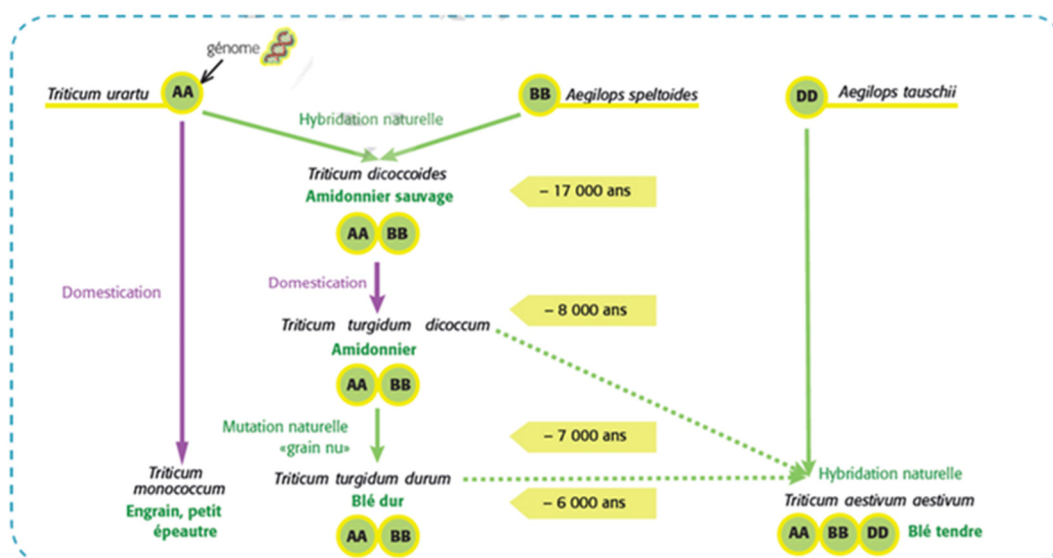


Figure 11.13 – Généalogie du blé dur (Arvalis institut du végétal).

2.2 En quelques chiffres ...

Le premier producteur mondial de blé dur est le Canada avec 7,8 millions de tonnes produites en 2016, suivi de l'Italie (4,9 millions de tonnes) et de la Turquie (3,6 millions de tonnes).

Contrairement à nos voisins français, 2^{ème} producteur européen, la Wallonie ne produit pas de blé dur. En 2017, le blé dur a été la 4^{ème} céréale produite en France (370.000 hectares). Cela représente 4 % de la surface céréalière et 3 % de la production des céréales françaises.

2.3 Spécificités du blé dur et différences avec le blé tendre

La biologie du blé dur est proche de celle des autres céréales à paille mais présente des particularités qui limitent son aire de culture et influencent sa conduite culturale. En effet, le cycle du blé dur est plus court que celui du blé tendre. De plus, il talle moins que les autres céréales et son épi, plus compact, porte des barbes plus longues que celles du blé tendre.

Outre sa zone de répartition et sa structure génétique, le blé dur se distingue du blé tendre par son amande (grain) vitreuse, dure et cassante. Etant donné la dureté de son amande, le blé dur est transformé en semoule et non en farine. Cette semoule est utilisée dans la confection de pâtes alimentaires ou bien consommée telle quelle dans diverses préparations culinaires comme le couscous. Le blé dur peut également servir à la préparation de certains pains, comme c'est notamment le cas en Afrique du Nord.

Le taux moyen de protéines du blé dur est élevé : 14% par rapport à 11,5% pour le blé tendre. Cette différence permet la production de pâtes plus résistantes. On y retrouve moins d'enzymes oxydantes et davantage de caroténoïdes (donnant des pâtes plus jaunes).

Bien qu'il soit majoritairement semé en automne, le blé dur est une céréale de printemps c'est-à-dire que ses besoins en vernalisation sont très faibles voire nuls (de 5 à 10 jours suffisent). Comme pour d'autres céréales, les conditions d'endurcissement au froid et de maintien de la tolérance lors des périodes temporaires de dégels sont déterminantes ; une descente progressive des températures permet aux plantes de s'endurcir et de résister à des températures basses. Pour la majorité des variétés, une mortalité des plantes à partir de -8°C (pour les plus sensibles) et de -14°C (pour les plus résistantes) est observée. En outre, des gelées tardives au printemps peuvent être dommageables au blé dur s'il est en début de montaison. C'est pourquoi, nous devons privilégier les variétés les plus tardives au stade redressement.

Contrairement au blé tendre, la graine du blé dur est peu dormante et par conséquent sensible à la germination sur pied. La dormance des graines est facilement levée par une période de chaleur à partir du stade mi-remplissage. A l'approche de la récolte, le risque de germination est élevé lorsque survient une période de climat frais ($T^{\circ} \text{Max} < 20-25^{\circ}\text{C}$) et humide (pluie $> 20\text{mm}$).

Des précipitations entre le stade épiaison et le stade grain laiteux peuvent se traduire par l'apparition de mouchetures. Il s'agit, en l'occurrence d'une coloration brunâtre autour du sillon du grain. Lorsque le grain est à maturité (teneur en eau $< 20-25\%$), les pluies précédant la récolte peuvent, quant à elles, augmenter le taux de mitadinage et par conséquent réduire le poids à l'hectolitre. Le mitadinage est le fait que le grain n'est pas complètement vitreux, mais en partie farineux. Une fois la maturité atteinte, le blé dur doit être récolté rapidement. Néanmoins, le choix de la variété permet de limiter les risques de germination sur pied dans les zones les plus humides en fin de cycle.

Le blé dur est également sensible aux maladies de l'épi telles que les fusarioses (*Fusarium* et *Microdochium*) dont le développement est favorisé par un temps humide autour de la floraison. Cette période de sensibilité est assez longue allant du stade « sortie des barbes » au stade « grain laiteux-pâteux ».

2.4 Résultats des essais 2019 et perspectives

En 2019, deux essais variétaux ont été menés par le Centre wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W) en vue d'évaluer la pertinence de la culture du blé dur en Wallonie. Treize variétés ont été testées suivant deux dates de semis : 11 variétés lors d'un semis d'automne à Acosse (Hesbaye liégeoise) et 12 variétés pour un semis de printemps à Gembloux. Les variétés Duralis et Duramonte réputées strictement de printemps n'ont pas été semées à l'automne, la variété Fulgur, quant à elle, n'était présente que dans l'essai semé en octobre

Les deux essais ont été implantés dans de bonnes conditions. Les variétés semées en octobre ont pu se développer sans problème avant l'arrivée de l'hiver. Par contre, le semis de février a été suivi d'une longue période de pluies avec des températures assez basses pour la saison. Après une première moitié du mois de mars pluvieux, une longue période de sécheresse s'est installée durant le mois d'avril, qui a, de plus, été accompagnée par une chute brutale de la température (jusqu'à -4°C à Gembloux). Ces conditions sèches et froides ont pu être très néfastes au développement de la culture. L'hiver n'a pas été suffisamment rigoureux pour évaluer de façon fiable, les tolérances au froid de chaque variété. Certaines comme RGT Voilur ont cependant déjà montré des signes de faiblesse.

Les densités au semis étaient respectivement de 325 et 350 grains /m² pour les semis d'octobre et de février. A Acosse, cela a permis d'obtenir un nombre d'épis équivalent au froment (400 épis/m²) semé quant à lui à 250 grains/m². A la sortie hiver, seul Wintergold présentait une précocité au stade montaison équivalente à celle des froments, les autres blés durs étant nettement plus précoces.

Les parcelles semées à l'automne ont été récoltées dans de bonnes conditions le 25 juillet, avant les fortes pluies du 27 juillet (41mm) qui ont notamment affecté la qualité technologique des blés tendres. Par contre, les parcelles semées en février n'ont été récoltées que le 8 août après plusieurs épisodes pluvieux, affectant très significativement la qualité de la récolte. Par comparaison avec l'essai froment qui bordait le blé dur, on peut estimer globalement que la maturité des grains a été atteinte par les variétés de blé dur, une semaine avant celle des froments.

Le Tableau 11.4 présente les résultats obtenus pour les deux semis. Les rendements sont exprimés en kg/ha, le poids à l'hectolitre en kg/hl, le taux de protéines et le taux de mitadinage en %.

Tableau 11.4 – Rendement obtenus (qx/ha) pour les semis d’automne (Acosse) et de printemps (Gembloux), poids à l’hectolitre (kg/hl), taux de protéines (%) et taux de mitadinage (%) en 2019.

Nom variété	Rendement		Poids Spécifique		Teneur en protéines		Mitadinage
	Acosse 2Fongi-1Rég	Gembloux 1Fongi-1Rég	Acosse	Gembloux	Acosse	Gembloux	Acosse
	Octobre	Février	Octobre	Février	Octobre	Février	Octobre
	qx/ha	qx/ha	kg/hl	kg/hl	%	%	%
Wintergold	99	70	85,3	80,7	11,9	13,3	26
Casteldoux	93	80	85,2	78,4	11,5	12,8	36
Miradoux	101	78	85,7	79,3	11,1	13,0	22
Toscadoux	98	77	85,8	79,7	11,6	12,7	37
Fulgur SZS	95	-	83,9	-	12,0	-	16
Duraboss	97	66	86,1	78,0	11,8	12,6	29
Durawin	88	66	86,1	79,7	12,9	13,8	12
Durasol	96	74	83,3	79,2	11,5	12,7	60
RGT Anvergur	95	85	84,9	79,6	12,0	12,5	24
RGT Voilur	96	78	84,0	77,8	11,8	12,8	49
RGT Karur	96	77	84,5	78,9	11,8	13,7	48
Duralis	-	78	-	78,6	-	12,8	-
Duramonte	-	71	-	80,0	-	12,6	-
Moyenne de l'essai	96	75	85,0	79,1	11,8	12,9	33

Les essais montrent qu’il est possible de produire du blé dur dans nos régions ; avec un rendement moyen pour le semis d’automne, de 96 qx/ha (min 88 qx/ha et max 101 qx/ha) et un rendement plus faible pour le semis de printemps, de 75 qx/ha (min 65 qx/ha et max 85 qx/ha). À l’inverse, le taux de protéines est supérieur dans le semis de printemps, avec un taux moyen de 12,9%, contre seulement 11,8% pour le semis d’automne. Le rendement étant plus élevé à Acosse, la protéine y a subi un phénomène de dilution. Ces taux sont faibles pour du blé dur mais ils sont à l’image de ceux obtenus par les froments. 2019 peut être qualifiée pour l’ensemble du territoire, d’année à haut rendement mais à faible teneur en protéine.

Si les rendements semblent être prometteurs, il faut néanmoins être attentif à la qualité du grain. Comme cité précédemment, la valeur ajoutée de la culture par rapport au blé tendre, demeure sa destination vers l’alimentation humaine. Pour le semis d’automne, toutes les variétés ont obtenu un bon poids à l’hectolitre (supérieur à 83 kg/hl). Par contre, pour les semis de printemps les résultats sont plus faibles et plus variables entre variétés : la valeur moyenne est de 79 kg/hl, ce qui reste cependant élevé.

Un autre aspect très important à prendre en compte est le pourcentage de mitadinage des graines. En effet, pour être commercialisé en France, le taux doit être inférieur à 20% du lot. Les analyses réalisées, uniquement dans les semis d’octobre, indiquent un taux moyen de 33% pour l’ensemble des variétés ; dépassant largement le taux minimal. Seules deux variétés ont eu un taux de mitadinage inférieur à 20% (Fulgur SZS et Durawin). Cependant, 4 variétés présentent un taux compris entre 20 et 30% (Wintergold, Miradoux, Duraboss et RGT Anvergur). Un renforcement de la fumure sur la fin de cycle pourrait permettre d’augmenter la protéine et de diminuer le mitadinage. Ceci sera une des voies explorées dans les essais de 2020.

La phytotechnie du blé dur n’est pas très différente de celle d’un froment panifiable. Le Tableau

11. Perspectives

11.5 présente les cotations maladies sur une échelle de 1 (très sensible) à 9 (très tolérante) réalisées en 2019. Les maladies observées et évaluées ont été les nécroses foliaires (septoriose et autres), l'oïdium et la rouille jaune. Globalement, les variétés testées se sont révélées plus sensibles à la rouille jaune que la majorité des froments. En outre, dans les parcelles non traitées, les épis, eux-mêmes étaient affectés par la rouille jaune. Il existe cependant une large gamme de sensibilité comprenant des variétés très tolérantes comme RGT Anvergur ou Toscadoux. Le blé dur est également connu pour sa sensibilité à la fusariose mais l'année 2019 ne nous a pas permis d'évaluation sur ce critère.

Tableau 11.5 – Comportement face aux maladies des 13 variétés de blé dur.

Nom variété	Nécroses foliaires (Septoriose, ...) (1-9)	Oïdium (1-9)	Rouille jaune (1-9)
Wintergold	8,0	9,0	7,3
Casteldoux	7,7	9,0	8,3
Miradoux	7,7	9,0	6,8
Toscadoux	8,0	8,0	8,3
Fulgur SZS	8,0	-	6,3
Duraboss	6,7	9,0	8,3
Durawin	5,3	7,0	6,8
Durasol	7,7	6,0	4,8
RGT Anvergur	8,7	8,0	8,5
RGT Voitur	7,0	7,0	7,5
RGT Karur	8,0	9,0	6,8
Duralis	-	8,0	-
Duramonte	-	6,0	-

2.5 Conclusion

Cette première année d'expérimentation semble indiquer que la culture du blé dur est possible dans nos régions. Cette année, l'essai d'automne s'est avéré plus concluant que celui de printemps mais c'est le résultat d'une seule année. Malgré tout, les rendements obtenus pour l'essai de printemps sont acceptables, et sans les pluies de la fin juillet, la qualité aurait sans doute été supérieure à celle obtenue pour les semis d'octobre.

Les facteurs climatiques qui pourraient favoriser l'implantation de la culture en Wallonie sont des printemps et des étés plus chauds et plus secs ainsi qu'un faible nombre de jours de gels en hiver. Cela rencontre les prévisions annoncées suite au dérèglement climatique. Les progrès génétiques vis-à-vis des résistances au gel et au mitadinage pourront bien entendu également favoriser son implantation dans nos régions.

Si aujourd'hui, nos premiers résultats sont encourageants en ce qui concerne la culture du blé dur en Wallonie, il faut néanmoins rester très prudents. Il reste encore beaucoup de chemin à parcourir afin de maîtriser au mieux cette culture.

Une bonne conduite culturale du blé dur en Wallonie passe sans nul doute par une poursuite de l'expérimentation. Pour l'heure, il y a encore de très nombreux aspects à étudier pour soutenir le développement d'une filière « blé dur » en Wallonie.

3 Premières évaluations d'une culture céréalière pérenne (*Th. intermedium*) en Belgique et optimisation de ses productions

L. Fagnant⁷, B. Bodson⁷ et B. Dumont⁷

3.1 Et si les céréales devenaient pérennes ?

La production céréalière est actuellement dominée par des espèces annuelles très productives. En effet, la sélection génétique a favorisé la hausse des rendements en grains, conduisant à l'autosuffisance alimentaire de nos pays. Pourtant, les espèces végétales peuvent nous rendre différents services, notamment environnementaux. A l'heure actuelle, ceux-ci bénéficient d'une attention particulière. En effet, on constate une évolution des attentes des consommateurs vers une production agricole plus respectueuse de la santé humaine et de l'environnement. C'est pourquoi, en Amérique du nord ou encore en Australie, un intérêt grandissant est porté sur la culture de céréales pérennes, capable d'allier des services de production à ceux de protection de l'environnement.

Une céréale pérenne est une graminée qui a été implantée pour plusieurs années. Son cycle de développement est donc similaire à celui des graminées fourragères, à la différence qu'on laisse la plante atteindre le stade reproducteur afin de récolter les grains. De cette manière, la culture passe du stade végétatif, principalement composés de feuilles et de tiges, au stade reproducteur via l'allongement des talles et la mise en place des inflorescences contenant les grains. Une fois la maturité des grains atteinte, les talles meurent. Ensuite, la plante mobilise ses réserves en carbone et azote et recommence un cycle en émettant de nouvelles talles (Figure 11.14). En conséquence, la production de la culture est double en générant à la fois du grain et du fourrage. La qualité de ce fourrage dépendra du stade de croissance de la plante où il est exploité. La pérennité de la culture implique également 2 traits fonctionnels majeurs : la couverture permanente du sol et un système racinaire important. De ce fait, différents services sont promus tels que la réduction du lessivage de l'azote, la réduction des risques d'érosions ou encore l'apport de carbone dans les sols (Figure 11.15). En outre, ceci pourrait induire de plus faibles coûts de production par des besoins réduits en intrants comme les engrais ou les produits de protection des plantes.

⁷ ULiège – Gx-ABT – Axe Plant Sciences – Phytotechnie

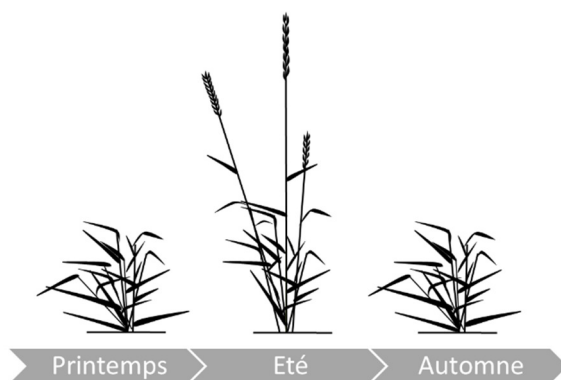


Figure 11.14 – Cycle de croissance d'une céréale pérenne.

Développée depuis quelques décennies sur le continent américain sous le nom de Kernza, l'espèce *Thinopyrum intermedium* subsp. *intermedium* est prometteuse en termes de pérennité et de rendements en grains, qui sont supérieurs à d'autres graminées pérennes. Cette espèce, toujours en cours de domestication, pourrait à l'avenir être une source de diversification de nos productions végétales européennes. En effet, la culture permet d'entrevoir de multiples débouchés via la fourniture de grains pour l'alimentation humaine et de fourrages pour l'alimentation animale ou la filière énergétique (Figure 11.15). Actuellement, des marchés de niches sont développés au Canada et aux USA pour la valorisation du grain. De la bière est fabriquée à partir des grains et la farine de Kernza entre dans la composition de pains ou de pâtes.

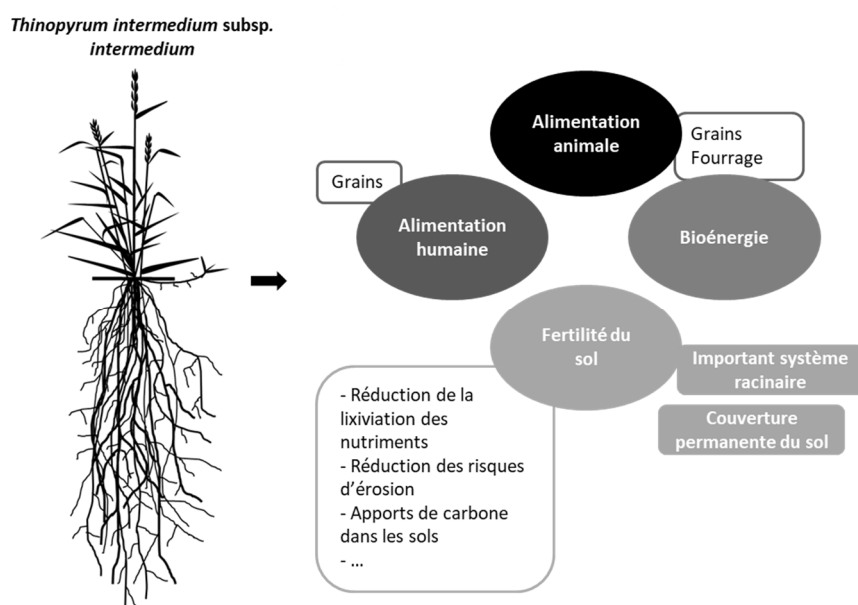


Figure 11.15 – Services rendus par la culture.

3.2 Description de la recherche menée

Bien que les premières valorisations commerciales soient développées en Amérique du nord, la recherche reste essentielle, surtout dans nos régions où l'espèce n'avait encore jamais été implantée. En Belgique, le tout premier champ d'essai a été installé en septembre 2017, sur les

terres de la Faculté de Gembloux. Malgré un grand nombre d'inconnues, cet essai nous a permis d'identifier 2 freins concernant l'intégration de l'espèce dans nos systèmes de culture. Premièrement, son cycle de développement est assez tardif avec une récolte qui a été réalisée, ces deux dernières années, entre le 25 juillet et le 15 août. Cela peut par exemple la rendre plus sensible aux épisodes de sécheresse en été. Deuxièmement, les rendements en grains sont faibles en comparaison à une céréale annuelle, de l'ordre de 1 à 2T/ha.

Avant de promouvoir ou d'adopter ce type de culture dans nos régions, il est primordial d'évaluer ses différentes finalités. En effet, la céréale pérenne devra se démarquer des espèces à hauts rendements utilisées uniquement pour le grain ou le fourrage. Les itinéraires techniques devront également être définis afin d'optimiser les multiples performances de la culture.

Dans ce contexte, une thèse a été lancée au sein de l'Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech. Celle-ci vise à optimiser la double production grain-fourrage de l'espèce via l'utilisation de différents leviers agronomiques. La recherche se concentre autour des 3 facteurs suivants : la fertilisation azotée, l'implantation de la culture et la gestion fourragère de celle-ci.

Actuellement, deux champs d'essais ont été implantés. Le premier, semé en septembre 2017, permet de tester différentes fertilisations azotées dont les doses et les moments d'application varient. La pratique d'une fauche à l'automne est également évaluée. Le deuxième champ d'essais a été semé en 2019 afin d'étudier la date de semis et l'interligne. D'autres essais seront mis en place dans les années à venir.

3.3 Résultats attendus

Différentes mesures sur les rendements et leurs composantes ainsi que sur la qualité des productions sont réalisées (rendements en grains, en matières sèches, valeurs alimentaires du fourrage, taux de protéines dans le grain, etc.). Les possibilités d'utilisation en alimentation humaine sont également explorées. En outre, le développement de l'espèce est étudié afin de décrire son adaptation à nos conditions et ses différents besoins physiologiques (degrés jours, vernalisation, photopériode ou encore nutrition azotée). Concernant la définition d'itinéraires techniques, les différents champs d'essais devraient nous apporter des réponses concernant les leviers agronomiques étudiés :

Implantation : arrangement spatial, densité de plantes, moment d'implantation, etc.

Fertilisation azotée : adaptation de la fumure selon l'année d'implantation, doses et moments d'applications, etc.

Gestion fourragère : moments et nombre de fauches, association avec une légumineuse, etc.

En conclusion, cette recherche se déroulant sur 6 années devrait nous donner une vue globale sur le potentiel de la culture en Belgique et permettre la définition d'itinéraires techniques adaptés à ses multiples performances.

4 Le phénotypage numérique en champs : un outil de caractérisation des cultures

A. Carlier⁸, S. Dandrifosse⁸, A. Bouvry⁸, E. Bustillo Vazquez⁸, B. Dumont⁹, B. Mercatoris⁸

La réduction de l'utilisation des intrants et la demande sociétale poussent à la mise en place d'une agriculture de plus en plus durable en gardant un niveau de productivité suffisant. Une des clés pour arriver à ces fins est l'amélioration variétale. Les avancées des technologies numériques permettent aujourd'hui de mettre en œuvre des outils de caractérisation des cultures pour les chercheurs, les sélectionneurs ainsi que pour les agriculteurs. Dans ce contexte, Gembloux Agro-Bio Tech, en collaboration avec le Centre wallon de Recherches agronomiques et l'Université de Mons, développe un outil pour évaluer de manière non destructive les parcelles d'essais de froment d'hiver. Il s'agit d'une plateforme capable d'enjamber les micro-parcelles et équipée de plusieurs capteurs complémentaires (Figure 11.16). Les données acquises sur les micro-parcelles sont analysées avec des algorithmes d'intelligence artificielle pour obtenir des indicateurs tels que la biomasse, la hauteur du couvert végétal, l'azote contenu dans la plante ou encore le taux de dégâts occasionné par les maladies. Ces indicateurs sont mesurés plusieurs fois au cours de la saison grâce à un système de géoréférencement de précision et enrichissent le travail des sélectionneurs et évaluateurs variétaux. Le projet est actuellement en phase de développement mais les premiers résultats, dont quelques exemples sont présentés ci-dessous, sont déjà très prometteurs.

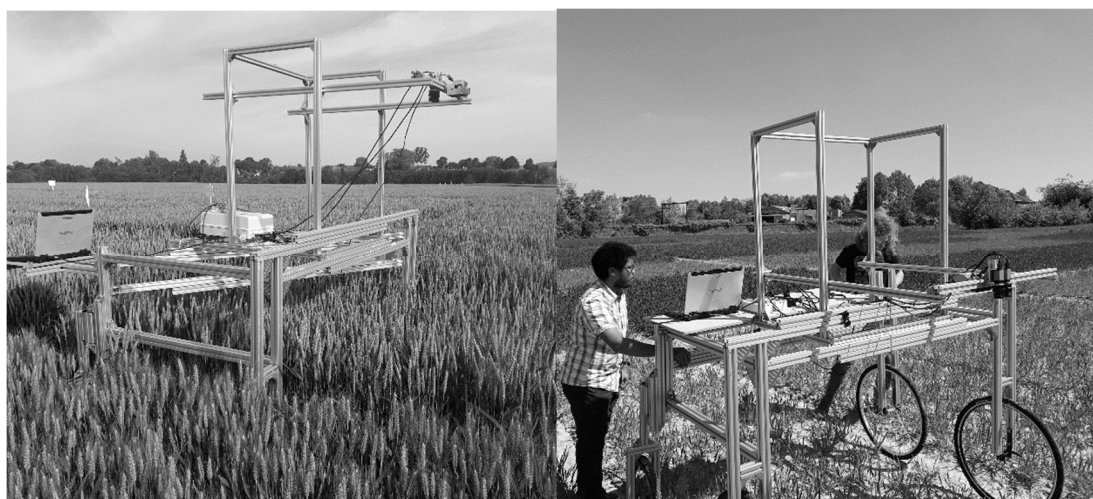


Figure 11.16 – Plateforme mobile de phénotypage.

⁸ ULiège – GxABT – Biosystems Dynamics and Exchanges

⁹ ULiège – GxABT – Plant Sciences

4.1 Estimation du taux de couverture vert en cours de saison

Grâce à une caméra couleur placée à la verticale au-dessus de la culture, il est possible de quantifier exactement le taux de surface verte ou taux de couverture vert, à savoir la proportion d'éléments (pixels) de couleur verte dans une image. La Figure 11.17 montre par exemple une image comprenant 67 % de surface de plantes vertes et 33 % de sol d'une parcelle de froment. Le taux de surface verte est lié à la surface photo-synthétiquement active des feuilles et est un bon indicateur du développement de la culture, ainsi une parcelle non fertilisée aura une surface verte moins importante qu'une parcelle fortement fertilisée (Figure 11.18). Pour aller plus loin, on observe également sur la Figure 11.19 qu'en présence de maladie non maîtrisée (0 fongicide), la modalité sur-fertilisée a une surface verte davantage réduite par rapport à un froment moins fertilisé. Ce résultat est par ailleurs retranscrit dans les rendements pour cet essai atteint de rouille jaune (Figure 11.20) pour lequel la sur-fertilisation sans protection donne le plus petit rendement.

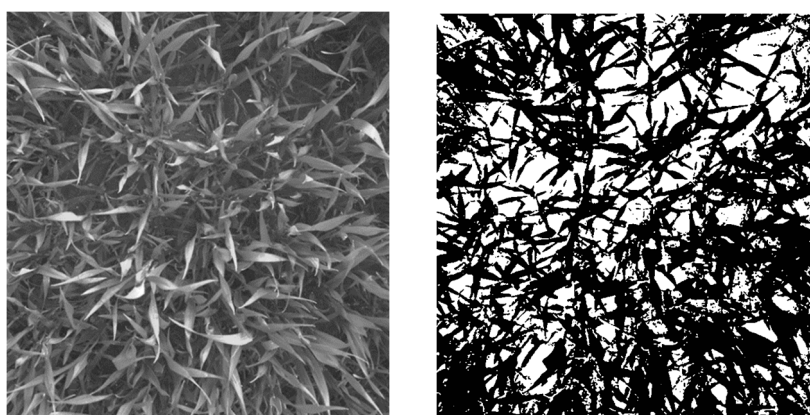


Figure 11.17 – A gauche : Image brute en couleur d'une parcelle de froment. A droite : Image traitée par une méthode de segmentation, les algorithmes ont permis d'identifier les différents éléments, le sol apparaît en blanc et les feuilles en noir.

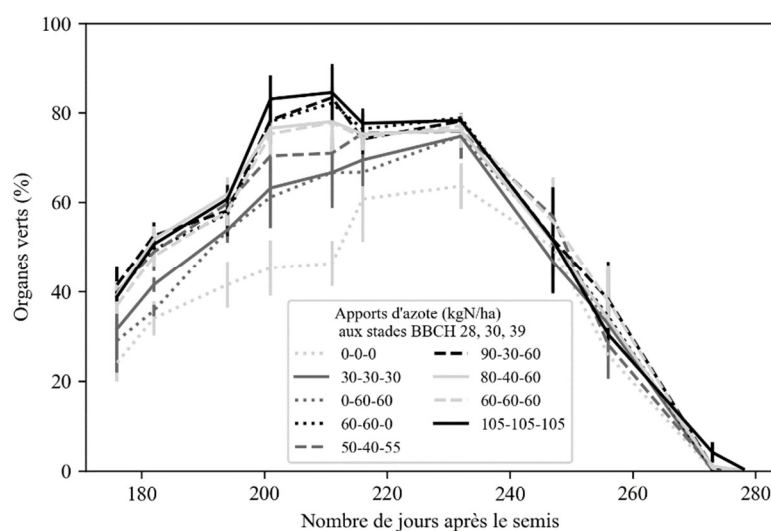


Figure 11.18 – Évolution temporelle du taux de surface verte selon divers modes de fertilisation azotée. Variété Safari.

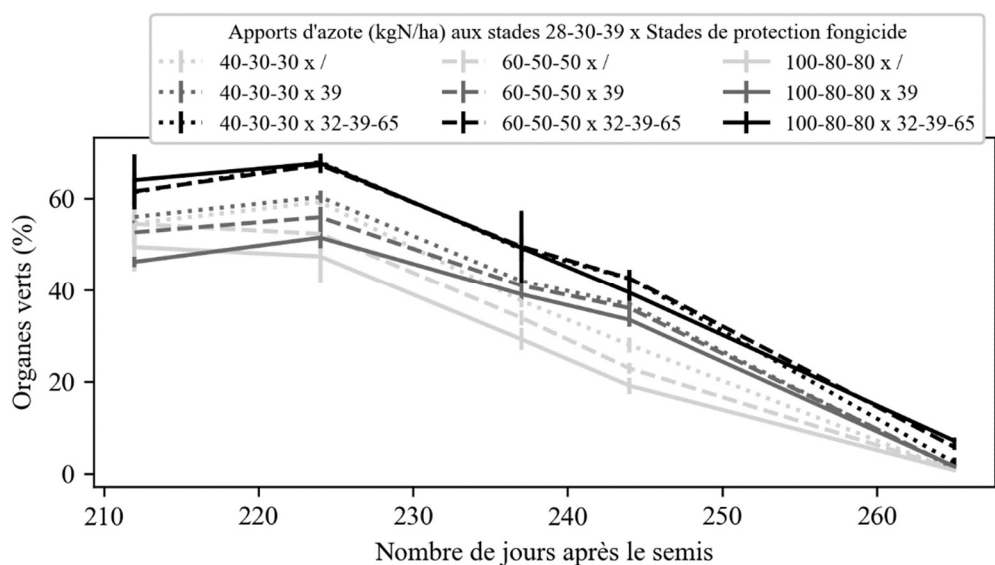


Figure 11.19 – Evolution de la surface verte du froment selon trois modalités de fertilisation soumises à trois modalités de traitement fongicide. Variété KWS Smart.

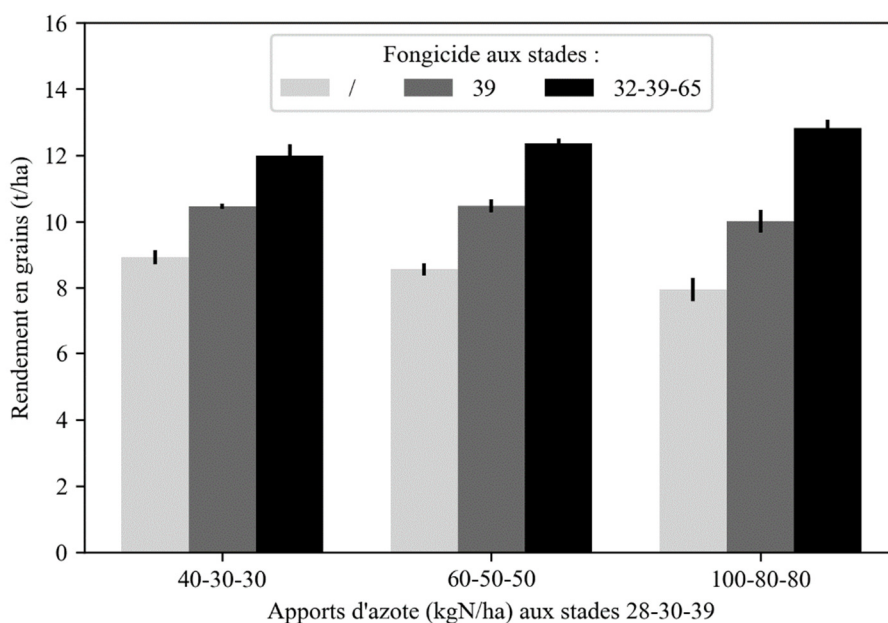


Figure 11.20 – Rendement en t/ha selon trois modalités de fertilisation soumises à trois modalités de traitement fongicide. Variété KWS Smart.

4.2 Estimer la biomasse du froment en cours de saison par vision 3D

A l'instar de la vision humaine, l'utilisation de deux caméras couleur pointant la même scène permet de calculer les distances de profondeur en exploitant le décalage entre les images acquises simultanément par les deux caméras. De cette façon, la hauteur du couvert peut être mesurée en tout point (Figure 11.21). Forts des informations de taux de surface verte et de hauteur, il est possible d'estimer la biomasse de la culture avec une relation estimée à 90% (Figure 11.22).

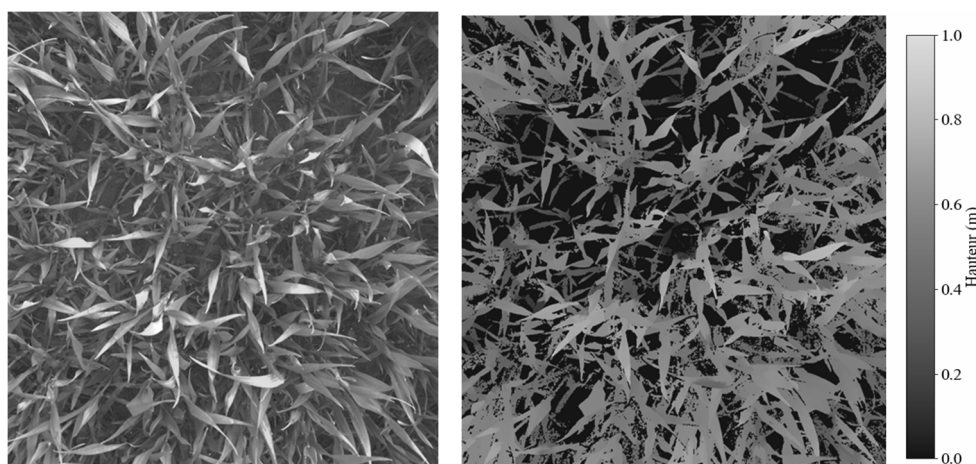


Figure 11.21 – A gauche : Image couleur. A droite : Carte de hauteur et son échelle de couleur (en mètres).

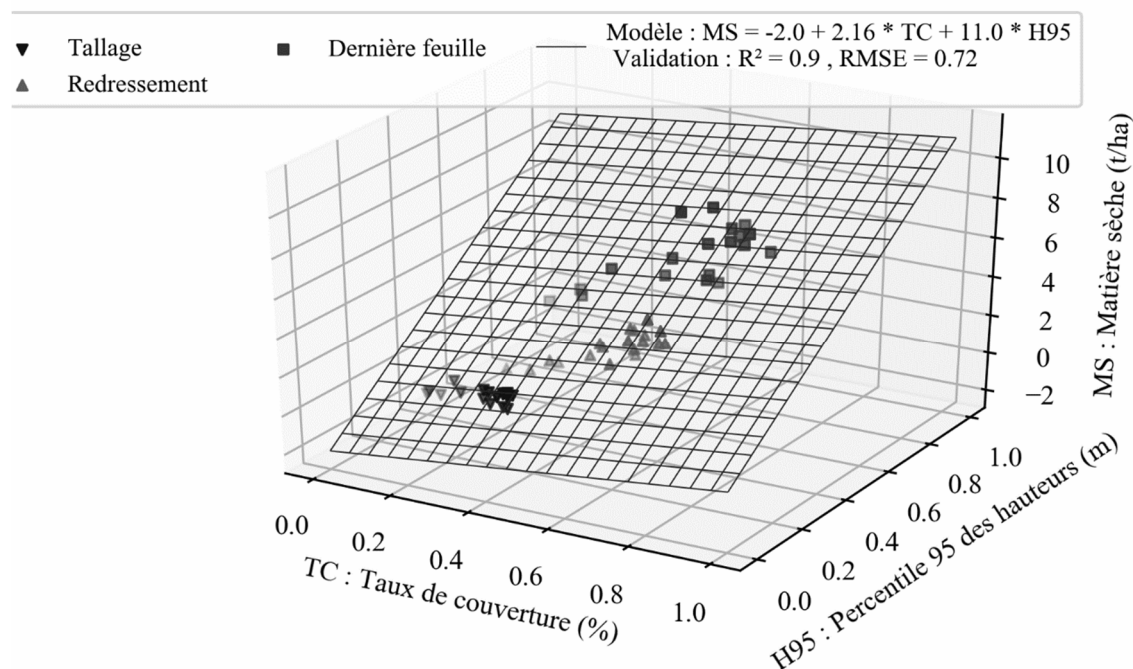


Figure 11.22 – Modèle permettant d'estimer la biomasse sèche du froment à partir de la hauteur et du taux de couverture. Modèle validé pour la variété Safari.

4.3 Quantifier les dégâts foliaires par vision multispectrale

En plaçant des filtres optiques sur une caméra, il est possible d'isoler certaines longueurs d'onde de la lumière réfléchiée par la culture et ainsi mettre en évidence des aspects spécifiques de leur état de santé. Par exemple, en utilisant un filtre optique laissant passer la couleur rouge centrée sur une longueur d'onde de 680 nanomètres, les feuilles de froment endommagées par la rouille jaune ressortent dans l'image filtrée, ce qui permet de quantifier la surface atteinte (Figure 11.23).

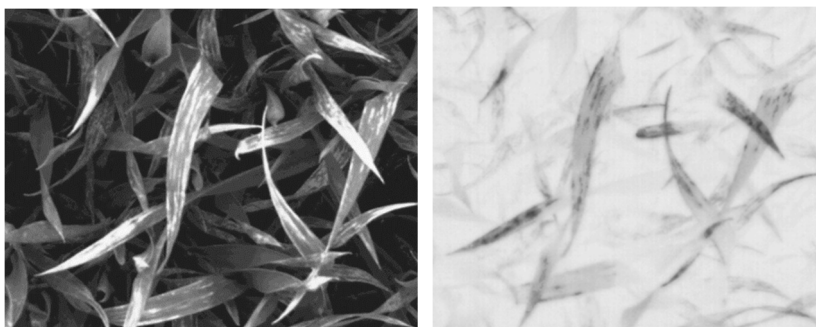


Figure 11.23 – A gauche : Image couleur d'une parcelle de froment atteinte de rouille jaune. A droite : Image filtrée dans laquelle les dégâts dus à la rouille jaune ont été identifiés.

4.4 Conclusions et perspectives

Une première campagne de mesure a permis d'ajuster les réglages de la plateforme et les indicateurs agronomiques extraits des images sont cohérents et très encourageants. Les modèles proposés nécessitent d'être validés sur d'autres saisons culturales et d'autres variétés afin de pouvoir être généralisés. Plusieurs objectifs techniques restent encore à atteindre comme l'implémentation d'autres capteurs tels qu'un système de vision thermographique et l'automatisation complète du système d'acquisition via GPS RTK. D'un point de vue scientifique, les recherches viseront la caractérisation automatique de la dynamique de croissance de cultures céréalières incluant les stress biotiques et abiotiques. De plus, les méthodes d'acquisitions et de traitement de données proposées pourront à moyen terme être adaptées aux engins agricoles et combinées à des outils d'aide à la décision pour agir en temps réel au champ dans un contexte d'agriculture numérique durable.

Remerciements

Financement : Région wallonne : Service public de Wallonie

Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement

(DGO3, Projet PHENWHEAT D31-1385).



5 Estimation de l'intensité d'infection de fusariose sur épis de froment d'hiver par imagerie hyperspectrale proche infrarouge

D. Vincke¹⁰, D. Eylembosch¹¹, G. Jacquemin¹¹, V. Baeten¹⁰, B. Mercatoris¹², P. Vermeulen¹⁰

La fusariose de l'épi est une maladie fongique qui touche différentes espèces de céréales à travers le monde, dont le froment d'hiver. En Wallonie, cette maladie est principalement causée par deux pathogènes à savoir : *Fusarium graminearum* et *Microdochium nivale*. Le développement de la fusariose est favorisé par des conditions climatiques chaudes et humides au stade de floraison des épis. Les symptômes de la maladie sont principalement visibles lorsque les épis sont encore verts. Les lésions sur épis infectés présentent alors une coloration proche de celle des épis à maturité. Par la suite, les symptômes deviennent difficilement distinguables suite au changement de couleur des épis au cours de la maturité.

La fusariose est connue pour entraîner des baisses de rendement et peut engendrer la production de mycotoxines dangereuses pour la santé humaine et animale. L'utilisation de variétés tolérantes constitue une méthode de lutte respectueuse de l'environnement. Actuellement l'évaluation de la tolérance à la fusariose de l'épi est réalisée de manière visuelle par des experts. Ce processus de notation est particulièrement laborieux et chronophage. Le développement d'une méthode d'évaluation automatisée permettrait donc un gain de temps précieux. En outre, différentes études indiquent que l'imagerie hyperspectrale visible et proche infrarouge sont des techniques prometteuses.

5.1 Le projet PhenWheat

Le projet de recherche PhenWheat vise à concevoir une plateforme de proxidtection pour le phénotypage automatisé de cultures de froment d'hiver (*Triticum aestivum*) durant les processus de sélection et d'évaluation variétale en Région wallonne. L'un des traits variétaux étudiés concerne la tolérance à la fusariose de l'épi. Dans ce contexte, une étude a été initiée afin de tester l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge pour évaluer l'intensité d'infection par *Fusarium graminearum* sur épis de froment d'hiver à différents stades de développement en laboratoire et au champ.

¹⁰ CRA-W – Département Connaissance et valorisation des produits agricoles – Unité Qualité et authentification des produits agricoles

¹¹ CRA-W – Département Productions agricoles – Unité Productions végétales

¹² ULiège - GxABT – Biosystems Dynamics and Exchanges

5.2 Matériel végétal et acquisition de données

Deux campagnes de mesures ont permis de collecter des données spectrales pour 59 variétés de froment d'hiver en 2018 et 80 variétés en 2019. Les essais ont été menés par le Centre wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W) sur le site de Gembloux. Chaque essai a été divisé en deux blocs, un bloc inoculé par *Fusarium graminearum* et l'autre bloc non inoculé. Pour chaque variété, 2 épis ont été collectés au champ chaque semaine dans chaque bloc entre l'inoculation et la maturité des épis. Chaque paire d'épis a ensuite été mesurée en laboratoire au moyen d'une caméra hyperspectrale proche infrarouge. Un total de 1592 images a été collecté sur l'ensemble des deux campagnes de mesure. Ces images hyperspectrales ont ensuite été analysées en utilisant des modèles de discrimination.



Figure 11.24 – Plateforme de mesure d'imagerie hyperspectrale de terrain.

5.3 Librairies spectrales et modèles de discrimination

Préalablement à la conception d'un modèle, il est nécessaire de disposer d'une librairie spectrale. Il s'agit d'un ensemble de spectres typiques des différents objets présents au sein de l'image (ex. : épi fusarié, épi sain, tige, feuille, ...). Cette librairie est ensuite utilisée pour concevoir un modèle permettant de différencier les objets présents au sein de l'image sur base de leur signature spectrale. Une fois le modèle développé, celui-ci peut être appliqué en routine sur de nouvelles images.

Deux librairies spectrales et deux modèles ont été créés pour l'analyse des images acquises en laboratoire, respectivement pour :

- (1) les épis immatures (symptômes visibles à l'œil nu) et
- (2) les épis matures (symptômes invisibles à l'œil nu). Une troisième librairie et un troisième modèle ont été créés sur base d'images collectées directement en parcelles d'essai.

5.4 Résultats de l'analyse d'épis en laboratoire pour la détection de la fusariose

Les modèles développés sur les images acquises au laboratoire en 2018 semblent montrer de bonnes performances pour la détection de la fusariose. L'application de ces modèles à des images de 2019 a permis de valider la qualité des estimations.

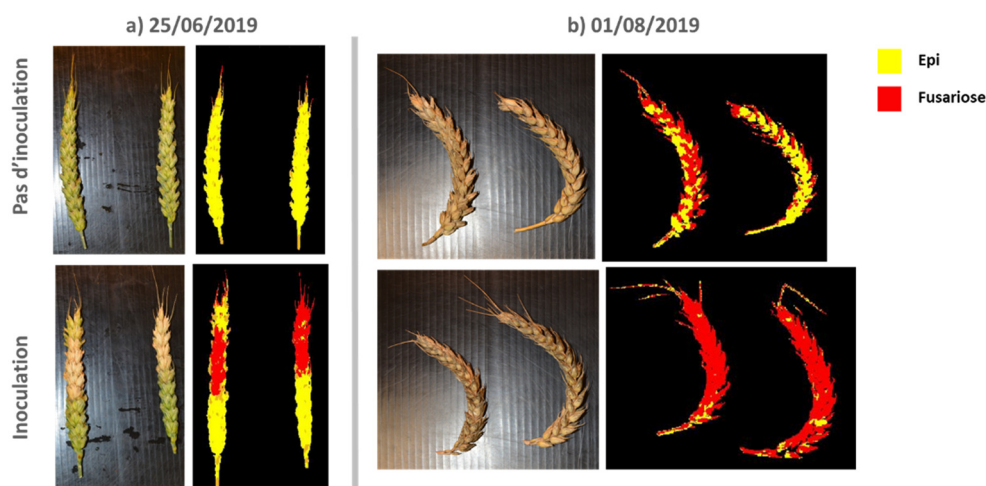


Figure 11.25 – Image RGB et prédite d'épis (a) immatures (symptômes visibles) et (b) matures (symptômes invisibles).

5.5 Résultats de l'acquisition d'images en champ pour la détection d'épis

Le modèle conçu sur base des images collectées en parcelles d'essais semble montrer de bonnes performances pour différencier les épis par rapport aux feuilles. Il est toutefois important de signaler que ces résultats ont été obtenus sur base d'un nombre d'images limité et pour seulement deux dates. Ces résultats encourageants devront donc être confirmés lors des prochaines campagnes de mesures.

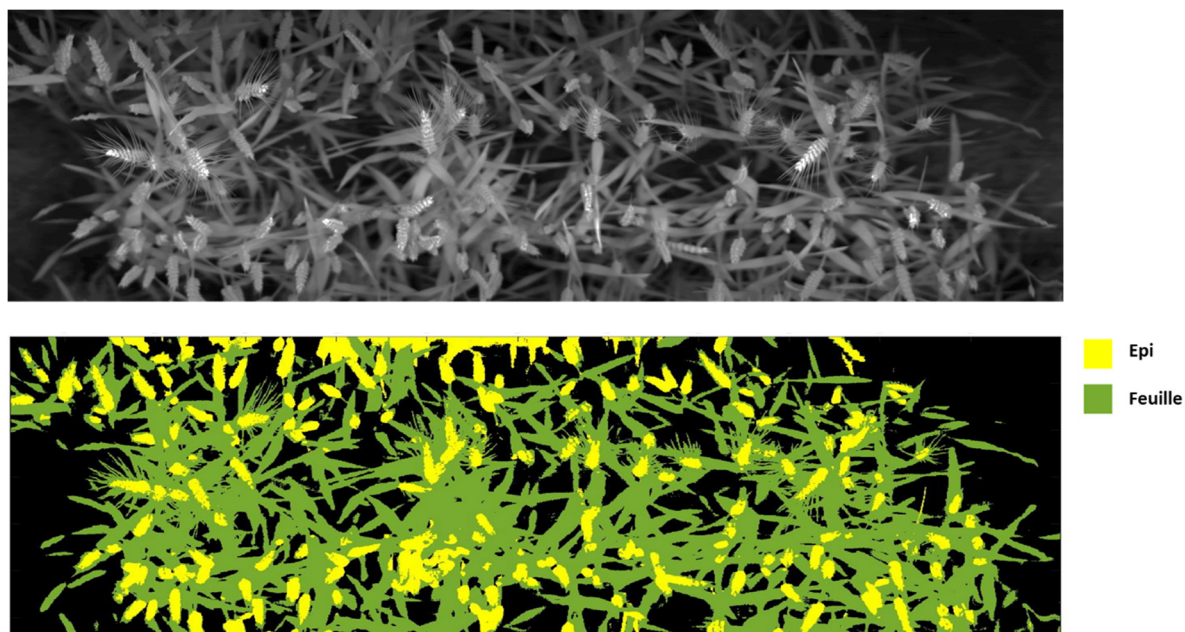


Figure 11.26 – Image hyperspectrale (en haut) et image prédite (en bas) pour la détection d'épis en champs (image acquise le 26/06/2019).

5.6 Conclusion

Les premiers résultats de cette étude semblent donc confirmer le potentiel de l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge pour détecter la présence de fusariose de l'épi à différents stades de développement de l'épi, y compris lorsque les symptômes ne sont plus visibles à l'œil nu. De plus, les premières mesures réalisées en parcelles d'essais semblent confirmer la possibilité de détecter les épis directement au champ. La confirmation de ces résultats lors des prochaines campagnes de mesures constituera une étape clé vers la création d'une méthode d'évaluation automatisée de l'intensité d'infection de la fusariose de l'épi sur froment d'hiver.

Table des matières

1°) Produits phytosanitaires autorisés

Réalisé par le **CePiCOP** avec les données disponibles sur le Phytoweb en date du 08/01/2020 et l'expertise du **CRA-W** dans le domaine ;

Vos remarques sont les bienvenues : 0468/38 39 72 ou xb.cepiscop@centrespilotes.be

Ces inventaires sont mis à jour régulièrement et
consultable sur https://centrespilotes.be/fr/centres_pilotes/cepiscop/presentation/

!! Lire attentivement l'étiquette du produit avant toute utilisation !!

Herbicides

Pages Herbicides 2 à 19

[Introduction + anti-moussant + additif + mouillant (2) ; Sensibilité des adventices (3) ; mode d'action des substances actives (4) ; herbicides de pré-émergence (5-6) ; herbicides levée à début tallage (7-10) ; herbicides tallage à dernière feuille (11-18) ; sensibilité variétale au chlortoluron (19)]

Antiverses

Pages Anti-verses 20 à 24

[orge et seigle (20) ; avoine et froment de printemps (21-22) ; épeautre et froment d'hiver (23-24)]

Fongicides

Pages Fongicides 25 à 42

[Introduction (25) ; orges (26 à 31) ; épeautre, froments, seigles et triticales (32 à 39) ; avoines (40-42)]

Traitements des semences

Pages 43

Insecticides

Pages Insecticides 44 à 47

[contre pucerons en été (44-45) ; contre puceron en automne (46) ; contre cécidomyie (47)]

Molluscicides

Page 48

Outil agronomique et de traçabilité

Le CePiCOP édite et diffuse un **carnet de champ (format de poche)** pour collationner les interventions menées dans chaque parcelle de l'exploitation. Il constitue un outil dans le cadre de la traçabilité. Dans le contexte de l'auto-contrôle, il est adapté et peut servir de « fiche parcellaire ». Une nouvelle version sera normalement éditée pour le mois d'août 19.

2°) Variétés

Pages 49 à 54

[fiche culture épeautre (49) triticales (50) seigle (51) avoine de printemps (52) froment de printemps et alternatif (53) orge de printemps (54)]

3°) Stades repères

Pages 55 à 60

[repères végétatifs (55); échelle BBCH améliorée (56 à 57) ; échelles phénologiques (58 à 60)]

4°) Travaux

Pages 61

LES HERBICIDES AUTORISES AU 08/01/2020

Vous trouverez dans les tableaux ci-après la liste des produits autorisés pour les différentes céréales. En complément à ces pages jaunes concernant les herbicides, il est conseillé de lire la rubrique intitulée « Lutte contre les mauvaises herbes » des pages blanches ci-avant.


Afin de rendre leur lecture plus facile, les noms des produits sont utilisés et sont classés par ordre alphabétique. Une colonne « n° du produit ou code » fait le lien entre les tableaux des produits autorisés et ceux des sensibilités des adventices ou du « mode d'action », ceci afin de vous permettre de prendre en compte ces caractéristiques lors du choix de votre traitement.

Herbicides dont la date de fin d'utilisation autorisée est connue

en 2020 : STOMP 400 SC (29/02) ; BACARA (27/03) ; TOUCHDOWN QUATTRO (15/06) ;
en 2021 : AVADEX 480 (30/06) ; BUTTRESS (31/07) ;

Agent anti-moussant / toutes cultures (1/1) [Mise à jour du 08/01/2020]

<https://centrespilotes.be>

 Formulation	Numéro d'autorisation	Composition	Dose	Date de fin d'utilisation	
Nom commercial					
ANTI-MOUSSE	EW	10118P/B	200 g/l Diméthylpolysiloxane	1,4 ml / 100 litres de bouillie	-
CASS'MOUSSE	EW	9736P/B	294 g/l Diméthylpolysiloxane	1,4 ml / 100 litres de bouillie	-

Les additifs autorisés en céréales [mise à jour du 08/01/2020]


Réalisé par le CePICOP et Protect'eau à partir des données du Phytoweb

Produit avec date de fin d'utilisation pré-définie. A cette date le produit devient un produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).

Les huiles de colza estérifiées

consultable en ligne sur notre site : <https://centrespilotes.be>

Ces produits sont des adjuvants destinés à améliorer l'efficacité des herbicides ; Délai avant récolte : en fonction du produit auquel l'adjuvant est ajouté ;

 Nom commercial	numéro d'autorisation	Formulation	composition	stade d'application	dose	Avoine	Epeautre	Froment de printemps	Froment d'hiver	Orge de printemps	Orge d'hiver	Seigle	Triticale	Terre agricole en interculture	Zone tampon et technique anti-dérive					
															le long des cours d'eau, plans d'eau,...			le long des fossés de bord de route, de drainage,...		
GAON	9629P/B	EW	636,3 g/l	post-émergence	(2)	-								autorisé	50%	75%	90%	50%	75%	90%
ZARADO	10242P/B		733 g/l		(3)										2	2	1			
MERO	9871P/B	EC	812 g/l		(1)								autorisé	6	6	6	1	1	1	
ACTIROB B	8665P/B		842 g/l																	
NATOL	9298P/B																			
VEGETOP	9294P/B																			
TIPO	9447P/B																			

(1) 1 l/ha en mélange avec des herbicides anti-graminées de post-émergence tels que les produits à base de fenoxaprop-P-éthyl et de méfenpyr-diéthyl, ou de clodinafop-propargyl et de cloquintocet-méxyl ; Maximum 4 applications.

(2) 1 l dans maximum 150 l d'eau/ha, en mélange avec un herbicide autorisé.


(3) 1 l/ha en mélange avec des herbicides anti-graminées de post-émergence.

Les mouillants autorisés en céréales

Les huiles de tournesol (ester éthylic)


Ce produit est un adjuvant destiné à être utilisé avec des herbicides autorisés en céréales, ce qui permet, mais pas toujours, d'augmenter

l'efficacité du produit auquel il est ajouté.

 Nom commercial	numéro d'autorisation	Formulation	composition	stade d'application	dose	Avoine	Epeautre	Froment de printemps	Froment d'hiver	Orge de printemps	Orge d'hiver	Seigle	Triticale	Terre agricole en interculture	Zone tampon et technique anti-dérive en mètre					
															le long des cours d'eau, plans d'eau,...			le long des fossés de bord de route, de drainage,...		
TRS 2	10054P/B	EC	600 g/l	post-émergence	(4)	-		autorisé		-	-	autorisé	-	-	6	6	6	1	1	1

(4) 0,5 l/ha dans un volume d'eau de maximum 150 l/ha, en mélange avec un herbicide autorisé.

Produit à base de TRIGLYCERIDE ETHOXYLE 10 OE

 Nom commercial	numéro d'autorisation	Formulation	composition	stade d'application	dose	Avoine	Epeautre	Froment de printemps	Froment d'hiver	Orge de printemps	Orge d'hiver	Seigle	Triticale	Terre agricole en interculture	Zone tampon et technique anti-dérive en mètre					
															le long des cours d'eau, plans d'eau,...			le long des fossés de bord de route, de drainage,...		
CANTOR *	9881P/B	EC	790 g/l	post-émergence	(4)									autorisé	50%	75%	90%	50%	75%	90%
FIELDOR MAX* (30-09-2020)	10239P/B														6	6	6	1	1	1

* améliore l'étalement et la pénétration de la bouillie sur les plantes traitées, ce qui permet, mais pas toujours, d'augmenter l'efficacité du produit auquel il est ajouté. CANTOR a été testé avec TITUS (8334P/B).

Pour d'autres mélanges, se renseigner auprès du détenteur d'autorisation.

(4) 0,15 l/100 l de bouillie pour un volume de 150 l/ha, en mélange avec un herbicide autorisé.

SENSIBILITE DES PRINCIPALES ADVENTICES AUX HERBICIDES LES PLUS UTILISES (Janv. 2020, 1/1)

Produits	N° du produit	FOLLE AVOINE	JOUEUR DU VENT	PATURLIN (1)	VULPIN	ALCHEMILLE	CAPSULE BOURSE A PASTEUR	CHENOPODE BLANC	CHRYSAETHÈME DES MOISSONS	COQUELICOT	FUMETERRE	GAILLET GRATTERON	LAMIER POURPRE	MATRICIAIRE CAMOMILLE	MOURONS DES OISEAUX	PENSEE SAUVAGE	RENONCULE	RENOUEE FAUX LISERON	RENOUEE DES OISEAUX	RENOUEE PERSIC, OU LAPATHIF.	SENE MOUTARDE DES CHAMPS	SENECON	TABOURET DES CHAMPS	VERONIQUE DE PERSE	VERONIQUE FEUILLE DE LIERRE	CHARDON DES CHAMPS	LAITERON DES CHAMPS	
<p>Légende : S = sensible AS = Assez sensible AR = assez résistant R = résistant ; (1) fenoxaprop + safener ; Paturin commun : S; Paturin annuel : R</p>																												
Lutte contre les GRAMINEES																												
AVADEX 480	7	AS	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AVADEX FACTOR	8	AS	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AXIAL et AXEO	9	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PUMA S EW et FOXTROT	72 et 33	S	AS	(1)	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Lutte contre les GRAMINEES et les DICOTYLEES ANNUELLES																												
ARCHIPEL STAR	4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ATTRIBUT	5	AS	S	AS	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BACARA	11	S	S	AS	AR	S	S	S	AS	S	AS	S	AR	S	S	S	AS	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	S
CAPRI	21	S	S	S	S	AR	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CAPRI DUO	22	S	S	S	S	AR	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CAPRI TWIN et BROADWAY	23	S	S	S	S	AR	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
chlortoluron	56	AS	AS	AS	S	R	AS	AS	AS	S	R	R	AR	S	AS	R	AS	AS	AR	AR	AS	S	R	R	R	R	R	R
DEFI et autres produits	28	AR	S	S	S	S	S	S	R	AR	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
flufenacet	12, 30 et 35	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
HEROLD SC et autres produits	38	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
HUSSAR ULTRA	39	AR	S	S	R	AS	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	AS	S	AS	AS	S	S	S	S	AS	S	S	S
JURA	40	AR	S	S	S	S	S	S	AS	AR	S	AS	S	AR	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	S	S	S	R
KALENKO	41	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	S	AS	AS	AS	AS
LIBERATOR et GIDDO	43	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	S	AS	AS	S	S	S	S	S	S	S	R
MALIBU	44	AR	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	AS	AS	AS	S	AS	S	S	S	S	R	R
MONITOR	48	AS	S	S	AR	AS	S	AS	AS	R	AS	S	R	S	R	S	AS	AS	AS	S	R	S	R	R	R	R	R	R
OTHELLO	52	S	S	S	S	AS	S	AS	S	AS	AR	AS	S	S	S	S	AS	AS	S	AS	S	AS	S	AS	S	AS	AS	AS
PONTOS	67	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	AS	AS	S	S	S	S	S	S	S	R	R
QUIRINUS	73	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	AS	AS	S	S	S	S	S	S	S	R	R
REXADE TRIO	74	AS	S	R	AS	AR	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	S	AS	S	S	AS	S	S	AR	S	S
SIGMA FLEX	77	S	S	S	S	AS	S	AS	AS	AR	R	AR	AR	AR	AS	AR	AR	AS	AS	AS	S	R	S	AR	R	AR	AR	
SIGMA MAXX	78	S	S	S	S	AS	S	AS	AS	AS	AR	AR	AR	AS	S	AS	AS	AS	AS	S	AR	S	AR	AR	AR	AS	AS	
SIGMA PLUS et SIGMA SUPRA	79	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	AS	S	AS	S	AS	S	AS	S	AS	AR	AS	AS	
SIGMA STAR	80	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
TRINITY	87	AS	AS	AS	S	AS	S	S	AS	S	AS	AR	S	S	S	S	S	AS	AS	S	AS	S	S	S	S	R	R	R
Lutte contre les DICOTYLEES ANNUELLES																												
2,4-D	88	R	R	R	R	R	AS	S	R	AS	AR	R	AS	R	AR	AR	AS	R	R	R	S	AS	S	R	R	AS	AR	
ALLIE et autres produits	1 et 66	R	AR	R	R	AS	S	S	S	S	R	R	S	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	AS	R	S	S	
ALLIE EXPRESS	2	R	R	R	R	S	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AS	S	S	
ALLIE STAR et BOUDHA	3 et 17	R	AR	R	R	AS	S	S	S	S	AS	AR	S	S	S	AS	S	AS	AS	S	S	S	S	AS	S	S	S	
AURORA 40 WG	6	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	R	S	R	R	AS	R	R	R	R	S	R	AR	S	AS	R	R	
AZ 500	10	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	S	S	R	R	
BEFLEX	13	R	AS	R	R	S	S	S	S	S	AS	S	S	AS	S	AR	AS	AS	S	S	S	S	S	AR	S	S	AR	
BIATHLON	14	R	R	R	R	AS	S	S	S	AS	S	S	S	S	AR	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	S	AS	S	S	
BIATHLON DUO	15	R	R	R	R	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	AR	S	S	AS	AS	S	S	S	S	S	AS	S	S	
BUTTRESS	19	R	R	R	R	AS	S	S	S	AS	AR	AS	S	S	AS	S	S	S	S	S	AS	AS	R	R	S	AS	S	
CAMEO et autres produits	20 et 67	R	R	R	R	AS	S	S	AR	S	AS	AR	S	S	AS	S	AS	AR	S	S	S	S	S	AS	R	S	S	
CHEKKER	24	R	AR	AR	R	AS	S	AS	AS	AS	AR	S	AS	S	S	AR	AS	AS	AS	AS	S	AS	S	AR	AR	AS	AS	
CROUPIER OD	27	R	R	R	R	AS	S	S	S	S	R	S	S	S	S	AS	S	S	AS	AS	S	S	S	AR	S	S	S	
diffufenican	51 et 58	AR	AR	R	R	AS	S	AS	AS	AR	AS	AR	S	AR	S	AS	S	AS	AS	AS	AS	AS	S	AS	AR	R	R	
DUPLOSAN KV-P et DUPLOSAN	29	R	R	R	R	R	AS	S	R	S	R	S	R	R	S	R	R	AR	AR	S	R	S	AR	AR	AR	AR	AR	
FLAME DUO	31	R	R	R	R	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	S	AS	S	AS	S	AS	S	S	S	AS	R	S	S	
fluroxypyr	59, 60 et 82	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	AR	R	R	R	R	S	AS	AS	AR	R	S	AR	AR	R	R	
FOX 480 SC	32	R	R	R	R	AS	R	AS	R	AS	AR	R	S	R	S	S	AR	S	S	S	AS	AR	S	S	S	S	S	
GRATIL	36	R	R	R	R	R	AS	R	R	AR	R	S	R	AS	AR	R	R	AR	R	R	S	R	S	R	R	R	R	
HARMONY M et CONNEX	37 et 26	R	AR	AR	R	S	S	S	S	S	S	AR	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	AR	S	S	
MATRIGON et autres produits	45, 46 et 47	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	S	R	R	R	AS	R	R	R	S	R	R	R	S	S	
mcpa	64	R	R	R	R	R	AS	S	R	AS	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	AS	S	AR	AR	AS	R	
OMNERA LQM	50	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	AR	S	S	
PILOTI	53	R	R	R	R	AS	S	S	S	S	AS	AR	S	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	AS	AR	S	S	
PIXXARO EC et autres produits	54	R	R	R	R	AR	AS	S	R	AS	S	S	S	R	S	S	S	S	AR	AS	R	R	AR	AR	AR	R	R	
pendimethaline	49, 83 et 84	AR	AS	AR	AR	AS	S	R	S	S	AS	AR	S	AR	S	S	S	AS	AS	S	S	AS	R	S	S	R	R	
PLATFORM S	55	R	R	R	R	R	S	R	S	R	S	AS	S	R	AS	S	AS	AS	AS	S	AS	S	S	S	R	AR	AR	
PRIMSTAR et autres produits	69, 42 et 81	R	R	R	R	S	S	R	AS	S	R	S	AS	S	S	R	S	S	AR	AR	S	AS	S	R	R	AS	S	
PRIMUS et FRAGMA	70	R	R	R	R	S	S	R	AS	S	R	S	R	S	S	R	S	S	AS	AS	S	AS	S	R	R	AR	AS	
PRIMUS PERFECT	71	R	R	R	R	S	S	R	S	AS	R	S	R	S	S	R	S	S	AS	AS	S	S	S	R	R	S	S	
SARACEN DELTA	76	AR	AR	R	R	S	S	AS	AS	AS	AS	S	S	S	S	AS	S	S	AS	S	S	AS	S	AS	AR	AR	AS	
TREVISTAR	85	R	R	R	R	S	AR	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	AR	AR	S	S	
TREZAC	86	R	R	R	R	AS	S	S	S	S	S	S	R	AS	R	AS	AS	AS	AS	AS	R	R	AR	AR	R	AS	S	
ZYPAR et autres produits	89	R	R	R	R	AR	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	R	S	S	AR	AR	S	AS	AR	AR	R	R	S	
Lutte contre les DICOTYLEES ANNUELLES et VIVACES																												
BOFIX	16	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	AR	AS	S	R	S	S	S	S	S	S	S	AR	AR	S	S	
dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p	57	R	R	R	R	R	S	S	R	S	S	S	AS	AR	S	R	S	AS	AS	AS	S	AS	S	AS	AS	S	AS	
mcpa + 2,4-D	25 et 65	R	R	R	R	R	AS	S	R	AS	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	S	AS	S	AR	AR	S	AR	
Herbicides TOTAUX																												
glyphosate	18, 34, 61, 62, 63 et 75	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

MODE D'ACTION ET FAMILLE CHIMIQUE DES SUBSTANCES ACTIVES (Janv. 2020)

Modes d'action	Familles chimiques	Substances actives	Mode de pénétration	Produits
A Inhibiteurs de l'ACCase	Aryloxyphenoxypropionates Phénylpyrazolines	fenoxaprop pinoxaden	foliaire foliaire	33, 72 9
B Inhibiteurs de l'ALS	Sulfonylurées	amidosulfuron iodosulfuron mesosulfuron metsulfuron sulfosulfuron thifensulfuron tribenuron tribosulfuron	foliaire foliaire foliaire foliaire foliaire racinaire et foliaire foliaire foliaire foliaire	24, 36, 79 4, 24, 39, 41, 52, 78, 79, 80 4, 41, 52, 77, 78, 79, 80 1, 2, 3, 17, 26, 27, 37, 50, 53, 66 48 26, 37, 50 3, 17, 20, 31, 67 14, 15
	Triazolopyrimidines	florasulam	foliaire	15, 22, 23, 31, 42, 69, 70, 71, 74, 76, 81, 85, 89
	Triazolines	pyroxsulam propoxy-carbazone thiencarbazone	foliaire racinaire racinaire et foliaire	21, 22, 23, 74 5, 77 4, 80
C2 Inhibiteurs de la photosynthèse	Urées	chlortoluron	racinaire	56, 87
E Inhibiteurs de la PPO	Diphényléthers Triazolines	bifenox carfentrazone	foliaire foliaire	32 2, 6, 55
F1 Inhibiteurs de la biosynthèse des caroténoïdes	Pyridinecarboxamides	diflufenican picolinatén	racinaire et foliaire foliaire	11, 38, 40, 41, 43, 51, 52, 53, 58, 76, 87 68, 73
	Phenoxybutamides	beflubutamide flurtamone	racinaire et foliaire racinaire et foliaire	13 11
G Inhibiteurs de l'EPSP synthase	Glycines	glyphosate	foliaire	18, 34, 61, 62, 63, 75
K1 Inhibiteurs de l'assemblage des microtubules	Dinitroanilines	pendiméthaline	racinaire	44, 49, 83, 84, 87
K3 Inhibiteurs de la division cellulaire	Oxyacetamides	flufenacet	racinaire	12, 30, 35, 38, 43, 44, 68, 73
L Inhibiteurs de la biosynthèse de cellulose	Benzamides	isoxabén	racinaire	10
N Inhibiteurs de la biosynthèse des lipides	Thiocarbamates	prosulfocarbe triallate	racinaire racinaire	28, 40 7, 8
O Phytohormones	Acides phenoxy-carboxyliques	2,4-D 2,4-DB dichlorprop-p MCPA	foliaire foliaire foliaire foliaire	25, 65, 88 19 57 16, 25, 57, 64, 65
	Acides pyridine-carboxyliques	mecoprop-p aminopyralide clopyralide	foliaire foliaire foliaire	29, 55, 57 86 16, 45, 46, 47, 71, 85
	Arylpicolinates	fluroxypyr halauxifén	foliaire foliaire	16, 27, 42, 50, 54, 89, 60, 69, 81, 82, 85 54, 74, 86, 89

Herbicide pré-semis (uniquement autorisé en orge contre graminées annuelles)		50%	75	90	50%	75	90
AVADEX 480 (7785P/B) (30/06/2021) composé de 480 g/l triallate, dose maximum : 3-3,5 L/Ha selon le type de sol. à incorporer immédiatement après l'application (efficacité secondaire contre lamier, chénopode et morelle noire)		6	6	6	1	1	1

8 450 g/l triallate, dose maximum : 3,6 L/Ha ; Autorisé en Fh, Oh et Op
 En pré-semis à incorporer immédiatement après l'application / l'incorporation n'est plus nécessaire en pré-émergence

Légende des tableaux :

Réalisé par le CePICOP et Protect'eau à partir des données du Phytoweb
 Case culture, et/ou usage vide = pas autorisé pour la culture et/ou l'usage ; Gr¹ autorisé contre jouet du vent et pâturin annuel.
 % minimum de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : Aako Chlorotoluron 500 SC),
 voir 75 % (ex Arnold) ou 90 % (Avadex 480).

Produit avec date de fin d'utilisation pré-définie. A cette date le produit phytopharmacologique non utilisable (PPNU).
 Mode de pénétration² : R = racinaire ; F = Foliaire / PP = phytoprotecteur

- (1) ne pas traiter si céréales couvertes de gelée blanche ou de rosée abondante ou en période de risque de gel. Maximum. 2 kg de pendiméthaline/ha par an.
- (2) Ne peut être mélangé avec des urées substituées dans cette culture. Un impact négatif sur les processus de transformation des grains récoltés ne peut pas être exclu.
- (2) Le produit peut seulement être appliqué sur un semis régulier de minimum 3 cm de profondeur. - Sur un sol moins bien préparé (présence de mottes),
- (2) sur un sol sableux, sur un sol très lourd ou sur un sol riche en humus, une application en post-émergence est recommandée.
- (2) De fortes précipitations dans les premières semaines suivant l'application peuvent induire de la phytotoxicité due au produit appliqué et donc des dommages à la culture.

(chl) : certaines variétés de froment d'hiver sont sensibles. La sensibilité des épeautres n'est pas connue. S'informer auprès de l'obtenteur pour la sensibilité variétale.
 (chl) : la dose max. en céréales (sauf triticales où c'est 3 l/ha) sur sol : sableux, 3 l/ha ; sablo-limoneux et limoneux, 3-3,5 l/ha ; argileux, 3,5-4 l/ha ; polders, 4,5-5 l/ha.

Tableau 1 de 2 : Herbicides céréales autorisés en pré-émergence (BBCH 01-08) [mise à jour du 08/01/2020]

C O D E	Nom commercial	Mode de pénétration ²	numéro d'autorisation	voir légende	avoine		froment		orge d'hiver		seigle		composition	Formulation	dose (maximum)	contre		Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %										
					épeautre	froment	froment d'hiver	orge d'hiver	triticale	dicoyles annuelles	dicoyles vivaces	graminées annuelles				nombre max d'application	50%	75	90	le long des cours d'eau, plans d'eau,...	50%	75	90	le long des fossés de bord de route, de drainage,...				
56	Aako Chlorotoluron 500 SC	R	9549P/B	(chl)									chlorotoluron	SC	L/Ha	(chl)	Da	Gr	1	6m	6	6	2m	2	1			
28	ADELFO	R	10351P/B		E	Fh	Fh	Oh	S	T			prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	Da	Gr	1	6	6	6	5	2	1			
38	ARNOLD	R et F	10877P/B		E	Fh	Fh	Oh	S	T			diflufenican flufenacet	SC	L/Ha	0,60	Da	Gr	1	30	20	10	30	20	10			
7	AVADEX 480	R	10947P/B										triallate	CS	L/Ha	3,60		Gr	1	-	-	20	-	-	20			
10	AZ 500	R	7573P/B		E	Fh	Fh	Oh					isoxaben	SC	L/Ha	0,15 à 0,20	Da	Dv		6	6	6	5	2	1			
11	BACARA (27/03/20)	R et F	9127P/B		E	Fh	Fh	Oh	S	T			diflufenican flurtamone	SC	L/Ha	1	Da	Gr ¹	1	6	6	6	2	2	1			
12	BATTLE	R	10886P/B										flufenacet	SC	L/Ha	0,5		Gr	1	-	-	10	-	-	10			
13	BEFLEX	R et F	10124P/B		E	Fh	Fh	Oh	S	T			beflubutamide	SC	L/Ha	0,4	Da		1	30	20	10	30	20	10			
56	Chlorotoluron 500 SC	R	7980P/B, 1311P/P	(chl)	E	Fh	Fh	Oh					chlorotoluron	SC	L/Ha	(chl)	Da	Gr	1	6	6	6	2	2	1			
28	DEFI	R	7864P/B		E	Fh	Fh	Oh	S	T			prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	Da	Gr	1	6	6	6	1	1	1			
58	DEFANIL 500 SC		9408P/B		E	Fh	Fh	Oh	S	T			diflufenican	SC	L/Ha	0,375	Da		1	10	6	6	10	5	1			
	DEFULBEL	R et F	1134P/P																									
58	DEFI		10934P/B		E	Fh	Fh	Oh	S	T			diflufenican	SC	L/Ha	0,375	Da		1	6	6	6	2	1	1			
28	FIDOX	R	10515P/B	(2)	E	Fh	Fh	Oh	S	T			prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	Da	Gr	1	6	6	6	5	2	1			
28	FIDOX EC	R	9680P/B	(2)	E	Fh	Fh	Oh	S	T			prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	Da	Gr	1	6	6	6	5	2	1			
43	GIDDO	R et F	10806P/B										flufenacet diflufenican	SC	L/Ha	0,6	Da	Gr	1	6	6	6	5	2	1			

Légende des tableaux 1 à 4 :

% minimum de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : ACCURATE), voir 75 % (ex : ARALD 600 SC) ou 90 % (ex : ASSYNT)

BBCH 09 = levée ; 11 = une feuille étalée ; 12 = deux feuilles étalées ; ... ; 20 = tallage (pas de taille visible).

Mode de pénétration² : R = racinaire ; F = foliaire / FP = phytoprotecteur

(2) ne peut pas être mélangé avec des urées substituées.

(3) ne pas traiter si céréales couvertes de gelée blanche ou de rosée abondante ou en période de risque de gel. Max. 2kg de pendiméthaline/ha par an.

(4) Le produit ne peut pas être mélangé avec des urées substituées dans cette culture. Un impact négatif sur les processus de transformation des grains récoltés ne peut pas être exclu.

(4) Le produit peut seulement être appliqué sur un semis régulier de minimum 3 cm de profondeur. - Sur un sol moins bien préparé (présence de mottes),

(4) sur un sol sableux, sur un sol très lourd ou sur un sol riche en humus, une application en post-émergence est recommandée.

(4) De fortes précipitations dans les premières semaines suivant l'application peuvent induire de la phytotoxicité due au produit appliqué et donc des dommages à la culture.

Produit avec date de fin d'utilisation. A cette date le produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).

Gr¹ : contre jouet du vent et paturin annuel ; Da² : contre gaillet et crucifères ; Da⁴ : contre gratteron ; Gr⁴ : contre folle avoine, jouet du vent et vulpin ; Gr⁵ : contre vulpin et ray-grass.

Case culture, et/ou usage vide = pas autorisé pour la culture et/ou l'usage ; Ap : avoine de printemps ; Sp : seigle de printemps.

A : pour usage uniquement en automne ; P : pour usage uniquement au printemps.

Tableau 1 de 4 : Herbicides céréales en levée – début tallage (BBCH 09-20) [mise à jour du 08/01/2020]

C O D E	Logo Nom commercial	Mode de pénétration ²	numéro d'autorisation	voir légende	BRCH	avoine				seigle				dose (maximum)	Formulation	composition	contre		Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %							
						épure	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	triticale	triticale	dicotyles annuelles				dicotyles annuelles	graminées vivaces	graminées vivaces	nombre max d'application	50%	75%	90%	le long des fossés de bord de route, d'eau,....		
66	ACCURATE	F	9551P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T	T	g/Ha	30	WG	20% mesulfuron-méthyl	Da	Dv	6m	6	6	6	1m	1	1	1	
1	ALLIE	F	9450P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T	T	g/Ha	30	SG	20% mesulfuron-méthyl	Da	Dv	6	6	6	6	1	1	1	1	
3	ALLIE STAR	F	9795P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T	T	g/Ha	45	SG	22,2% tribenuron-méthyle 11,1% mesulfuron-méthyl	Da	Dv	6	6	6	6	1	1	1	1	
38	ARALD 600 SC	R R et F	1268P/P	A	11 à 13		Fh	Oh	Sh	T	T	L/Ha	0,6	SC	400 g/l flufenacet 200 g/l diflufenican	Da	Gr	x	20	10	x	20	10	x	20	10
38	ARNOLD	R et F	1087P/B	A	9 à 13	E	Fh	Oh	S	T	T	L/Ha	0,6	SC	400 g/l diflufenican 200 g/l flufenacet	Da	Gr	30	20	10	30	20	10	30	20	10
20	ASSYNT	R	10704P/B	P	20		Fp	Fh	Op	Oh	Oh	g/Ha	30	SG	50% tribenuron-méthyle	Da		1	x	x	10	x	x	10	x	10
9	AXEO	F FP	9603P/B	Gr ⁴ Gr ⁵ , P	13 à 20	E	Fp	Fh	Op	Oh	T	L/Ha	0,9 1,2	EC	50 g/l pinoxaden 12,5 g/l étequinatecés-mésyl		Gr ⁴ Gr ⁵	6	6	6	6	1	1	1	1	
9	AXIAL	F FP	9602P/B	Gr ⁴ Gr ⁵ , P	13 à 20	E	Fp	Fh	Op	Oh	T	L/Ha	0,9 1,2	EC	50 g/l pinoxaden 12,5 g/l étequinatecés-mésyl		Gr ⁴ Gr ⁵	6	6	6	6	1	1	1	1	
10	AZ-500	R	7573P/B		9 à 13	E	Fh	Oh	Oh	T	T	L/Ha	0,15 à 0,20	SC	500 g/l isoxaben	Da	Dv	6	6	6	6	5	2	1	1	
11	BACARA (27/03/20)	R et F	9127P/B	Gr ¹	9 à 20	E	Fh	Oh	S	T	T	L/Ha	1	SC	100 g/l diflufenican 250 g/l flurtome	Da	Gr ¹	6	6	6	6	2	2	1	1	
12	BAITLE	R	1086P/B		9 à 20		Fh	Oh	Sh	Th	L/Ha	0,5	SC	500 g/l flufenacet		Gr	1	-	-	10	-	-	10	-		
13	BEFLEX	R et F	10124P/B		9 à 20	E	Fh	Oh	S	T	L/Ha	0,4	SC	500 g/l beflubutamide	Da		1	30	20	10	30	20	10	30	20	
14	BIATHLON	F	9779P/B		13 à 20	Ap	Fp	Op	Sp	Sp	g/Ha	70	WG	71,4% tritosulfuron	Da		1	6	6	6	6	1	1	1		
15	BIATHLON DUO	F	10263P/B		13 à 20	Ap	Fp	Op	Sp	Sp	g/Ha	40 à 70	WG	71,4% tritosulfuron 5,4% forasulfam	Da		1	x	6	6	6	x	6	6	x	

Tableau 2 de 4 : Herbicides céréales en levée – début tallage (BBCH 09-20) [mise à jour du 08/01/2020]

C	O	D	E	Nom commercial	Mode de pénétration	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	céréales				dose (maximum)	Formulation	composition	contre	Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %							
									avoine	épeautre	froment	orge d'hiver					orge printemps	seigle	triticale	50%	75	90	le long des cours d'eau, plans de bord de route, d'eau,...	le long des fossés de bord de route, de drainage,...
17				BOUDHA	F F	10190P/B	P	12 à 20		E	Fh	Oh S	T	WG	25% metsulfuron-méthyl 25% tribenuron-méthyl	Da Dv	1	x	x	6	x	x	1	
20				CAMBO	F	9581P/B	P	12 à 20		E	Fh	Oh S	T	SG	50% tribenuron-méthyl	Da Dv	1	6m	6	6	2m	2	1	
26				CONNEX	F F	9814P/B	P	12 à 20	A	E	Fh	Oh Sh	T	WG	68,2% trifluralin-méthyl 6,8% metsulfuron-méthyl	Da	1	6	6	6	1	1	1	
27				CROUPIER OD	F F	10957P/B		13 à 19			Fp	Op		OD	9 g/l metsulfuron-méthyl 225 g/l fluroxypyr	Da	1	-	20	10	-	20	10	
28				DEFI	R	7864P/B	(2)	9 à 13		E	Fh	Oh S	T	EC	800 g/l prosulfocarbe	Da	Gr	-	6	6	6	1	1	1
66				DEFT	F	9552P/B	P	12 à 20		E	Fh	Oh S	T	WG	20% metsulfuron-méthyl	Da Dv	1	x	x	6	x	x	1	
58				DEFLANIL 500 SC	R et F	9408P/B		09 à 20		E	Fh	Oh S	T	SC	500 g/l diflufenican	Da	1	10	6	6	10	5	1	
				DIFLUBEL		1134P/P																		
58				DIFLI		10934P/B		21 à 29			Fh	Oh Sp	Sh	SC	500 g/l diflufenican	Da	1	6	6	6	2	1	1	
30				FENCE	R	10523P/B		11 à 13			Fh			SC	480 g/l flufenacet	Gr	1	6	6	6	5	2	1	
28				FIDOX	R	10515P/B	(2)	09 à 13		E	Fh	Oh S	T	EC	800 g/l prosulfocarbe	Da	Gr	1	6	6	6	5	2	1
66				FINY	F	9482P/B	P	12 à 20		E	Fh	Oh S	T	WG	20% metsulfuron-méthyl	Da Dv	1	x	x	6	x	x	1	
70				FLOREICO	F	1203P/P	P	21 à 32	A	E	Fp	Oh S	T	SC	50 g/l forasulfan	Da	1	x	x	10	x	x	10	
38				FLUDIGOLD 600 SC	R	1267P/P	A	11 à 13			Fh	Oh Sh	T	SC	400 g/l flufenacet 200 g/l diflufenican	Da	Gr	1	10	6	6	10	5	1
33				FOXTROT	F F F	9703P/B		13 à 20			Fp	Oh S	T	EW	69 g/l fenoxaprop-p-éthyl 34,5 g/l cloquintocet-méthyl		Gr	1	6	6	6	1	1	1
70				Fragma anc. SARACEN	F	10349P/B	P	14 à 20	A	E	Fp	Oh S	T	SC	50 g/l forasulfan	Da	1	x	x	10	x	x	10	
54				FRIMAX	F F F F	10595P/B		13 à 20		E	Fp	Op	Sp	EC	280 g/l fluroxypyr 12,5 g/l haloxyfène-méthyl 12 g/l cloquintocet-méthyl	Da Dv	1	x	6	6	x	2	1	
43				GIDDO	R	10806P/B	A	11 à 13		E				SC	400 g/l flufenacet 100 g/l diflufenican	Da	Gr	1	6	6	6	5	2	1
35				GLOSSET 600 SC	R	10915P/B		11 à 13			Fh	Oh Sh	Th	SC	600 g/l flufenacet	Gr	1	6	6	6	5	2	1	
38				GRANIPROP 600 SC	R	1269P/P	A	11 à 13			Fh	Oh Sh	T	SC	400 g/l flufenacet 200 g/l diflufenican	Da	Gr	1	10	6	6	10	5	1
36				GRATIL	F	8316P/B	Da ²	13 à 20	A	E	Fp	Oh S	T	WG	75% amidosulfuron	Da ²	-	6	6	6	1	1	1	
37				HARMONY M	F F	9510P/B	P	12 à 20	A	E	Fh	Oh S	T	SG	40% trifluralin-méthyl 4% metsulfuron-méthyl	Da	1	6	6	6	1	1	1	
38				HEROLD SC	R	9533P/B, 1188 P/P	A	11 à 13			Fh	Oh Sh		SC	400 g/l flufenacet 200 g/l diflufenican	Da	Gr	1	x	10	6	x	10	5
58				Inter diflufenican 500 SC	R et F	967P/P		09 à 20		E	Fh	Oh S	T	SC	500 g/l diflufenican	Da	1	10	6	6	10	5	1	
10				Inter isoxaben 500	R	1100P/P				E	Fh	Oh	T	SC	500 g/l isoxaben	Da	1	6	6	6	5	2	1	
66				ISOMEXX	F	9481P/B	P	12 à 20		E	Fh	Oh S	T	WG	20% metsulfuron-méthyl	Da Dv	1	6	6	6	1	1	1	
40				JURA	R	10633P/B	(4)	11 à 13			Fh	Oh Sh	T	EC	667 g/l prosulfocarbe 14 g/l diflufenican	Da	Gr	1	30	20	10	30	20	10

Tableau 3 de 4 : Herbicides céréales en levée – début tallage (BBCH 09-20) [mise à jour du 08/01/2020]

Code	Logo	Nom commercial	Mode de pénétration ¹	Numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine			froment			orge d'hiver			seigle	d'application	Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %						
							E	Fp	Fh	Op	Oh	S	T	E	Fp			Fh	Op	Oh	Sh	Th	50%	75%
43		LIBERATOR	R et F	9681P/B	A	11 à 13 10 à 20										Gr	Da	6m	6	6	5m	2	1	
38		LOUKOUM 600 SC	R et F	1283P/P	A	11 à 13										Gr	Da	10m	6	6	10m	5	1	
44		MALIBU Eviter l'usage du MALIBU si semis irrégulier, peu recouvert (sols mottoux), en sol léger ou hydromorphe.	R et R	9310P/B	A	11 à 12										Gr	Da	10	6	6	10	5	1	
89		MATTERA	F PP	10657P/B	P	13 à 20 11 à 20											Da		x	x	6	x	x	1
9		MAXADEN	F PP	1201P/P	Gr ⁴ Gr ⁵ , P	13 à 20										Gr ⁴ Gr ⁵		6	6	6	1	1	1	
38		MERTIL	R et F	10833P/B		11 à 13										Gr	Da	6	6	6	5	2	1	
83		METALINE	R	9999P/B	(3)	09 à 20 11 à 12											Da	6	6	6	5	2	1	
1		METRO SG	F	10143P/B	P	12 à 20										Dv	Da	6	6	6	5	2	1	
48		MONITOR MONITOR doit toujours être appliqué en mélange avec une huile de colza estérifiée autorisée à cet effet.	R et F	9158P/B	P	13 à 20										Gr	Da	6	6	6	2	2	1	
49		MOST MICRO	R	10330P/B	(3)	09 à 20 11 à 12											Da	10	6	6	10	5	1	
38		NACETO	R et F	10603P/B	A	11 à 13										Gr	Da	x	20	10	x	20	10	
51		OSSETIA	R et F	10622P/B		09 à 20											Da	10	6	6	10	5	1	
54		PXXARO EC	F F PP	10573P/B	P	13 à 20											Da	x	6	6	x	2	1	
68		PONTOS	R et F	10604P/B		9 à 20										Gr	Da	10	6	6	10	5	1	
70		PRIMUS	F	9074P/B	P	14 à 20											Da	x	x	10	x	x	10	
71		PRIMUS PERFECT	F	10317P/B	P	14 à 20											Da	x	x	6	x	x	1	
72		PUMA S EW	F PP	8980P/B	P	13 à 20										Gr		6	6	6	1	1	1	
73		QUITRINUS	R et F	10605P/B		9 à 20										Gr	Da	6	6	6	5	2	1	
26		RACING EXTRA	F	10021P/B	P	12 à 20											Da	6	6	6	2	2	1	
49		RAMPAR	R	10590P/B	(3)	09 à 20 11 à 12											Da	10	6	6	10	5	1	

Tableau 4 de 4 : Herbicides céréales en levée – début tallage (BBCH 09-20) [mise à jour du 08/01/2020]

C O D E	Nom commercial	Mode de pénétration	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avance						dose (maximum)	Formulation	composition	contre		Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %		
						épiante	trouvent	trouvent	trouvent	orge d'hiver	seigle				triticale	dicoylées annuelles	dicoylées annuelles	50% 75 90	50% 75 90
38	RELIANCE	R R et F	10719P/B	A	11 à 13									400 g/l flufenacet 200 g/l diflufenican	Da	Gr	1	10 6 6	10 5 1
89	RENITAR	F PP F	10656P/B	P	13 à 20 11 à 20									6,25 g/l halauxifène-méthyl 6 g/l cloquintocet-amyli 5 g/l florasulam	Da		1	x x 6	x x 1
28	ROXY EC	R	9684P/B	(2)	9 à 13									800 g/l prosulfocarbe	Da	Gr	1	6 6 6	5 2 1
58	SATURNE 500 SC	R et F	1196P/P		09 à 20									500 g/l diflufenican	Da		1	10 6 6	10 5 1
66	SAVY	F	9980P/B	P	12 à 20	A								20% mesulfuron-méthyl	Da	Dv	1	x x 6	x x 1
58	SEMPRA	R et F	10088P/B		09 à 20									500 g/l diflufenican	Da		1	6 6 6	2 2 1
28	SPOW	R	10167P/B	(2)	9 à 13									800 g/l prosulfocarbe	Da	Gr	-	6 6 6	1 1 1
83	STOMP 400 SC (29/02/2020)	R	7957P/B	(3) A	9 à 20 11 à 12									400 g/l pendimethaline	Da		1	6 6 6	2 2 1
84	STOMP AQUA	R	9839P/B, 957P/P	(3) A	9 à 20 11 à 12									455 g/l pendimethaline	Da		1	10 6 6	10 5 1
12	SUNFIRE	R		A	9 à 20									500 g/l flufenacet	Da	Gr	1	10 6 6	10 5 1
51	THEIA	R et F	10819P/B		09 à 20									50% diflufenican	Da		1	10 6 6	10 5 1
54	TEKKEN	F PP F	10596P/B		13 à 20									12,5 g/l halauxifène-méthyl 12 g/l cloquintocet-amyli 280 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	x 6 6	x 2 1
58	TOUCAN	R et F	9653P/B		9 à 20									500 g/l diflufenican	Da		1	10 6 6	10 5 1
85	TREVISTAR	F F F	9799P/B	P	13 à 20	A								100 g/l fluroxypyr 80 g/l clopyralide 2,5 g/l florasulam	Da	Dv	1	x x 6	x x 1
86	TREZAC	PP F F	10791P/B	P	13 à 20									30 g/l cloquintocet-amyli 31,3 g/l halauxifène-méthyl 25 g/l aminopyralide	Da		1	x x 6	x x 1
48	TRIMONO	R et F	1172P/P	P	13 à 20									80% sulfosufuron	Da	Gr	2	6 6 6	2 2 1
87	TRINITY	R R et F	10572P/B		9 à 20									300 g/l pendimethaline 250 g/l chlorotoluron 40 g/l diflufenican	Da	Gr	1	10 6 6	10 5 1
89	ZYPAR	F PP F	10655P/B	P	13 à 20	Ah								6,25 g/l halauxifène-méthyl 6 g/l cloquintocet-amyli 5 g/l florasulam	Da		1	x x 6	x x 1

Légende des tableaux : Herbicides autorisés en céréales du début tallage au gonflement de la gaine (BBCH 21-45)

Case culture, et/ou usage vide = pas autorisé pour la culture et/ou l'usage ; A : pour usage uniquement en automne ; P : pour usage uniquement au printemps.

BBCH : (21-25-29) Début tallage - fin tallage ; (30-31-32) Redressement - 1er nœud - 2ème nœud ; (39) Dernière feuille.

Produit avec date de fin d'utilisation pré-définie. A cette date le produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).

% minimum de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : Aako Chloroluron 500 SC),

voir 75 % (ex : Barclay hurler 200) ou 90 % (ex : ARCHPEL STAR)

L2 : ne pas traiter si céréales couvertes de gelée blanche ou de rosée abondante ou en période de risque de gel. Max. 2 kg de pendiméthaline/ha par an.

L3 : dose maximale en mélange avec un produit à base de fluoxypyryl-méthyl : 0,25 l/ha.

L4 : ne pas ajouter une huile minérale ou un surfactant en raison du risque de dégâts à la culture (diminution du rendement).

L5 : ne pas mélanger avec des mouillants ou des engrais liquides.

L6 : ne pas mélanger avec un mouillant, une huile ou un engrais liquide en raison du risque de dégâts à la culture.

L7 : en mélange avec azote liquide, un mouillant ou un autre herbicide, les doses mentionnées seront diminuées de moitié.

Mode de pénétration² : R = racinaire ; F = Foliaire / FP = phytoprotecteur

* Ne pas appliquer en mélange avec des herbicides actifs contre les monocotylées en raison du risque d'une moindre efficacité.

* En cas d'échec de la culture, la culture de crucifères, betteraves, épinards ou légumineuses n'est pas permise pendant un mois.

** Délais avant récolte 50 jours *** Toujours être appliqué en mélange avec une huile de colza esterifiée autorisée à cet effet à la dose de 1 l/ha

Da¹ : contre crucifères ; **Da²** : contre gaillet, crucifères ; **Da³** : contre chardons, composées ; **Da⁴** : contre gratteron ; **Gr¹** : contre jouet du vent, pâturin annuel ; **Gr²** : contre chiendent, vulpin, jouet du vent ;

Gr³ : contre chiendent ; **Gr⁴** : contre folle avoine, jouet du vent et vulpin ; **Gr⁵** : contre vulpin et ray-grass ; **Gr⁶** : contre jouet du vent ; **Gr⁸** : contre folle avoine

(chl) : certaines variétés de froment d'hiver sont sensibles. La sensibilité des espèces n'est pas connue. S'informer auprès de l'obtenteur pour la sensibilité variétale.

(chl) : la dose max. en céréales (sauf triticales où c'est 3 l/ha) sur sol : sableux, 3 l/ha ; argileux, 3,5-4 l/ha ; argileux, 3,5-4 l/ha ; argileux, 3,5-4 l/ha ; argileux, 4,5-5 l/ha.

Mise à jour du 08/01/2020

Réalisé par le CePICOP et Protect'eau à partir des données du Phytoweb

<https://centrespilotes.be>

Tableau 1 de 8 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage au gonflement de la gaine (BBCH 21-45)

C O D E	CePICOP	Nom commercial	Mode de pénétration ¹	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine						Formulation	dose (maximum)	composition	contre				Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %											
							épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps				seigle hiver	triticale	dicotylées annuelles vivaces dicotylées annuelles	graminées annuelles	nombre max applications	50%	75	90	50%	75	90	le long des fossés de bord de route, de drainage,...	le long des cours d'eau, plans d'eau,...			
56		Aako Chloroluron 500 SC	R	9549P/B	(chl)	25 à 29	E	Fh	Oh	Oh	Sp	Sh	T	SC	500 g/l chloroluron	Da	Dv	Da	Da	1	6m	6	6	6	2m	2	1				
66		ACCURATE	F	9551P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	T	WG	20 % metazafuron-méthyl	Da	Dv	Da	Da	1	6	6	6	1	1	1				
67		ADENTIS	F	10850P/B		31 à 39			Fp	Fh	Op	Oh			WG	75 % tribenuron-méthyle	Da		Da	Da	1	20	10	6	20	10	5				
64		AGROXYL 750	F	9157P/B		29 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	T	SL	750 g/l MCPA	Da	Dv	Da	Da	1	6	6	6	1	1	1				
1		ALLIE	F	9450P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	T	SG	20 % mesulfuron-méthyl	Da	Dv	Da	Da	1	6	6	6	1	1	1				
2		ALLIE EXPRESS *	F	9003P/B		21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	T	WG	40 % carfentrazone-éthyl 10 % metazafuron-méthyl	Da	Dv	Da	Da	1	6	6	6	1	1	1				
3		ALLIE STAR	F	9795P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	T	SG	22,2 % tribenuron-méthyl 11,1 % metazafuron-méthyl	Da	Dv	Da	Da	1	6	6	6	1	1	1				

Mise à jour du 08/01/2020

Tableau 2 de 8 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage au gonflement de la gaine (BBCH 21-45)

C O D E	Nom commercial	Mode de pénétration*	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine						maïs						orge						triticale						Formulation	dose (maximum)	composition	contre				Zone tampon en mètres et technique anti-dérive en %		
						épeautre	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps	seigle hiver	triticale	dicotylées annuelles	dicotylées annuelles	dicotylées vivaces	graminées annuelles	nombre max d'application	50%	75%	90%	le long des cours d'eau, plans de drainage,...	le long des fossés de bord de route, de drainage,...																	
4	ARCHIPEL STAR	PP F F F	10634P/B	P	21 à 32	E	Fp	Fh			Sp	Sh	T	WG	g/ha	200	4,5 % Iodofluron-méthyle-na 13,5 % méfépyr-diéthyl 4,5 % mésofluron-méthyl 3,75 % tribenuron-méthyl	Da	Gr ¹ Gr ¹ Gr ¹	1	-	-	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1						
20	ASSYNT	F	10704P/B	P	20 à 39		Fp	Fh	Op	Oh				SG	g/ha	30	50 % tribenuron-méthyle	Da		1	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
42	ATACO	F F	9508P/B	L7	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SE	l/ha	1,2	100 g/l fluroxypyr 1 g/l florasulam	Da		1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
78	ATLANTIS PRO	PP F F	1296P/P	P	21 à 31		Fp (a) Ep (a)	Fh (a) (b)			Sp (a) (a)	Sh (a) (b)	T (b)	OD	l/ha	0,9 (a)/0,9 à 1,5 (b)	30 g/l méfépyr-diéthyl 10 g/l mésofluron-méthyl 2 g/l iodofluron-méthyl-na		Gr ⁵ Gr ⁶	1	-	-	6	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
5	ATTRIBUT	R	9288P/B	P, Da ¹ , Gr ²	21 à 31			Fh					T	SG	g/ha	60	70 % propoxyacarbazone-na	Da ¹	Gr ⁵	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
6	AURORA 40 WG	F	9393P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh		T	WG	g/ha	50	40 % acétylurezone-éthyl	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
9	AXBO	F PP	9603P/B	P, Gr ⁵	21 à 31		E	Fp	Fh	Op	Oh		T	EC	l/ha	1,2	50 g/l pinoxaden 12,5 g/l cloxintocet-mesyl		Gr ⁴ Gr ⁵	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
9	AXIAL	F PP	9602P/B	P, Gr ⁵	13 à 31		E	Fp	Fh	Op	Oh		T	EC	l/ha	1,2	50 g/l pinoxaden 12,5 g/l cloxintocet-mesyl		Gr ⁴ Gr ⁵	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
11	BACARA (27/03/20)	R et F	9127P/B	Gr ¹	21 à 29		E	Fh	Oh	Sp	Sh	T	SC	l/ha	1	100 g/l diflufenican 250 g/l flurazone	Da	Gr ¹	1	6	6	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
60	Barclay hurler 200	F	9829P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EC	l/ha	0,45 à 0,9	200 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
12	BATTLE	R	10886P/B		21			Fh							SC	l/ha	0,5	500 g/l flurénacet		Gr	1	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
13	BEFLEX	R et F	10124P/B		21 à 30		E	Fh							SC	l/ha	0,4	500 g/l befubutamide	Da		1	30	20	10	30	20	10	30	20	10	30	20	10	30	20	10			
14	BIATHLON	F	9779P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	WG	g/ha	70	71,4 % tribosulfuron 5,4 % florasulam	Da		1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
14	BIATHLON DUO	F F	10263P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh		Sh	T	WG	g/ha	40 à 70	71,4 % tribosulfuron 5,4 % florasulam	Da		1	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
16	BOFIX	F F F	8171P/B, 1244P/P	P	29 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EW	l/ha	4	200 g/l MCPA 40 g/l fluroxypyr 20 g/l clopyralide	Da	Dv	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
17	BOUDHA	F F	10190P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	WG	g/ha	20	25 % mésofluron-méthyl 25 % tribenuron-méthyle 6,8% cloxintocet-mesyl	Da	Dv	1	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
23	BROADWAY	PP F F	10689P/B	P	21 à 31		E	Fh				Sh	T	WG	g/ha	220	6,8% pyrasulfuron 2,3% florasulam	Da	Gr	1	6	6	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
19	BUTTRESS (31/07/2021)	F	9819P/B		29 à 32	A	Fp (a)	Fh (a)	Op (a)					SL	l/ha	4,5 (a) ; 4,25 si d'hiver ou 4,5 (b)	400 g/l 2,4-DB	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
20	CAMEO	F	9581P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SG	g/ha	45	50 % tribenuron-méthyle	Da	Dv	1	6	6	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Mise à jour du 08/01/2020

Tableau 3 de 8 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage au gonflement de la gaine (BBCH 21-45)

C O D E	Nom commercial	Mode de pénétration	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	céréales				Formulation	dose (maximum)	composition	contre				Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %							
						avoine	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver				seigle printemps	seigle hiver	triticale	dicotylées annuelles	dicotylées annuelles	vivaces	graminées	nombre max d'application	50% 75 90	50% 75 90		
21	CAPRI***	PP F	9764P/B	P	21 à 31	E	Fh		Sh	T	WG	7,5 % aloxynolol-acétyl 7,5 % pyroxasulam	Da	Gr	1	-	6	6	-	1	1	le long des fossés de bord de route, d'eau, plans d'eau,...	50% 75 90	50% 75 90
22	CAPRI DUO ***	PP F F	9900P/B	P	21 à 31	E	Fh		Sh	T	WG	7,1 % aloxynolol-acétyl 7,1 % pyroxasulam 1,5 % florasulam	Da	Gr	1	6	6	6	1	1	1			
23	CAPRI TWIN ***	PP F F	9765P/B	P	21 à 31	E	Fh		Sh	T	WG	6,8 % aloxynolol-acétyl 6,8 % pyroxasulam 2,3 % florasulam	Da	Gr	1	6	6	6	2	2	1			
24	CHEKKER	PP F F	9366P/B	P	21 à 31	E	Fp	Op	Fh	T	WG	12,5 % méfépyr-diméthyl 12,5 % acifosulfuron 1,25% isodisulfuron-méthyle-na	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1			
56	Chloortoluron 500 SC	R	7980P/B 1311P/P	(chl)	25 à 29	E	Fh			T	SC	500 g/l chloortoluron	Da		1	6	6	6	2	2	1			
25	CIRAN ou U46 COMBI ou Bi-Hedonal Forte	F F	6490P/B		29 à 32	A	Fp	Op	Fh	T	SL	360 g/l 2,4-D 315 g/l MCPA	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1			
65	CIRAN EXTRA et DAMEX FORTE SUPER	F F	8503P/B 10322P/B		29 à 32	A	Fp	Op	Fh	T	SL	345 g/l 2,4-D 345 g/l MCPA	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1			
69	CLEAVE	F F	10341P/B	L 3,7, P L 3,7	21 à 31	Ah Ap	Fh		Sh	T	SE	100g/l fluroxypyr 2,5 g/l florasulam	Da		1	6	6	6	1	1	1			
45	CLIOPHAR 100 SL, CLOPYRESCO 100 SL	F	9081P/B, 1238P/P	D ³	29 à 31	A	Fp	Op	Fh	T	SL	100 g/l aloppyralide	Da ³		1	6	6	6	1	1	1			
46	CLIOPHAR 600 SL	F	10361P/B	D ³	29 à 31	A	Fp	Op	Sh	T	SL	600 g/l aloppyralide	Da ³		1	6	6	6	1	1	1			
26	CONNEX	F F	9814P/B	P	21 à 39	A	Fp	Op	Sh	T	WG	68,2% téflusulfuron-méthyl 6,8 % mesulfuron-méthyl	Da		1	6	6	6	1	1	1			
67	CORIDA	F	10850P/B		31 à 39		Fp	Op	Fh	Op	WG	75 % tribenuron-méthyle	Da		1	20	10	6	20	10	5			
27	CROUPIER OD	F F	10957P/B	P	21-29 30-39		Fp	Op	Fh	T	OD	9 g/l mésetsulfuron-méthyl 22,5 g/l fluroxypyr	Da		1	-	20	10	-	20	10			
66	DEFT	F	9552P/B	P	21 à 39	A	Fp	Op	Sh	T	WG	20 % mesulfuron-méthyl	Da	Dv	1	-	-	6	-	-	1			
58	DIFLANIL 500 SC et DIFLUBEL	R et F	9408P/B 1134P/P		21 à 29 26 à 29		E	Fh	Op	T	SC	500 g/l diflufenican	Da		1	10	6	6	10	5	1			
58	DIFLI		10934P/B		21 à 29		Fh	Op	Sh	T	SC	500 g/l diflufenican	Da		1	6	6	6	2	1	1			
29	DUPLOSAN	F	10803P/B	P	21 à 31	A	Fp	Op	Fh	Op	SL	600 g/l mééoprop-p	Da		1	-	-	6	-	-	1			
29	DUPLOSAN KV-P	F	7615P/B	P	21 à 31	A	Fp	Op	Fh	Op	SL	600 g/l mééoprop-p	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1			

Mise à jour du 08/01/2020

Tableau 4 de 8 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage au gonflement de la gaine (BBCH 21-45)

C O D E	Nom commercial	Mode de pénétration	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine						Formulation	dose (maximum)	composition	contre		Zone tampon anti-dérive en %										
						épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps				seigle hiver	triticale	dicoyles annuelles	dicoyles vivaces	graminées annuelles	graminées vivaces	nombre max d'applications	50%	75%	90%	le long des cours d'eau, plans d'eau,...	le long des fossés de bord de route, de drainage,...	
57	DUPLOSAN SUPER	F	7618P/B	P	26 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	SL	1/ha	310 g/l diclofoprop-p 160 g/l MCPA 130 g/l méclofoprop-p	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	
66	FINY	F	9482P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	WG	g/ha	20 % metolafuron-méthyl	Da		1	-	-	6	-	-	-	-	-	-	
70	FLORELCO	F	1203P/P	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	SC	l/ha	50 g/l florasulam	Da		1	-	-	10	-	-	-	-	-	-	
42	FLORELCORN BOOST	F	1243P/P	L7	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	SE	l/ha	100 g/l fluroxypyr 1 g/l florasulam	Da		1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
31	FLAME DUO	F	10956P/B	P	23-39				Fh	Op	Oh	SG	g/ha	10,4 % florasulam 25 % tribenuron-méthyl/e	Da		1	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
60	FLURONISTER 200	F	1236P/P	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	EC	l/ha	200 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-
69	FLUROSTAR PRIMO	F	10904P/B	L3, L7	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	SE	l/ha	100 g/l fluroxypyr 2,5 g/l florasulam	Da		1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
59	FLUROSTAR 180	F	9506P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	EC	l/ha	180 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
32	FOX 480 SC	F	10861P/B	P	21 à 29		Eh		Fh	Op	Oh	SC	l/ha	480 g/l bifénox	Da		1	6	6	6	5	2	1	1	1	1	1
33	FOXTROT	F	9705P/B		21 à 31			Fp	Fh	Op	Oh	EW	l/ha	69 g/l fluroxypyr-p-éthyl 34,5 g/l abequinocés-méthyl		Gr	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
70	FRAGMA am. SARACEN	F	10349P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	SC	l/ha	50 g/l florasulam	Da		1	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
54	FRIMAX	F	10593P/B		33 à 45			E	Fp	Op	Oh	Ec	l/ha	280 g/l fluroxypyr 12,5 g/l haloxtérène-méthyl 12 g/l abequinocés-méthyl	Da	Dv	1	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-
59	GALGONE 180 EC	F	10444P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	EC	l/ha	180 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
60	GALISTOP	F	9830P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	EC	l/ha	200 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-
43	GIDDO	R	10806P/B	A	21 à 29			Fh			Oh	SC	L/ha	400 g/l flufenacet 100 g/l diflufenican	Da		Gr	1	6	6	6	5	2	1	1	1	1
45	GLOPYR 100 SL	F	9330P/B	D ³	29 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	SL	l/ha	100 g/l clopyralide		D ³	1	6	6	6	2	2	1	1	1	1	1
57	GRAMIX SUPER	F	9535P/B	P	26 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	SL	l/ha	310 g/l diclofoprop-p 160 g/l MCPA 130 g/l méclofoprop-p	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
36	GRATIL	F	8316P/B	Da ²	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	WG	g/ha	75 % amidosulfuron 40 % thifensulfuron-méthyl 4 % metolafuron-méthyl	Da ²		-	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
37	HARMONY M	F	9510P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	SG	g/ha	200 g/l fluroxypyr	Da		1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
60	HATCHET XTRA	F	9966P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	EC	l/ha	0,45 à 0,9	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
39	HUSSAR ULTRA	F	9576P/B	Gr ⁶	21 à 31		E		Fh		Oh	OD	l/ha	100 g/l isoproturon-méthyl-az 300 g/l méfoprop-dithéyl	Da	Gr ⁶	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1
58	Inver diflufenican 500 SC	R et F	967/P		21 à 29 26 à 29		E		Fh		Oh	SC	l/ha	0,375 0,125	Da		1	10	6	6	6	10	5	1	1	1	1
66	ISOMEXX	F	9481P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	WG	g/ha	20 % metolafuron-méthyl	Da	Dv	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1

Mise à jour du 08/01/2020

Tableau 5 de 8 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage au gonflement de la gaine (BBCH 21-45)

C O D E	Nom commercial	Mode de pénétration ²	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	céréales				Formulation	dose (maximum)	composition	contre			Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %								
						avoine	tréfle	orge d'hiver	seigle printemps				seigle hiver	triticale	dicotyles annuelles	dicotyles annuelles	graminées vivaces	d'application	50%	75%	90%	le long des cours d'eau, plans d'eau, de drainage, ...	le long des fossés de bord de route, de drainage, ...	
41	KALENKO	R et F PP F F	10247P/B	P	21 à 29		E	Fh			OD	1	120 g/l diflufenican 27 g/l metazopyr-dithiyl 9 g/l mesosulfuron-méthyl 7,5 g/l lodosulfuron-méthyl-Na	Da	Gr	1	6	6	6	5	2	1		
42	KART	F F	9463P/B	L7	21 à 31	A	E	Fp	Op	Oh	SE	1,2	100 g/l fluroxypyr 1 g/l florasulam	Da		1	6	6	6	1	1	1		
56	LENTIPUR 500 SC	R	8875P/B	(chl)	25 à 29		E	Fh	Oh		SC	(chl)	500 g/l chlorobron	Da	Gr	1	10	6	6	10	5	1		
43	LIBERATOR	R et F	9681P/B	A	21 à 29		E	Fh	Oh		SC	0,6	400 g/l flufenacet 100 g/l diflufenican	Da	Gr	1	6	6	6	5	2	1		
45	MATRIGON	F	8200P/B	D ³	29 à 31	A	E	Fp	Op	Oh	SL	0,7 à 0,9	100 g/l clopyralide	D ³		1	6	6	6	1	1	1		
46	MATRIGON 600	F	10362P/B	D ³	29 à 31	A	E	Fp	Op	Oh	SL	0,15	600 g/l clopyralide	D ³		1	6	6	6	1	1	1		
47	MATRIGON SG	F	9954P/B	D ³	29 à 31	A	E	Fp	Op	Oh	SG	0,10 à 0,125	72% clopyralide	D ³		1	6	6	6	1	1	1		
89	MATTERA **	F PP F	10657P/B		21 à 32 33 à 45 21 à 30	Ah	E	Fp	Op	Oh	OD	0,75 1 ** 0,5	6,25 g/l haloxyfène-méthyl 6 g/l cloquintocet-moxy 5 g/l florasulam	Da Da ⁴ Da		1	-	-	6	-	-	1		
9	MAXADEN	F PP	1201P/P		21 à 31		E	Fp	Oh		EC	0,9	50 g/l pinosaden		Gr ⁴ Gr ⁵	1	6	6	6	1	1	1		
78	MESIOFIS PRO	PP F F	1215P/P, 1307P/P	P	21 à 31		E	Fp	Op	Oh	OD	0,9 ou 1,5 si vulpin résistant + ***	30 g/l metazopyr-dithiyl 10 g/l mesosulfuron-méthyl 2 g/l lodosulfuron-méthyl-Na	Da	Gr ¹ Gr ⁵	1	-	-	6	-	-	1		
83	METALINE	R	9999P/B	L2	21 à 25				Oh		SC	2	400 g/l pendimethaline	Da		1	6	6	6	5	2	1		
1	METRO SG	F	10143P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Op	Oh	SG	30	20% mesulfuron-méthyl	Da	Dv	1	6	6	6	5	2	1		
60	MINSTREL	F	10746P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Op	Oh	EC	0,9	200 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	x	6	6	x	1	1		
48	MONITOR	R et F	9158P/B	P, Gr ⁵	21 à 31 31 à 32		E	Fh			WG	12,5 25	80% sulfosulfuron	Da	Gr ³	2	6	6	6	2	2	1		
49	MOST MICRO	R	10330P/B	L2	21 à 25				Oh		CS	2,2	400 g/l pendimethaline	Da		1	10	6	6	10	5	1		
50	OMNERA LQM	F F F	10645P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Op	Oh	OD	1	135 g/l fluroxypyr 30 g/l trifluralin-méthyl 5 g/l metazopyr-dithiyl	Da		1	-	-	10	-	-	10		
51	OSSETIA	R et F	10622P/B		09 à 20		E	Fh	Op	Oh	WG	240 125	50% diflufenican	Da		1	10	6	6	10	5	1		


Mise à jour du 08/01/2020

Tableau 6 de 8 : Herbicides autorisés en céréales au début tallage au gonflement de la gaine (BBCH 21-45)

C O D E	Nom commercial	Mode de pénétration	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	céréales						Formulation	dose (maximum)	composition	contre			Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %							
						avoine	épeautre	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps				seigle hiver	triticale	annuelles dicotylées	graminées vivaces	annuelles dicotylées	annuelles dicotylées	nombre max application	50% 75 90	le long des cours d'eau, plans de drainage,...	50% 75 90	de bord de route, de drainage,...
52	OTHELLO	R et F PP F	9873P/B	P	21 à 29		E	Fp	Fh		Sh	T	OD	l/ha	1,2 à 2	50 g/l diflufenican 22,5 g/l mésepyr-diéthyl 7,5 g/l mesosulfuron-méthyl 2, g/l iodosulfuron-méthyl-caa	Da	Gr	1	6 6 6	5 2 1	50% 75 90	le long des fossés de bord de route, de drainage,...	50% 75 90	
53	PILOTI Avec PELICAN DELTA	R et F F	10180P/B	P	21 à 29		E	Fh	Fh	Op	Sh	T	WG	g/ha	100	60 % diflufenican 6 % mesulfuron-méthyl	Da		1	10 6 6	10 5 1				
54	PIXXARO EC	F F PP	10575P/B	P	21 à 32 33 à 45	Ah	E	Fp	Fh	Op	Sh	T	EC	l/ha	0,25 0,25 à 0,5 0,375 0,5	280 g/l fluroxypyr 12,5 g/l lialaxifène-méthyl 12 g/l cloquintocet-moxyI	Da Da ⁴ Da ⁴	Dv	1	- 6 6	- 2 1				
55	PLATFORM S	F F	8999P/B	P	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op			SG	g/ha	1000 (ne pas mélanger avec des granuloïdes)	60 % mésepyr-p 1,5 % acéfenazone-éthyl	Da		1	6 6 6	1 1 1				
68	PONTOS	R F	10604P/B		21 à 29		E	Fh	Fh	Oh	Sh	T	SC	l/ha	0,5	240 g/l flufenacet 100 g/l picolinafen	Da	Gr	1	10 6 6	10 5 1				
69	PRMSTAR	F F	9327P/B	L7	21 à 31 32 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Sh	T	SE	l/ha	0,5 à 1 1	100 g/l fluroxypyr 2,5 g/l florasulam	Da Da ⁴		1	- 6 6	- 1 1				
70	PRIMUS	F	9074P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Sh	T	SC	l/ha	0,025 à 0,1	50 g/l florasulam	Da		1	- - 10	- - 10				
71	PRIMUS PERFECT	F F	10317P/B	P	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Sh	T	SC	l/ha	0,1	300 g/l écopralide 25 g/l florasulam	Da		1	- - 6	- - 1				
72	PUMA SEW	F PP	8986P/B		21 à 31		E	Fp	Fh		Sh	T	EW	l/ha	0,6 à 1,2	69 g/l fléoxoprop-p-éthyl 18,75 g/l mésepyr-diéthyl 7,5 % cloquintocet-moxyI 7,5 % pyrosuléam	Da	Gr ¹ Gr ²	1	- 6 6	- 1 1				
21	PYROXSTAR ***	F	1211P/P	P	21 à 31		E	Fp	Fh		Sh	T	WG	g/ha	250 + *** 90 + ***		Da								
73	QUIRINUS	R F	10605P/B		21 à 29		E	Fh	Fh	Oh	Sh	T	SC	l/ha	1	240 g/l flufenacet 50 g/l picolinafen	Da	Gr	1	6 6 6	5 2 1				
26	RACING EXTRA	F F	10021P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Sh	T	WG	g/ha	60	68 % thifensulfuron-méthyl 7 % mesulfuron-méthyl	Da		1	6 6 6	2 2 1				
49	RAMPAR	R	10590P/B	L2	21 à 25				Oh		Oh		CS	l/ha	2,2	400 g/l pendiméthaline	Da		1	10 6 6	10 5 1				
89	RENTAR **	F PP F	10656P/B	P	21 à 32 33 à 45 21 à 30		E	Fp	Fh	Op	Sh	T	OD	l/ha	0,75** 1** 0,5**	6,25 g/l lialaxifène-méthyl 6 g/l cloquintocet-moxyI 5 g/l florasulam	Da Da ⁴ Da		1	- - 6	- - 1				

Mise à jour du 08/01/2020

Tableau 8 de 8 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage au gonflement de la gaine (BBCH 21-45)

C O D E	Nom commercial 	Mode de pénétration ²	numéro d'autorisation	voir légende	BRCH	épaule						Formulation	dose (maximum)	composition	contre				Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %																
						avoine	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps	seigle hiver	triticale				dicotyles annuelles	dicotyles annuelles	dicotyles annuelles	graminées vivaces	graminées annuelles	nombre max d'applications	50%	75%	90%	le long des cours d'eau, plans d'eau, ...	le long des fossés de bord de route, de drainage, ...										
54	TEKKEN	F PP F	10596P/B	P	21 à 32 33 à 45									12,5 g/l haloauxifène-méthyl 12 g/l cloquintocet-mésyl 280 g/l fluroxypyr	Da Da ⁴ Da Da	Dv Dv	1	1	6	6	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
56	TOLUREX SC	R	7733P/B	(chl)	21 à 29									500 g/l chlorotolron	Da		1		6	6	6	2	2	1											
60	TOMAHAWK 200 EC	F	10455P/B	P	21 à 32									200 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1		6	6	6	1	1	1											
58	TOUCAN Diflufenican Glob 500 SC	R et F	9633P/B		21 à 29 21 à 26									500 g/l diflufenican	Da		1		10	6	6	10	5	1											
85	TREVISTAR	F F F	9799P/B	P	21 à 32									100 g/l fluroxypyr 80 g/l clopyralide 2,5 g/l florasulam	Da	Dv	1		-	-	6	-	-	1											
86	TREZAC	PP F F	10791P/B	P	21 à 32									30 g/l cloquintocet-mésyl 31,3 g/l haloauxifène-méthyl 25 g/l aminopyralide	Da		1		-	-	6	-	-	1											
67	TRIBE	F	10843P/B	P	20 à 39									75 % tribenuron-méthyle	Da		1		6	6	6	1	1	1											
48	TRIMONO	R et F	1172P/P	P, Gr ³	21 à 31 31 à 32									80 % sulfosufuron	Da		2		6	6	6	2	2	1											
TRIMONO doit toujours être appliqué en mélange avec une huile de colza estérifiée autorisée à cet effet.																																			
87	TRINITY	R R et F	10572P/B		21 à 29									300 g/l pendiméthaline 250 g/l chlorotolron 40 g/l diflufenican	Da		1		10	6	6	10	5	1											
64	U 46 M	F	8439P/B		29 à 32									750 g/l MCPA	Da	Dv	1		6	6	6	1	1	1											
64	U 46 M750	F	9310P/B		29 à 32									750 g/l MCPA	Da	Dv	1		6	6	6	1	1	1											
88	U-46-D-500	F	7013P/B		29 à 32									500 g/l 2,4-D	Da	Dv	1		6	6	6	1	1	1											
45	VIVENDI 100 SL	F	9356P/B	D ³	29 à 31									100 g/l clopyralide	D ³		1		6	6	6	1	1	1											
89	ZYPAR **	F PP F	10655P/B	P	21 à 32 33 à 45									6,25 g/l haloauxifène-méthyl 6 g/l cloquintocet-mésyl 5 g/l florasulam	Da		1		-	-	6	-	-	1											



Sensibilité variétale au chlortoluron

Réalisation CePiCOP avec la participation du Landbouwcentrum Granen (LCG vzw) et des semenciers

EPEAUTRE

Peu de données sont disponibles concernant l'épeautre. En cas de traitement à base de chlortoluron, se renseigner préalablement auprès du fournisseur.

FROMENT D'HIVER

VARIETES **TOLERANTES** AU CHLORTOLURON

Liste résultant des essais du CRA-W :

Avatar/ Boregar / Homeros/ Istabraq/ KWS Ozon/ Mentor/ Sahara/ Sy Epsom/ Unicum

Suit un complément réalisé grâce aux informations mis à disposition par des firmes actives dans le domaine des variétés.

Complément de liste* variétés tolérantes au chlortoluron, information de firmes :

* Cette liste est fournie à titre indicatif, notre responsabilité ne peut y être engagée, ces variétés n'ayant pas été testées par nos soins (nous n'en connaissons pas le protocole).

Albert/ Arezzo/ Auckland/ Avignon/ Bernstein/ Camp Remy/ Cellule/ Chevignon/ Childeric/ Complice/ Creek/ Crossway/ Cubitus/ Dekan/ Diderot/ Edgar/ Evina/ Faustus/ Garantus/ Gedser/ Graham/ Hybery/ Hyking (*Hybride*)/ Hymack/ Hysun/ Imposanto / Informer/ Johnson/ KWS Dacanto/ KWS Dorset/ KWS Extase/ KWS Salix/ KWS Smart/ Lektri/ LG Initial/ LG Vertical/ Moschus/ Mulan/ Mutic/ Pionier/ Porthus/ Ragnar/ Reflection/ RGT Gravity/ RGT Reform/ RGT Texaco/ Rustic/ Safari/ Skyscraper / Suffolk/ Sokal/ Solehio/ Stereo/ Tobak/ Tybalt

FROMENT D'HIVER

VARIETTES **SENSIBLES** AU CHLORTOLURON

Liste résultant des essais du CRA-W :

Henrik/ JB Asano/ Linus/ Meister/ Orpheus/ Razzano/ Salomo/ Tabasco

Complément de liste* variétés sensibles au chlortoluron, information de firmes :

Alcides/ Alpha (*Hybride*)/ Altamont/ Anapolis/ Atomic/ Benchmark/ Bergamo/ Britannia/ Campesino/ Concret / Corvus/ Crusoe/ Diantha/ Elixer/ Expert/ Fortis/ Furlong/ Granamax/ Granny/ Gustav/ Hastings/ Hyperion/ Hyscore/ KWS Talent/ LG Mocca /Limabel/ Manitou/ Milor/ Olympus/ RGT Mondio/ RGT Producto/ RGT Sacramento/ Rubisko/ Triumph/ Valdo/ WPB Calgary / WPB Durand

Pour toutes autres variétés que celles citées dans ces listes, on ne dispose pas de données. En conséquence, il faut éviter d'utiliser du chlortoluron sur ces variétés. Pour des variétés plus anciennes, consultez les précédents Livre Blanc céréales.

Légende :
 (1) en fonction de la variété
 * Il y a un risque de formation de néorose en cas d'application lors de températures élevées (>25°C) et de faible humidité de l'air.
 * Les doses pour les variétés d'orge sont citées sur l'étiquette sous la responsabilité du détenteur de l'autorisation.
 ** en combinaison avec 240 g/ha d'éthéphon : 0,5 l/ha.
 % minimum de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : ARVEST)
 Stade 1 = échelle phénologique BBCH : (31-32) 1^{er} noeud - 2^{ème} noeud ; (37-39) dernière feuille-ligule visible ; (45 ou 47) gaine écartée ; (49) apparition des barbes.
 DAR = Délai avant récolte exprimé en jour ;
 https://centrespilotes.be

Régulateurs de croissance – orges et seigles (1/1) [Mise à jour 08/01/2020]

Nom commercial	Date de fin d'utilisation	numéro d'autorisation	Dose maximum			Formulation	composition	DAR ²	Stade ¹ d'application			Zone en mètre et technique anti-dérive en %			
			Orge d'hiver	Orge de printemps	Seigle				Unités	Orge d'hiver	Orge printemps		Seigle	le long des cours d'eau, plans d'eau....	le long des fossés de bord de route, de drainage,....
Composé d'éthéphon															
ARVEST	-	7064P/B													
ETHEFON 480	-	1040P/P													
ETHEFON CLASSIC	-	9202P/B													
ETHEPRO ou ETHEFON-PROTEX 480 g/l	-	7778P/B	1-1,25	0,6-0,8	1,5	SL	480 g/l éthéphon	-	37-39	39-45	max. 1	6	6	1	1
FLORDIMEX 480	-	9678P/B													
YATZE	-	9633P/B	1	0,75	-										
GRASSROOTER	-	10878P/B													
EPHON TOP	-	10941P/B	0,73-0,91	0,44-0,58	1,1 (1)		660 g/l éthéphon		37-39	39-45 (1)					
Composé de chlorure de mépiquat															
MEDAX TOP	-	9640P/B	1,5	1		SC	300 g/l chlorure de mépiquat	56	31-32	31-37	max. 1	6	6	1	1
TERPAL	-	9286P/B	2,5 à 3	1,5 à 2	3 à 3,5	SL	50 g/l prohexadione 305 g/l chlorure de mépiquat 155 g/l éthéphon	-	37-49						
Composé de trinexapac-éthyl															
MEDAX MAX, PERCIVAL, PRODAX	-	10667P/B 10674P/B 10630P/B	0,5 à 1 max. 1,5 kg/ha/culture 0,5 à 0,75 kg/ha	0,3 à 0,75	S. Hiver 0,5 à 1 max. 1 kg/ha/culture 0,5 à 0,75	WG	5 % prohexadione 7,5 % trinexapac-éthyl	-	29-40 41-49	29-39 41-49 S. hiver	OP max. 1 OH et SH max.2 S. hiver				
OPTIMUS *	-	10142P/B	0,6-0,8 (1)	0,4-0,6 (1)	0,4-0,5		175 g/l trinexapac-éthyl		29-32	31-32					
TRIMAXX *	-	10141P/B	0,75	0,5-0,75	0,5-0,625		200 g/l trinexapac-éthyl		29-32	31-32					
TERPLEX* anciennement MOXA NEW *	-	10643P/B	0,6 (1)	0,4-0,5 (1)	0,4										
LIFE SCIENTIFIC TRINEXAPAC 250 *	-	10235P/B	0,6-0,8 (1)**	0,4-0,6 (1)	0,4-0,5										
LIMITAR *	-	10296P/B	0,6 (1)	0,4-0,5 (1)	0,4-0,5										
MODDUS *	-	9201P/B	0,6 (1)	0,4-0,5 (1)	0,4-0,5	EC			31-32	max. 1		6	6	1	1
MOXA *	-	10234P/B	0,6 (1)	0,4-0,5 (1)	0,4										
MOXA EC *	-	10430P/B	0,6-0,8 (1)**	0,4-0,6 (1)	0,4-0,5										
NEXT *	-	10784P/B	0,6-0,8 (1)**	0,4-0,6 (1)	0,4-0,5										
PAKET 250 EC *	-	10629P/B	0,6-0,8 (1)**	0,4-0,6 (1)	0,4-0,5										
SCITEC *	-	9768P/B	0,6-0,8 (1)**	0,6	0,5 S. d'hiver	DC									
TEMPO *	-	10449P/B	0,6 (1)	0,4-0,5 (1)	0,4	EC	250 g/l trinexapac-éthyl		29-32	31-32					
TRIDUS *	-	10436P/B	0,6 (1)	0,4-0,5 (1)	0,4										
Composé de PROHEXADIONE															
FABULIS OD	-	10902P/B	1,5*	1,5**	1,5**	I/ha OD	50 g/l prohexadione	-	29-39*	31-34**	max. 1	6	6	1	1

* Il y a un risque de formation de nécrose en cas d'application lors de températures élevées (>25°C) et de faible humidité de l'air.

** si la céréale a reçu un traitement préalable au chlorméquat.

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (21) tallage ; (30) redressement ; (31) 1^{er} nœud ; (32) 2^{ème} nœud ; (37-39) dernière feuille-ligule visible.

DAR² = Délai avant récolte

Lire attentivement l'étiquette du produit avant toute utilisation et en cas de doute consulter le site phytoweb, <http://www.phytoweb.fgov.be>

Régulateurs de croissance – avoine et froment de printemps (1/2) [mise à jour 08/01/2020]



Nom commercial

Composé de chlorméquat

K 2	numéro d'autorisation	Dose maximum		Formulation	composition	DAR ² jour	Stade ¹ d'application		nombre d'application	Zone en mètre et technique anti-dérive en %	
		Avoine printemps	Avoine hiver				Froment printemps	Unités		le long des cours d'eau, plans d'eau,...	le long des fossés de bord de routs, de drainage,...
Kéops	10433P/B 10434P/B	2,2			620 g/l chlorméquat	30-39				50%	75 90
JADEX O 720 ou AGRIGUARD CHLORMEQUAT 720	9189P/B	2			720 g/l chlorméquat						
BELCOCEL 750	7384P/B 10675P/B			l/ha SL	750 g/l chlorméquat		21-30	max. 1		6	6 1 1 1
CYCOCEL 75	8679P/B	1,9									
CYCOFIX 750	8800P/B										
STABILAN 750	9138P/B										

Composé de chlorure de mépiquat

MEDAX TOP	9840P/B	1			300 g/l chlorure de mépiquat 50 g/l prohexadione	56	31-32	-		6	6 1 1 1
TERPAL	9286P/B			l/ha	305 g/l chlorure de mépiquat 155 g/l éthéphon				max. 1		

Composé de trinexapac-éthyl

MEDAX MAX et PERCIVAL	10667P/B 10674P/B	0,3-0,5	0,3-0,75	0,3-0,5	5 % prohexadione 7,5 % trinexapac-éthyl						
PRODAX	10630P/B										
OPTIMUS *	10142P/B		0,4		175 g/l trinexapac-éthyl						
TRIMAXX *	10141P/B			l/ha	200 g/l trinexapac-éthyl						
TERPLEX* ou anc. MOXA NEW *	10643P/B	0,5-0,6	0,5-0,625	0,5							
LIFE SCIENTIFIC TRINEXAPAC 250 *	10238P/B		0,4								
MOXA *	10234P/B										
MOXA EC *	10430P/B		0,4								
MODDUS *	9201P/B										
NEXT *	10784P/B										
PAKET 250 EC *	10629P/B		0,4		250 g/l trinexapac-éthyl						
SCITEC *	9768P/B										
TRIDUS *	10436P/B										
TEMPO *	10449P/B	0,4		0,3							
COMPLETTO	10656P/B		2		270 g/l chlorméquat 22,5 g/l trinexapac-éthyl						

Régulateurs de croissance – avoine et froment de printemps (2/2) [mise à jour 08/01/2020]										Zone en mètre et technique anti-dérive en %				
Nom commercial	CePICOP	numéro d'autorisation	Dose maximum			Formulation	composition	DAR ² jour	Stade ¹ d'application		nombre d'application	le long des cours d'eau, plans d'eau,...	le long des fossés de bord de route, de drainages,...	
			Avoine printemps	Avoine hiver	Froment printemps				Unités	Avoine				Froment de printemps
Composé de PROHEXADIONE														
FABULIS OD		10902P/B							31-34	29-39	max. 1	50%	75	90
YAWL		10984P/B	1,5		1/ha	OD	50 g/l prohexadione	-				50%	75	90
Composé d'éthéphon														
EPHON TOP		10941P/B	-		0,36-0,91	SL	660 g/l éthéphon	-	-	37-45	max. 1 ⁽¹⁾	6	6	6

*** éventuellement fractionné en deux applications à intervalle d'au moins 7 jours

⁽¹⁾ 1 application sur du froment de printemps non traité auparavant au chlorméquat. Dans les parcelles de froment préalablement traitées au chlorméquat où il existe encore un risque de verse, un traitement supplémentaire à la dose de 0,36-0,55 l/ha peut être envisagé.

Légende :		DAR ² = Délai avant récolte exprimé en jour.		Réalisé par le CePICOP et Protect'eau à partir des données du Phytoweb										
		% minimum de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : ARVEST)												
		* Il y a un risque de formation de nécrose en cas d'application lors de températures élevées (>25°C) et de faible humidité de l'air.		https://centrespilotes.be										
		Stade ¹ = échelle phénologique BBCH : (30-31-32) redressement -1 ^{er} nœud - 2 ^{ème} nœud ; (37-39) dernière feuille-ligule visible ; (45) gaine éclatée.												
Régulateurs de croissance – épeautre, froment d'hiver, triticale (1/2) [Mise à jour 08/01/2020]														
Nom commercial	CePICOP	D'autorisation numéro	Dose maximum		Formulation	composition	DAR ² Jour	stade d'application	nombre d'application	Zone en mètre et technique anti-dérive en %				
			Epeautre d'hiver	triticale						Unités	le long des fossés de bord de route, de drainage,...	le long des cours d'eau, plans d'eau,...	50%	75
Composé d'éthéphon						(1) (2) Dans les parcelles traitées au chlorméquat un traitement antiverse complémentaire peut être envisagé :								
(3) 1 application sur du triticale d'hiver non traité auparavant au chlorméquat / 1 application sur du froment ou épeautre d'hiver non traité auparavant au chlorméquat. Dans les parcelles de froment ou épeautre préalablement traitées au chlorméquat où il existe encore un risque de verse, un traitement supplémentaire à la dose de 0,36-0,55 l/ha peut être envisagé.														
ARVEST		7064P/B	0,75 (2)	0,5 à 1,25 (1)	l/ha	480 g/l éthéphon	-	37-45	max. 1	6	6	1	1	1
ETHEPHON CLASSIC		9202P/B												
ETHEFON 480		1040P/P												
ETHEPRO ou ETHEFON-PROTEX 480 g/l		7775P/B												
FLORDIMEX 480		8678P/B												
YATZE		9833P/B												
GRASSROOTER		10879P/B	-	1	-			41-51						
EPHON TOP		10941P/B	0,55	0,36-0,91		680 g/l éthéphon		37-45	(3)					
Composé de chlorméquat														
JADEX O 720 ou AGRIGUARD Chlorméquat 720		9189P/B		1		720 g/l chlorméquat			max. 1					
K2		10433P/B		1,2										
KHEOPS		10434P/B												
BELCOCEL 750		7384P/B												
CCC 750		10675P/B		1		750 g/l chlorméquat		30-32	max. 2					
CYCOCEL 75		8679P/B												
CYCOFIX 750		8800P/B												
STABILAN 750		9138P/B												
METEOR 369 SL (30-06-2021)		8559P/B	2	2		368 g/l chlorméquat et 0,8 g/l Imazaquin								
MONDIUM (30-06-2021)		9718P/B												
COMPLETTO		10856P/B		2		270 g/l chlorméquat 22,5 g/l trinexapac-éthyl		30-39	max. 1					

Régulateurs de croissance – épeautre, froment d'hiver, triticale (2/2) [Mise à jour 08/01/2020]										Zone en mètre et technique anti-dérive en %				
CePICOP	Nom commercial	numéro d'autorisation	Epeautre		Dose maximum		Formulation		composition	DAR ²	stade d'application	nombre d'application	le long des cours d'eau, plans d'eau,...	le long des fossés de bord de route, de drainage,...
			froment d'hiver	triticale	Unités	Unités	kg/ha	kg/ha					50% 75 90	50% 75 90
Composé de trinexapac-éthyl														
	MEDAX MAX, PERCIVAL, PRODAX	10667P/B 10674P/B 10630P/B	0,3 à 0,75 -	(max 0,5 de 41 à 49) max. 1 kg/ha/culture			WG		5 % prohexadione 7,5 % trinexapac-éthyl		Fro, Tri 29-49 Ep 29-39	max. 2 max. 1		
	OPTIMUS *	10142P/B		0,4 à 0,5					175 g/l trinexapac-éthyl					
	TRIMAXX *	10141P/B							200 g/l trinexapac-éthyl					
	TERPLEX*, anciennement MOXA NEW *	10643P/B		0,5-0,625										
	CUADRO 250 EC *	10571P/B	-	0,5	-									
	LIFE SCIENTIFIC TRINEXAPAC 250 *	10235P/B		0,4										
	LIMITAR *	10296P/B	0,4	0,4	0,4								6	6
	MODDUS *	9201P/B		0,4 à 0,5			EC				31-32	max. 1	6	6
	MOXA *	10234P/B												
	MOXA EC *	10430P/B	0,4	0,4	0,4									
	NEXT *	10784P/B												
	PAKET 250 EC *	10629P/B		0,4 à 0,5										
	SCITEC *	9768P/B												
	TEMPO *	10449P/B		0,3	0,5									
	TRIDUS *	10436P/B		0,4										
Composé de chlorure de mépiquat														
(3) si la céréale a reçu un traitement préalable au chlorméquat														
31-32** = en froment d'hiver, épeautre et 31-37*** = en triticale														
(3) si la céréale a reçu un traitement préalable au chlorméquat (stade redressement - première/deuxième noeud) et si un risque de verse subsiste.														
	MEDAX TOP	9840P/B		1			SC		300 g/l chlorure de mépiquat et 50 g/l prohexadione		31-32** 31- 37***	max. 1	6	6
	TERPAL	9286P/B	-	2,5 à 3 1,5 à 2 (3)			SL		305 g/l chlorure de mépiquat et 155 g/l éthéphon		32-39 37-39 (3)		6	6
Composé de PROHEXADIONE														
**** éventuellement fractionné en deux applications à intervalle d'au moins 7 jours														
	FABULIS OD ^[1]	10902P/B		1,5*	1,5**		OD		50 g/l prohexadione		29-39*	1***	6	6
	YAWL ^[1]	10984P/B									29-34**		6	6

^[1] éventuellement fractionné en deux applications à intervalle d'au moins 7 jours.

Produit avec date de fin d'utilisation pré-définie. A cette date le produit devient un produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).

FONGICIDES : EPEAUTRE – FROMENTS – ORGES – SEIGLE – TRITICALE

Les différents fongicides à pulvériser, autorisés en Belgique pour lutter contre les maladies des céréales sont présentés dans les tableaux suivants :

Orges et escourgeon / Epeautre, froments, seigles et triticales / Avoines

Les fongicides appliqués par traitement des semences font l'objet de tableaux spécifiques (Traitements des semences). Des tableaux spécifiques « fongicides rouille jaune » ou « fongicide fusariose » sont également disponibles sur le site du CePiCOP

Des recommandations pratiques quant à l'utilisation des fongicides figurent dans la rubrique « Protection contre les maladies » (pages blanches ci-avant).

En fonction de la, ou des niveaux de pression en maladies dans votre culture et du stade atteint par la céréale, il vous sera possible sur base des conseils qui y sont développés :

- de décider de l'opportunité d'effectuer un traitement ;
- de choisir les produits les plus efficaces pour le réaliser.

Avertissements CePiCOP-Actualités-Céréales

Grâce à une collaboration entre le CARAH, Catalogue belge des Variétés, CPL Végémar, CRA-W, CORDER (UCL), OPA qualité Ciney, ULiège Gx-ABT, et de services extérieurs de la DGARNE, l'évolution de la pression des maladies est suivie par le **CePiCOP** tout au long de la saison. **Ces informations sont disponibles** gratuitement (pour les agriculteurs) au travers des avertissements. **Sur demande au 0468/383972 ou à xb.cepicop@centrespilotes.be**

Commentaires préalables :

- La résistance du piétin-verse au thiophanate-méthyl peut être très fréquente.

Fongicides épeautre, froments, seigle et triticales

- L'efficacité du mancozèbe sur rouille brune ou jaune est très inférieure à celle de triazoles ou de strobilurines.
- Les strobilurines (azoxystrobine, dimoxystrobine, fluoxastrobine, pyraclostrobine, trifloxystrobine) ne fonctionnent plus sur la septoriose.
- Les "SDHI" autorisées en céréales sont des substances actives de la famille des carboxamides (bixafen, boscalid, fluxapyroxad aussi appelé Xémium, isopyrazam).

Légende : WP :	Poudre mouillable	EC :	Solution émulsionnable
SC :	Suspension concentrée	SL :	Concentré soluble
SE :	Suspo-émulsion	EW :	Emulsion aqueuse
WG :	Granulés à disperser	ME :	Micro-émulsion

Fongicides dont l'autorisation va expirer

En 2020 : ABRINGO (20/05) ; ALTO ULTRA (19/03) ; AMISTAR OPTI (20/05) ; APACHE (19/03) ; ARMURE (19/03) ; BALEAR (20/05) ; BARCLAY BOLT (19/03) ; BARCLAY CHLOROFLASH (20/05) ; BRAVO PREMIUM (19/03 et 20/05) ; BRAVO XTRA (20/05) ; BUMPER 25 EC (19/03) ; BUMPER P (19/03) ; CHEROKEE (19/03) ; CITADELLE (20/05) ; DIVEXO (20/05) ; FORTRESS (27/03) ; INOVOR (19/03) ; LIFE SCIENTIFIC CHLOROTHALONIL (20/05) ; OLYMPUS (20/05) ; OSIRIS (31/12) ; PANAX (20/05) ; PERSEO (20/05) ; PROCEED (20/05) ; PROPI 25 EC (19/03) ; PROPIRAZ EC (19/03) ; PUGIL (20/05) ; SEPTONIL (19/03) ; SPIRODOR (20/05) ; STEREO (19/03) ; TALOLINE (20/05) ;

En 2021 : BIXAZOR (31/01) ; CAPALO (31/10) ; CORBEL (31/10) ; DEQUIMAN MZ WP (31/01) ; DIAMANT (31/10) ; OPUS TEAM (31/10) ; PALAZZO (31/10) ; PROZEB WG (31/01) ;

(2) uniquement autorisé en orge d'hiver ; Case usage vide = pas autorisé pour l'usage ; O = efficacité secondaire ; * max. 11g de chlorothaloni/ha/12 mois ; ** max. 250 g isopyrazam/ha/12 mois ;
 (3) WG 75 % mancozèbe : AVTAR 75 WG / Dequiman MZ WG/Dithane WG/Mancoplus 75 WG/ MANFIL 75 WG/ Pemozeb WG/Prozeb WG(31/01/2021)/Prozeb extra 75 WG/Tridex WG/Trinac WG
 (4) WP 80 % mancozèbe : Agro-mancozèbe 80 WP/Dequiman MZ WP(31/01/2021)/Indofin M-45/ Pemozeb/Prozeb/Spoutnik/Tridex WP
 chlorothaloni, quinoxifène, fenpropimorphe : S.a. en fin de vie
 (5) Efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles ;
 (6) produits à base de soufre. En WG : Biosoon 80 WG/Cosavel/Hemovit/Kumulus WG/Thiovit Je/VSM Zwavel 80 WG / en SC : microthiol special liquid
 % min. de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex. Abringo)
 Stade¹ = échelle phénologique BBCH (30-31-32) Redressement - 1^{er} nœud - 2^{ème} nœud ; (37 ou 39) Dernière feuille ; (50-58,59) épisaison-fin d'épison ; pleine floraison (65).
 Nombre max. PAR AN = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures. / PAR CYCLE = au cours de la culture ; DAR : délai avant récolte.
Produit avec date de fin d'utilisation. A cette date le produit devient un produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).

Légende des tableaux : Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (1/6)

mise à jour	Nom commercial	Numéro d'autorisation P	Stade ¹ d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	Pétioles-veines	Oidium	Rouille brunne	Rouille jaune	Rouille naïve	Helminthosporiose	Rhynchosporiose	DAR ² (jours)	Nombre max ⁴ par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %						
																	50%	75%	90%				
08/01/2020	ABRINGO (20-05-2020)	10122P/B	39	SC	2 l/ha			R ¹ /Rn	Rn	R	R	R		2/2	500g/l chlorothaloni	contact	10 m	6	6	10 m	5	1	
	ADEXAR	10119P/B 1049, 1093 PP	31-32 (6) 25-59 (6)	EC	2 l/ha	Pv	O Ra	Rj	Rn	R	R	R		- / 2	62,5 g/l époxycarbazole 62,5 g/l fluxapyroxad	triazole carboxamide	6	6	6	6	5	2	1
	AFFIX	10903P/B	31-39	SC	1 l/ha	O		Rn	H		H		35	2 / -	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	6	5	2	1
	ALTO ULTRA (19-03-2020)	10505P/B	31-39	SE	2 l/ha			Rn	(R)	R				2 / 2	375 g/l chlorothaloni 50 g/l cyproconazole 62,5 g/l propiconazole	contact triazole triazole	20	10	6	20	10	5	5
	AMISTAR	889P/B, 1018P/B	31-39	SC	1 l/ha	O		Rn	H		H			2 / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	6	2	2	1
	AMISTAR OPTI (20-05-2020)	9493P/B	32-39	SC	2,5 l/ha			Rn	H	R	R			2 / 2	80 g/l azoxystrobine 400 g/l chlorothaloni	strobilurine contact	6	6	6	6	1	1	1
	APACHE (19-03-2020)	9701P/B	31-39	SE	2 l/ha			Rn	(R)	R				2 / 2	375 g/l chlorothaloni 50 g/l cyproconazole 62,5 g/l propiconazole	contact triazole triazole	20	10	6	20	10	5	5
	ARTINA	10896P/B	31-49	EC	1 l/ha	O		Rn		R		R	35	1 / 1	90 g/l metconazole (ex s/416)	triazole	6	6	6	6	5	2	1
	ASCRA XPRO	10783P/B	30-61	EC	1,2 l/ha		O Ra	Rn	H	R				- / 1	130 g/l prothioconazole 65 g/l fluopyram 65 g/l bixafen	triazole carboxamide carboxamide	10	6	6	6	10	5	1
	ATACERT	1103P/P	31-59	EW	0,5 l/ha	O								- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-oidium	6	6	6	6	1	1	1
	ATAFANAAT	1118P/P	30-37	SC	0,6-0,8 l/ha	Pv								- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	6	6	6	6	1	1	1
	ATTA-POXX 125	1197P/P	31-39	SC	1 l/ha	O		Rj	Rn	H	R			2 / -	125 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	6	5	2	1
	AVIATOR XPRO	9994P/B	31-49	EC	1 l/ha	O	O Ra	Rn	H	R				2 / 2	75 g/l bixafen 150 g/l prothioconazole	carboxamide triazole	6	6	6	6	2	2	1
	AZAKA	10345P/B	31-39	SC	1 l/ha	O		Rn	H		H			2 / -	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	6	1	1	1
	AZBANY	10640P/B	31-39	SC	1 l/ha	O		Rn	H		H			2 / -	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	6	1	1	1
	AZOSHY	10862P/B	31-39	SC	1 l/ha	O		Rn	H		H			2 / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	6	5	2	1
	BALEAR (20-05-2020)	10125P/B	39	SC	1,4 l/ha			Rb	Rj	Rn	H	R		- / 2	750 g/l chlorothaloni	contact	10	6	6	6	10	5	1
	BARCLAY BOLT (19-03-2020)	9967P/B	31-39	EC	0,5 l/ha	O		Rb	Rj					1 / 1	250 g/l propiconazole	triazole	6	6	6	6	1	1	1

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (2/6)		contre										Zone tampon en nombre et technique anti-dérive en %														
		Ptém-verse	Oidium	Kanidiarose	Kouille brune	Kouille jaune	Kouille rousse	Helmintosporose	Rhynchospore	DAR ² (gous)	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	50%	75	90	50%	75	90							
mise à jour 08/01/2020		numéro d'application	Stade d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	Ptém-verse	Oidium	Kanidiarose	Kouille brune	Kouille jaune	Kouille rousse	Helmintosporose	Rhynchospore	DAR ² (gous)	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	50%	75	90	50%	75	90			
CERIPROP	Nom commercial	BARCLAY CHLOROLASH* (20-05-2020)	39	SC	2 l/ha					Ry	Rn	H	R	-	- / 1	500 g/l chlorothalonil *	contact	10	6	6	10	5	1			
		BIZAZOR (31/01/2021)	31-49	EC	1 l/ha						Rn	H	R	-	2 / 2	75 g/l biofen 150 g/l prothioconazole	carboxamide triazole	6	6	6	2	2	1			
		BONTIMA	31-49	EC	2 l/ha					Rn	H	R	-	2 / 2	187,5 g/l cyprodinil 62,5 g/l isopyrazam	anti-sérumptélin carboxamide	10	6	6	10	5	1				
		BRAYO (20-05-2020)	39	SC	2 l/ha								R	-	1 / 1	500 g/l chlorothalonil	contact	10	6	6	10	5	1			
		BRAYO PREMIUM (19-03-2020)	31-39	SC	2 l/ha					Rn			R	-	2 / 2	250 g/l chlorothalonil 62,5 g/l propiconazole	contact triazole	6	6	6	2	2	1			
		BUMPER 25 EC (19-03-2020)	31-39	EC	0,5 l/ha					Rb	Ry			-	1 / 1	250 g/l propiconazole	triazole	6	6	6	1	1	1			
		CAPALO (31/10/2021)	31-39	SE	2 l/ha								Rn	R	3,5	- / 2	62,5 g/l épicouazole 200 g/l fenpropimorphe 75 g/l metrafenone	triazole morpholine benzophénone	30	20	10	30	20	10		
		CARAMBA (2)	31-49	SL	1,5 l/ha								Rn	R	3,5	1 / 1	60 g/l metconazole (4/1000 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1		
		CARAMBA 90 EC	31-49	EC	1 l/ha								Rn	R	3,5	1 / 1	90 g/l metconazole (4/1000 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1		
		CEANDO	31-39	SC	1,5 l/ha								Rn	H	R	-	- / 1	83 g/l époxiconazole 100 g/l metrafenone	triazole benzophénone	6	6	6	5	2	1	
		CEBARA	31-49	EC	2 l/ha								Rn	H	R	-	2 / 2	187,5 g/l cyprodinil 62,5 g/l isopyrazam	anti-sérumptélin carboxamide	10	6	6	10	5	1	
		CERAVO PLUS	31-45	EC	0,75 l/ha								Rn	H	R	-	- / 1	100 g/l benzovindiflupyr	carboxamide	6	6	6	5	2	1	
		CERJAX	25-39	EC	3 l/ha								Rj	H	R	-	2 / 2	66,6 g/l pyraclostroline 41,6 g/l époxiconazole 41,6 g/l fluxapyroxad	strobilurine triazole carboxamide	20	10	6	20	10	5	
		CHAMANE	31-39	SC	1 l/ha								Rn	H	-	2 / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	2	2	1		
		CHAMANE SC	31-39	SE	2 l/ha								Rn	(H)	R	-	2 / 2	375 g/l chlorothalonil 50 g/l cyproconazole 62,5 g/l propiconazole	contact triazole triazole	20	10	6	20	10	5	
		COMET	31-39	EC	1 l/ha								Rb	Rj	H	(R)	-	2 / 2	250 g/l pyraclostroline	strobilurine	6	6	6	2	2	1
		COMET NEW	31-39	EC	1,25 l/ha								Rb	Rj	H	(R)	-	2 / 2	200 g/l pyraclostroline	strobilurine	6	6	6	5	2	1
		COMRADE	31-39	SC	1 l/ha								Rn			0 / 2	200 g/l azoxystrobine 80 g/l cyproconazole	strobilurine triazole	10	6	6	10	5	1		
		CORBEL (31/10/2021)	30-31 37-39	EC	0,75 - 1 l/ha								Rb	Rj	Rn	2,8	- / 2	750 g/l fenpropimorphe	morpholine	6	6	6	1	1	1	
		COSINE	31-59	EW	0,5 l/ha											-	- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-otidium	6	6	6	1	1	1	
		CURBATOR	30-32 31-49	EC	0,8 l/ha								Rn	H	R	-	2 / 1	250 g/l prothioconazole	triazole	6	6	6	2	2	1	
		CYFLUFENABEL	31-59	EW	0,5 l/ha											-	- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-otidium	6	6	6	1	1	1	
		CYFLUMAX	31-59	EW	0,5 l/ha											-	- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-otidium	6	6	6	1	1	1	

28 Fongicides : Orges, Escourgeon

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (3/6) contre										Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %											
Nom commercial	Date de mise à jour	Délivrance	Stade d'applicat (BBCH)	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	Plein-verse							50%	75	90	le long des cours d'eau, plans d'eau...	le long des fossés de bord de route, de drainage,...	50%	75	90	
						Citium	Kamdanose	Kouille brune	Kouille jaune	Kouille naïve	Helminthosporose	Rhynchosporose									DAR ² (jours)
DELARO		9634P/B	30-49	SC	0,8 l/ha	O			Rn	H	R	-	2 / 1	175 g/l prothioconazole 150 g/l trifloxystrobine	triazole strobilurine	6	6	6	2	2	1
	DIAMANT (31/10/2021)	9373P/B	31-39	SE	1,75 l/ha	O		Rj	Rn	H	R	-	2 / 2	42,9 g/l époxiconazole 214,3 g/l fenpropimorph 114,3 g/l pyraclostrobine	triazole morpholine strobilurine	10	6	6	10	5	1
	DIVEXO (20-05-2020)	10723P/B	39	SC	2 l/ha	Ra				H	R	-	1 / 1	37,5 g/l chlorothaloni 37,5 g/l fluxapyroxad	contact carboxamide	6	6	6	5	2	1
ELATUS PLUS		10601P/B	31-45	EC	0,75 l/ha		Ra		Rn	H	R	-	- / 1	100 g/l benzinidiflupyr 100 g/l fenpropidine	carboxamide piperidines	6	6	6	5	2	1
EPOX TOP		10343P/B	30-39	EC	2,5 l/ha	O	Ra	Rj	Rn	H	R	35	2 / -	40 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	5	2	1
EPYFLAX		1228P/P	25-59	EC	3 l/ha	O	Ra	Rj	Rn	H	R	-	- / 2	66,6 g/l pyraclostrobine 41,6 g/l époxiconazole 41,6 g/l fluxapyroxad	strobilurine triazole carboxamide	20	10	6	20	10	5
EVORA XPRO		9970P/B	30-32	EC	1 l/ha	Pv			Rn	H	R	-	2 / 2	75 g/l bixafen 100 g/l tébuconazole 100 g/l prothioconazole	carboxamide triazole triazole	6	6	6	2	2	1
FANATYL		1127P/P	30-37	SC	0,6-0,8 l/ha	Pv						-	- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	6	6	6	1	1	1
FANDANGO		9438P/B	30-32	EC	1,25 l/ha	Pv			Rn	H	R	-	2 / 1	100 g/l prothioconazole	triazole	20	10	6	20	10	5
		31-49	EC		2 l/ha	Pv			Rn	H	R	-	2 / 2	100 g/l fluxastrobine	strobilurine	20	10	6	20	10	5
FANDANGO PRO		9723P/B	31-49	EC	1,75 l/ha	O			Rn	H	R	-	2 / 2	100 g/l prothioconazole 50 g/l fluxastrobine	triazole strobilurine	20	10	6	20	10	5
FLEXITY		9511P/B	31-59	SC	0,5 l/ha	O						-	2 / 2	300 g/l metrafenone	benzophenone	6	6	6	1	1	1
FLUPOXAR		1219P/P, 1284P/P	31-32 ^(a) 25-59 ^(b)	EC	2 l/ha	Pv (a) (b)	Ra (a) (b)	Rj (a) (b)	Rn (a) (b)	H (a) (b)	R (a) (b)	-	- / 2	62,5 g/l époxiconazole 62,5 g/l fluxapyroxad	triazole carboxamide	6	6	6	5	2	1
FORTRESS		9063P/B	31-59	SC	0,30 l/ha	O						-	2 / 2	500 g/l quinoxifen	anti-oïdium	6	6	6	2	2	1
GIGANT **		10830P/B	31-59	SC	1 l/ha	O	Ra		Rn	H	R	-	- / 2	150 g/l prothioconazole 125 g/l isopyrazam**	triazole carboxamide	6	6	6	5	2	1
GLOBALZAR AZT 250 SC, GLOBALZAR SC		10793P/B, 10109P/B	31-39	SC	1 l/ha	O			Rn	H		-	- / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	2	2	1
GRANOVO		9985P/B	31-39	OD	2,5 l/ha		Ra	Rj	Rn	H	R	-	2 / 2	140 g/l boscalid 50 g/l époxiconazole	carboxamide triazole	6	6	6	2	2	1
HELIX		9806P/B	30-32 31-49	EC	1,25 l/ha	Pv			Rn	H	R	-	2 / 1	100 g/l prothioconazole 300 g/l spirosamine	triazole anti-oïdium	6	6	6	5	2	1
IMTIREX		10120P/B	31-32 ^(a) 25-59 ^(b)	EC	2 l/ha	Pv (a) (b)	Ra (a) (b)	Rj (a) (b)	Rn (a) (b)	H (a) (b)	R (a) (b)	-	- / 2	62,5 g/l fluxapyroxad	carboxamide	6	6	6	1	1	1
IMTIREX EC		10620P/B	31-32 ^(a) 25-59 ^(b)	EC	2 l/ha	Pv (a) (b)	Ra (a) (b)	Rj (a) (b)	Rn (a) (b)	H (a) (b)	R (a) (b)	35	- / 2	62,5 g/l fluxapyroxad	carboxamide	6	6	6	1	1	1
	INOVAR (19-05-2020)	10816P/B	30-59	EC	1 l/ha		Ra		Rn	H	R	35	- / 2	200 g/l pyraclostrobine 125 g/l propiconazole 30 g/l fluxapyroxad	strobilurine triazole carboxamide	6	6	6	5	2	1
INPUT		9719P/B	30-32 31-49	EC	1,25 l/ha	Pv			Rn	H	R	-	2 / -	100 g/l prothioconazole 300 g/l spirosamine	triazole anti-oïdium	6	6	6	5	2	1
INTER CYFLUFENAMIDE EW		1065P/P	31-59	EW	0,5 l/ha	O						-	- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-oïdium	6	6	6	1	1	1
INTER THIOFANAAT		1242P/P	30-37	SC	0,6-0,8 l/ha	Pv						-	- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	6	6	6	1	1	1

30 Fongicides : Orges, Escourgeon

mise à jour 08/01/2020		contre										Zone tampon en mètre et technique azari- dérive en %								
Nom commercial	Date d'application	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	contre										Famille chimique	Composition	Zone tampon en mètre et technique azari- dérive en %				
				Pv	O	Ra	Ru	Rv	Rw	Rx	Ry	Rz	Ra			Ru	Rv	Rw	Rx	Ry
				Orém	Ramillatose	Rouille jaune	Rouille naine	Hémithiosporose	Rhytchiosporose	DAR ² (jours)	Nombre max d'applications par an / par cycle				50%	75	90	50%	75	90
PROLINE	9803P/B, 10930P/B	EC	0,8 l/ha				Ru	H	R	-	2/1	250 g/l prothioconazole	triazole	6	6	6	2	2	2	1
PROTENDO 250 EC	31-49	EC	0,5 l/ha			Rb	Ry			-	1/1	250 g/l propiconazole	triazole	6	6	6	1	1	1	1
PROPOV et PROPOV SC	10737, 10995P/B	SC	1 l/ha				Ru	H	R	-	2/-	125 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	5	2	2	1
PUGIL (20-05-2020)	10112P/B	SC	2 l/ha			Rb	Ry	H	R	-	-/2	500 g/l chlorothaloni	contact	10	6	6	10	5	1	1
RIZA EC	10655P/B	EC	1,25 l/ha			Rj	Ru	H	R	-	-/1	250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	5	2	2	1
RUBRIC	9738P/B, 12092P/B	SC	1 l/ha				Rj	H	R	-	2/-	125 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	5	2	2	1
SECURIS **	10368P/B	SC	1 l/ha	O Ra				H	R	35	max 250 g d'ap/ha/an/2	125 g/l isopyrazam*	carboxamide	6	6	6	5	2	2	1
SEPTONIL (19-03-2020)	10019P/B	SC	2 l/ha				Rv	R	R	-	2/2	250 g/l chlorothaloni 62,5 g/l propiconazole	contact	6	6	6	2	2	1	1
SILTRA XPRO	10875P/B	EC	1 l/ha	O Ra			Ru	H	R	-	2/2	60 g/l bixafen	carboxamide	6	6	6	5	2	2	1
SIMVERIS	10817P/B	EC	1 l/ha	O			Ru	R	R	35	1/1	90 g/l metconazole et 84,16	triazole	6	6	6	5	2	2	1
SINSTAR (2)	10441P/B	SC	1 l/ha	O			Ru	H		-	-/2	230 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	2	2	2	1
SIRENA (2)	10420P/B	SL	1,5 l/ha				Ru	R	R	35	1/1	60 g/l metconazole et 84,16	triazole	6	6	6	5	2	2	1
SKYWAY XPRO	9972P/B	EC	1 l/ha							-	2/2	75 g/l bixafen	carboxamide	6	6	6	2	2	2	1
SOLAGOLD FORTE	1277P/P	EC	1 l/ha				Ru	H	R	-	1/1	150 g/l prothioconazole	triazole	6	6	6	5	2	2	1
soufre (6) en WG ou [W/P]	plusieurs n°	-	5 kg/ha							-	-	80 % soufre	contact	6	6	6	1	1	1	1
soufre (microthiol special liquid)	10929P/B	SC	4,8 l/ha							-	-/2	82,5 g/l soufre (ACFU)	contact	6	6	6	1	1	1	1
SPEKE	10847P/B	SC	1 l/ha				Rj	Ru		-	-/2	125 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	5	2	2	1
SPIRODOR * (20-05-2020)	10692P/B	SC	2 l/ha					R	R	-	-/1	500 g/l chlorothaloni *	contact	10	6	6	10	5	1	1
STEREO (2)	8803P/B	EC	2 l/ha	(O)			(Rv)	H	R	-	2/2	250 g/l cyprothi 62,5 g/l propiconazole	anti-aldéhyde+piéth triazole	10	6	6	10	5	1	1
TALOLINE (20-05-2020)	10041P/B	SC	2 l/ha				Rv	H	R	-	-/2	500 g/l chlorothaloni	contact	6	6	6	2	2	2	1
TARZA 250 EW	10236P/B	EW	1 l/ha	O			Ru	H	R	-	1/1	250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	2	2	2	1
TEBUCO 250	1178P/P	EW	1-1,5 l/ha	O			Ru	H	R	-	1/1	250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	1	1	1	1
TEBUCUR 250 EW	10172P/B	EW	1 l/ha							-	1/1	250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	5	2	2	1
TEBUPHYT	1055P/P	EW	1,0 à 1,5 l/ha	O			Ru	H	R	-	1/1	250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	1	1	1	1
TEBUSHA	10766P/B	EW	1,0 à 1,5 l/ha	O			Ru			-	1/1	250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	2	2	2	1
TEBUSIP (Fezan, Fezan Top)	9766P/B	EW	1,0 à 1,5 l/ha	O			Ru	H	R	-	1/1	250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	1	1	1	1
THORE	10871P/B	EC	1 l/ha				Ru	H	R	56	-/1	125 g/l bixafen	carboxamide	6	6	6	2	2	2	2

mise à jour		Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (6/6)											Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %									
Nom commercial	Cepicolp	08/01/2020	d'application	Stade d'application (BCH)	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	contre							Composition	Familles chimiques	le long des cours d'eau, plans d'eau...	50%	75	90	50%	75	90
							Oidium	Ramulariose	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille noire	Helmintosporose	Rhynchosporose									
TIFEX			10348P/B	31-39	SC	1 l/ha	O		Rj	Rn	H	R	R	125 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	5	2	1	
TOPSIN M 500 SC			7057P/B	30-37	SC	0,6-0,8 l/ha	Pv							500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	6	6	6	1	1	1	
TOPSIN M 70 WG			8666P/B	30-37	WG	0,43-0,57 kg/ha	Pv							70 % thiophanate-méthyl	benzimidazole	6	6	6	1	1	1	
TURRET 60			10923P/B	31-49	SL	1,5 l/ha				Rn	R	R	R	60 g/l metconazole (64,7% s.e. (S))	triazole	6	6	6	5	2	1	
TURRET 90			10898P/B	31-49	EC	1 l/ha	O		Rn	Rn	R	R	R	90 g/l metconazole (et 84,1%)	triazole	6	6	6	5	2	1	
VARIANO XPRO			10327P/B	30-61	OD	1,5 l/ha	O	Ra		Rn	H	R	R	100 g/l prothioconazole 50 g/l fluoxasrobine 40 g/l bixafén	triazole strobilurine carboxamide	6	6	6	5	2	1	
VELDIG XPRO			10960P/B	30-61	EC	1,2 l/ha	O	Ra		Rn	H	R	R	130 g/l prothioconazole 65 g/l fluopyram (FU) 65 g/l bixafén	triazole carboxamide carboxamide	10	6	6	10	5	1	
VELOGY ERA			10602P/B	31-45	EC	1 l/ha		Ra		Rn	H	R	R	75 g/l benzovindiflupyr 150 g/l prothioconazole	carboxamide triazole	6	6	6	5	2	1	
VIVERDA			10155P/B	31-39	OD	2,5 l/ha	O	Ra		Rn	H	R	R	140 g/l boscalid 50 g/l époxiconazole 60 g/l pyraclostroline	carboxamide triazole strobilurine	10	6	6	10	5	1	
YSM CYFLUFENAMIDE 50 EW			1220 P/P	31-59	EW	0,5 l/ha	O							50 g/l cyflufenamide	anti-oidium	6	6	6	1	1	1	
ZAINDU			10506P/B	31-39	SC	1 l/ha	O	Ra		Rn	H	R	R	200 g/l azoxystrobine 100 g/l époxiconazole	strobilurine triazole	6	6	6	5	2	1	
ZOXIS			10044, 1276P/B, 1153P/P	31-39	SC	1 l/ha	O			Rn	H			250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	1	1	1	
ZOXIS 250 SC (Oh)			10684 P/B	31-39	SC	1 l/ha	O		Rj	Rn	H			250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6	6	6	5	2	1	
ZOXIS 250 SC (OF)																						

32 Fongicides : Epeautre, froments, seigles et triticales

Les strobilurines (azoxystrobine, pyraclostroline, trifloxystrobine) ne fonctionnent plus sur la septoriose des feuilles.
 Les "SDHI" autorisés en céréales sont des substances actives de la famille des carboxamides (benzovindiflupyr, bixafen, boscalid, fluopyram, fluxapyroxad aussi appelé Xémium, isopyrazam).
 % min. de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : Abringo)
Légende des tableaux : Nombre max. 4 PAR AN = par année, sur une même terre quel que soit le stade de la culture / PAR CYCLE = au cours de la culture / DAR² : délai avant récolte ;
Case culture ou usage vide = pas autorisé pour la culture ou l'usage ; () efficacité secondaire ; * max. 1kg de chlorothaloniol/ha/12 mois ; ** max. 250 g isopyrazam/ha/12 mois ;
Stade¹ = échelle phénologique BBCH (30-31-32) redressement - 1^{er} noué - 2^{ème} noué ; (37 ou 39) dernière feuille ; (50-59,59) épiaison-fin d'épiaison ; pleine floraison (65).
¹ Ne pas appliquer successivement des produits contenant de la pyriofénone ou de la métrafénone sauf s'ils sont appliqués en mélange avec un produit anti-oidium ayant un autre mode d'action.
² Afin de réduire les risques d'apparition de résistance, lorsque l'oidium est établi dans la culture au moment du traitement, appliquer ce produit en mélange avec un produit anti-oidium ayant un autre mode d'action.
Produit avec date de fin d'utilisation. A cette date le produit devient un produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).

mise à jour 08/01/2020 CEPICOP Norm commercial	nombre d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	en			Dose max. (l ou kg/ha)	Formulation	contre						DAR ² (jours)	Nombre max d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %		
			Epeautre	Froment de printemps	Seigle de printemps			Triticale	Oïdium	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de tige	Puisantose					Helminthosporiose	50% 75 90	le long des cours d'eau, plans d'eau,...
ABRINGO (20-05-2020)	10122P/B	32-59	FH FP			2 l/ha	SC		Ry	Sf	Rb	Se			2 / 2	500 g/l chlorothaloniol	contact	10 m 6 6	10 m 5 1	
	10119P/B, 1049 P/P, 1093P/P	31-32 25-69	E FH FP E FH FP	SH SP SH SP	T T	2 l/ha	EC	Pv	O Rj	Sf	Rb	Se (E) H			1 / 2	62,5 g/l epoxyconazole 62,5 g/l fluxapyroxad	triazole carboxamide	6 6 6	5 2 1	
	10903P/B	32-59	FH FP	SH SP	T	1 l/ha	SC		O Rj	Sf	Rb	Se			- / 2	250 g/l azoxystrobine 375 g/l chlorothaloniol 50 g/l cyproconazole 62,5 g/l propiconazole	strobilurine contact triazole triazole	6 6 6	5 2 1	
ALTO ULTRA (19-03-2020)	10603P/B	31-59	E FH FP	SH SP	T	2 l/ha	SE		Ry	Sf	Rb				2 / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	20 10 6	20 10 5	
	8888P/B, 10182P/B	32-59	FH FP	SH SP	T	1 l/ha	SC		O Rj	Sf	Rb	Se			2 / 2	80 g/l azoxystrobine 400 g/l chlorothaloniol	strobilurine contact	6 6 6	2 2 1	
AMISTAR OPTI (20-05-2020)	9493P/B	32-59	E FH FP	SH SP	T	2,5 l/ha	SC		Ry	Sf	Rb	Se			2 / 2	133 g/l tebuconazole 267 g/l prochloraz	triazole imidazole	6 6 6	1 1 1	
	10312P/B	30-61/69 61-69	FH FP	SH SP	T	1,5 l/ha	EW		O	Sf	Rb				- / 2 - / 1	375 g/l chlorothaloniol 50 g/l cyproconazole 62,5 g/l propiconazole 150 g/l difenoconazole 150 g/l propiconazole	contact triazole triazole triazole	10 6 6	10 5 1	
AMPERA	970P/B	31-59	E FH FP	SH SP	T	2 l/ha	SE		Rj	Sf	Rb				2 / 2	375 g/l chlorothaloniol 50 g/l cyproconazole 62,5 g/l propiconazole	contact triazole triazole	20 10 6	20 10 5	
	8648P/B	50-59	FH FP			0,8 l/ha	EC		O Rj	Rb	Se (E)				- / 1	150 g/l difenoconazole 150 g/l propiconazole	triazole triazole	6 6 6	1 1 1	
ARTINA	10896P/B	31-59 65	E FH FP			1 l/ha	EC		O Rj	Sf	Rb	Se			1 / 1	90 g/l metconazole (et 84/16)	triazole	6 6 6	5 2 1	
	31-59			SH SP							Rb et Rhyncho									
ASCRA XPRO	10783P/B	30-32 30-61	E FH FP			1,5 l/ha	EC	Pv	O Rj	Sf	Rb	Se F H			- / 2	130 g/l prothioconazole 65 g/l fluopyram 65 g/l bixafen	triazole carboxamide carboxamide	10 6 6	10 5 1	
	30-61			SH SP							Rhyncho et Rb									
ATACERT	1103P/P	31-59	E FH FP	SH SP	T	0,5 l/ha	EW		O						- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-oidium	6 6 6	1 1 1	
	1118P/P	30-37 65	E FH FP	SH SP	T	0,60-0,80 l/ha 1,5 l/ha	SC	Pv							- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	6 6 6	1 1 1	
ATAFANAAT	1259P/P	31-32 31-59	E FH FP	SH SP	T	0,5 l/ha	SC	Pv							2 / 1 2 / 2	300 g/l metrafenone	benzophenone	6 6 6	1 1 1	

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (1/8)

mise à jour 08/01/2020 Nom commercial		Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (4/8)										Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %											
		numéro d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	en			Formulation	contre						Nombre max d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	50% 75 90	50% 75 90	le long des fossés de bord de route, de drainage...				
Epeautre	Froment			Seigle	Triticale	Ordium		Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de tige	Fusariose	Hémiteosporose							DAR ² (jours)			
CePICOP mise à jour 08/01/2020 Nom commercial	EPOX TOP	10343P/B	30-59	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	H	35	2 / -	100 g/l fenpropidine 40 g/l époxiconazole	piperidines triazole	6 6 6	5 2 1	le long des cours d'eau, plans d'eau...
	EPVFLAX	12288P/P	30-32 25-69	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	(F)	H	200 g/l pyraclostrobine 100 g/l époxiconazole 75 g/l fluxapyroxad	strobilurine triazole carboxamide	20 10 6	20 10 5	
	EVORA XPRO	9970P/B	30-32 31-65	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	H	75 g/l bixafen 100 g/l tébuconazole 100 g/l prothioconazole	carboxamide triazole triazole	6 6 6	2 2 1	
	FANATYL	1127P/P	30-37 31-32	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	Pv	O							500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	6 6 6	1 1 1	
	FANDANGO	9458P/B	31-65 32-59	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	H	100 g/l prothioconazole 100 g/l fluxastrobine	triazole strobilurine	20 10 6	20 10 5	
	FANDANGO PRO	9723P/B	31-32 31-65	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	H	100 g/l prothioconazole 50 g/l fluxastrobine	triazole strobilurine	20 10 6	20 10 5	
	FLEXITY	9511P/B	31-52 31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	Pv	O							300 g/l metrafenone	benzophenone	6 6 6	1 1 1	
	FLUPOKAR	1219P/P 1284P/P	31-32 25-69	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	(F)	H	62,5 g/l époxiconazole 62,5 g/l fluxapyroxad	triazole carboxamide	6 6 6	5 2 1	
	FORTRESS	9063P/B	31-59 30-69	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	H	500 g/l quinoxifen 150 g/l prothioconazole 125 g/l isopyrazan**	anti-aldium triazole carboxamide	6 6 6	2 2 1	
	GIGANT **	10850P/B	30-69	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	Pv	O							250 g/l azoxystrobine	strobilurine	6 6 6	2 2 1	
	GLOBALSTAR AZI 250 SC, GLOBALSTAR SC	10793P/B 10109P/B	32-59	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se			140 g/l boscalid 50 g/l époxiconazole	carboxamide triazole	6 6 6	2 2 1	
	GRANOVO	9985P/B	31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	OD	Pv	Pv	O	Ri	Sf	Rb	F	H	100 g/l prothioconazole 300 g/l spiroxamine	triazole anti-aldium	6 6 6	5 2 1	
HELIX	9806P/B	31-32 31-65	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	Pv	O	Rj	Sf	Rb			62,5 g/l fluxapyroxad	carboxamide	6 6 6	1 1 1		
IMTREX	10120P/B	31-32 25-69	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	Pv	O	Rj	Sf	Rb			62,5 g/l fluxapyroxad	carboxamide	6 6 6	1 1 1		
IMTREX EC	10620P/B	31-32 25-69	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	Pv	O	Rj	Sf	Rb			62,5 g/l fluxapyroxad	carboxamide	6 6 6	1 1 1		
INOYOR (19-03-2020)	10816P/B	30-69	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	Pv	O	Rj	Sf	Rb			200 g/l pyraclostrobine 125 g/l prothioconazole 30 g/l fluxapyroxad	strobilurine triazole carboxamide	6 6 6	5 2 1		

Cepicob	Nom commercial	mise à jour 08/01/2020	numéro d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	céréales			Dose max. (l ou kg/ha)	Formulation	contre							DAR (jours)	Nombre max d'applications par an / par cycle	Composition	Famille chimique	Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %						
					Epeautre	Froment de printemps de hiver	Seigle de printemps de hiver			Triticale	Ordon	Rouille jaune	Séparose (feuilles)	Rouille brune	Séparose de tige	Fusariose					Hémisporiose	50	75	90	50	75	90
OLYMPUS (20-05-2020)			9494P/B	32-59	E	FH	FP	SH	SP	T	2,5 l/ha	SC							80 g/l azoxystrobin 400 g/l chlorothaloni	strobilurine contact	6	6	6	1	1	1	le long des fossés de bord de route, de drainage,...
OPUS PLUS			9908P/B	31-59	E	FH	FP			T	1,5 l/ha	EC							83 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	5	2	1	
OPUS TEAM (31/10/2021)			8473 P/B	31-59	E	FH	FP				1,5 l/ha	SE							84 g/l époxiconazole 250 g/l fenpropimorfe	triazole morpholine	6	6	6	5	2	1	
OSIRIS			9888P/B, 1095P/P	31-59	E	FH					3 l/ha	EC							37,5 g/l époxiconazole 27,5 g/l metconazole (cis/trans 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1	
PALAZZO (31/10/2021)			9835P/B	31-32	FH						2 l/ha	SE							62,5 g/l époxiconazole 200 g/l fenpropimorfe	triazole morpholine benzophenone	30	20	10	30	20	10	
PANAX (20-05-2020)			10099P/B	31-65	FH						3 l/ha	SC							73 g/l metfenone	contact	10	6	6	10	5	1	
PERSEO * ancien FEZAN Plus (20-05-2020)			10599P/B	39-59	E	FH	FP	SH	SP	T	3 l/ha	SC							68 g/l azoxystrobin 233 g/l chlorothaloni *	strobilurine triazole contact	6	6	6	5	2	1	
PLEXEO 60			10724P/B	31-59	FH						1,5 l/ha	SL							60 g/l metconazole (cis/trans 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1	
PLEXEO 90			10897P/B	31-59	E	FH	FP				1 l/ha	EC							90 g/l metconazole (et 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1	
POKSIE 125			1097P/P	31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	1 l/ha	SC							125 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	5	2	1	
PRAXOR EC			10616P/B	25-69	E	FH	FP				1,5 l/ha								150 g/l pyraclostrobine 75 g/l fluxapyroxad	strobilurine carboxamide	30	20	10	30	20	10	
PRIDE			10802P/B	39-59	FH	FP					2 l/ha	SC							375 g/l chlorothaloni 40 g/l cyproconazole	contact triazole	10	6	6	10	5	1	
PROLINE*			10951P/B, 9805P/B	31-32 31-65 32-59	FH						0,8 l/ha	EC							250 g/l prothioconazole	triazole	6	6	6	5	2	1	
PROPERTY 180 SC ¹			10339P/B	30-65	FH	FP					0,5 l/ha	SC							180 g/l pyriofenone	benzopyridine	6	6	6	1	1	1	
PROPI 25 EC (19-03-2020)			9963P/B	31-59	FH	FP					0,5 l/ha	EC							250 g/l propiconazole	triazole	6	6	6	1	1	1	
PROPRAZ EC (19-03-2020)			1101P/P	31-59	FH	FP					1 à 1,25 l/ha	EC							400 g/l prochloraz 90 g/l iproconazole	imidazole triazole	6	6	6	1	1	1	
PROPOV et PROPOV SC			10737, 10995P/B	31-59	E	FH	FP				1 l/ha	SC							125 g/l époxiconazole	triazole	6	6	6	5	2	1	
PROSARO			9515P/B	32-59	E	FH	FP				1 l/ha	EC							125 g/l prothioconazole	triazole	6	6	6	2	2	1	
PROTENDO 250 EC			10930P/B	31-32 31-65 32-59	FH						0,8 l/ha	EC							125 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	5	2	1	
PUGIL (20-05-2020)			10112P/B	32-59	FH	FP					2 l/ha	SC							500 g/l chlorothaloni	contact	10	6	6	10	5	1	

Légende des tableaux : Fongicides céréales pour lutter contre les maladies cryptogamiques en avoine

- (1) Produits à base de soufre : Biosoon 80 WG/Cosavet/Hermovit/Kimulus WG/Thiovit jet / VSM Zwavel 80 WG Réalisé par le CePICOP et Protect'ean à partir des données du Phytoweb
- (2) WG 75 % mancozèbe : AVTAR 75 WG/Dequiman MZ WG/Dithiane WG/Mancoplus 75 WG/MANFIL 75 WG/ Penncozeb WG/Prozeb extra 75 WG/Prozeb WG(31/01/2021)/Tridex WG/Trimanoc WG
- (3) WP 80 % mancozèbe : Agro-mancozeb 80 WP/Dequiman MZ WP(31/01/2021)/Indofil M-45/Penncozeb/Prozeb/Sputnik/Tridex WP
- (4) l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

Case culture ou usage vide = pas autorisé pour la culture ou l'usage ; **DAR²** : délai avant récolte ;
 % min. de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : Abringo) quinoxifen, fenpropimorpho : S.a. en fin de vie

Produit avec date de fin d'utilisation. A cette date le produit devient un produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).

Stade¹ = échelle phénologique BBCH (30-31-32) Redressement – 1er nœud – 2ème nœud ; (37 ou 39) Dernière feuille ; (50-58,59) épisaison-fin d'épison ; pleine floraison (65).

Nombre max. 4 PAR AN = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture.

2 / 2* = maximum deux traitements dont maximum un contre piétin verse

REMARQUE : nombre de données ci-après se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

<https://centrespilotes.be>

Fongicides céréales pour lutter contre les maladies cryptogamiques en avoine (1/3)

mise à jour 08/01/2020 Nom commercial	numéro d'autorisation	stade ¹ d'application	en avoine		dose	Formulation	contre				DAR ² (Jour)	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	composition	Familles chimiques	Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %						
			de printemps	d'hiver			piétin verse	oktium	rouille						le long des cours d'eau, plans de bord de route, de drainage, ...	50%	75	90			
									jaune	brune											
ADEXAR	10119P/B, 1049, 1093P/P	31-32 ⁽⁶⁾ 25-59 ⁽⁶⁾	AP	AH	2 l/ha	EC	Pv O (a) (b)	Rc (b)				-	2 / 2*	62,5 g/l époxiconazole 62,5 g/l flukapyroxad	triazole carboxamide	6	6	6	5	2	1
ARTINA	10890P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc				3,5	- / 1	90 g/l metconazole (célèbrex 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1
ASCRA XPRO	10783P/B	30-61	AP	AH	1,2 l/ha	EC		Rc				-	- / 1	130 g/l prothioconazole 65 g/l fluopyram 65 g/l bixafen	triazole carboxamide carboxamide	10	6	6	10	5	1
ATAFANAAT	1118P/P	30-37	AP	AH	0,6-0,8 l/ha	SC	Pv					-	- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	6	6	6	1	1	1
AVIATOR XPRO	9994P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc				-	2 / 2	75 g/l bixafen 150 g/l prothioconazole	carboxamide triazole	6	6	6	2	2	1
AZBANY	10640P/B	32-59	AP	AH	1 l/ha	SC		Rc				-	2 / 1-	250 g/l azoxystrobin	strobilurine	6	6	6	1	1	1
BARCLAY BOLT (19-03-2020)	9967P/B	31-39	AP	AH	0,5 l/ha	EC		Rj	Rb			-	1 / 1	230 g/l propiconazole	triazole	6	6	6	1	1	1
BIXAZOR (31/01/2021)	1218P/P	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc				-	2 / 2	75 g/l bixafen 150 g/l prothioconazole	carboxamide triazole	6	6	6	2	2	1
BUMPER 23 EC (19-03-2020)	9022P/B	31-39	AP	AH	0,5 l/ha	EC		Rj	Rb			-	1 / 1	250 g/l propiconazole	triazole	6	6	6	1	1	1
CARAMBA 90 EC	10922P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc				3,5	- / 1	90 g/l metconazole (célèbrex 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1
CEANDO	9930P/B	31-39	AP	AH	1,5 l/ha	SC	Pv	Rc				-	- / 1	83 g/l époxiconazole 100 g/l metrafenone	triazole benzophenone	6	6	6	5	2	1
CELLO	9747P/B	31-59	AP	AH	1,25 l/ha	EC		Rc				-	2 / 2	100 g/l prothioconazole 250 g/l spiroxamine 100 g/l tébuconazole	triazole anti-oxidium triazole	6	6	6	2	2	1
CERATAVO PLUS	10676P/B	31-59	AP	AH	0,75 l/ha	EC		Rc				-	- / 1	100 g/l benzinadiflupyr	carboxamide	6	6	6	5	2	1
CERIX et EPYFLAX	10161P/B, 1246P/P, 1228P/P	30-32 ⁽⁶⁾ 25-59 ⁽⁶⁾	AP	AH	3 l/ha	EC	Pv O (a) (b)	Rc (b)				-	2 / 2	66,6 g/l pyraclostrobin 41,6 g/l époxiconazole 41,6 g/l flukapyroxad	strobilurine triazole carboxamide	20	10	6	20	10	5

Fongicides céréales pour lutter contre les maladies cryptogamiques en avoine (2/3)																			
Nom commercial	mise à jour 08/01/2020	numéro d'autorisation	stade d'application	en avoine		dose	Formulation	contre				Familles chimiques	Zone tampon en mètre et technique anti-dérive en %						
				de printemps	d'hiver			piétin verse	oidium	rouille couronnées	rouille jaune		rouille brune	50%	75	90	le long des cours d'eau, plans de drainage, ...	50%	75
COMET		9605P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			strobilurine	6	6	6	2	2	1	
COMET New		10524P/B	31-59	AP	AH	1,25 l/ha	EC		Rc			strobilurine	6	6	6	5	2	1	
CORBEL (31/10/2021)		7313P/B	-	AP	AH	0,75 - 1 l/ha	EC		Rj	Rb		morpholine	6	6	6	1	1	1	
DELARO		9634P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	SC		O	Rc		triazole strobilurine	6	6	6	2	2	1	
ELATUS PLUS		10601P/B	31-59	AP	AH	0,75 l/ha	EC		Rc			carboxamide	6	6	6	5	2	1	
EPYFLAX		1228P/P	30-32	AP	AH	3 l/ha	EC		Pv			strobilurine	20	10	6	20	10	5	
		9970P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		O	Rc		triazole carboxamide	6	6	6	2	2	1	
FANATYL		1127P/P	30-37	AP	AH	0,6-0,8 l/ha	SC		Pv			benzimidazole	6	6	6	1	1	1	
FANDANGO PRO		9723P/B	31-32	AP	AH	2 l/ha	EC		O	Rc		triazole strobilurine	20	10	6	20	10	5	
FLUPOXAR		1219P/P	31-32 ^(a)	AP	AH	2 l/ha	EC		Pv	O		triazole	6	6	6	5	2	1	
		1284P/P	25-59 ^(b)	AP	AH	2 l/ha	EC		Pv	O		carboxamide	6	6	6	5	2	1	
FORTRESS		9063P/B	31-59	AP	AH	0,3 l/ha	SC		O			anti-oidium	6	6	6	2	2	1	
HELIX		9806P/B	31-32 ^(a)	AP	AH	1,25 l/ha	EC		Pv	O		triazole	6	6	6	5	2	1	
		10120P/B	31-59 ^(b)	AP	AH	2 l/ha	EC		Pv	O		anti-oidium	6	6	6	5	2	1	
IMTRET		10120P/B	31-32 ^(a)	AP	AH	2 l/ha	EC		Pv	O		carboxamide	6	6	6	1	1	1	
		10620P/B	25-69 ^(b)	AP	AH	2 l/ha	EC		Pv	O		carboxamide	6	6	6	1	1	1	
INPUT		9719P/B	31-32 ^(a)	AP	AH	1,25 l/ha	EC		Pv	O		triazole + anti-oidium	6	6	6	5	2	1	
		1242P/P	30-37	AP	AH	0,6-0,8 l/ha	SC		Pv			benzimidazole	6	6	6	1	1	1	
JADE		10972P/B	32-59	AP	AH	1 l/ha	EC		O	Rc		triazole triazole	6	6	6	1	1	1	
KESTREL		10346P/B	30-61	AP	AH	1,25 l/ha	EC		Pv	O	Rc et fusariose	triazole triazole	10	6	6	10	5	1	
		10996P/B	30-61	AP	AH	1,2 l/ha	EC		O	Rc		triazole carboxamide	10	6	6	10	5	1	
mancozèbe (2) (4)			32-59	AP	AH	2 kg/ha	WG			Rj		dithiocarbamate	6	6	6	2	2	1	
mancozèbe (3) (4)			32-59	AP	AH	1,9 kg/ha	WP			Rj		dithiocarbamate	6	6	6	2	2	1	
MASTANA SC		9110P/B	32-59	AP	AH	3 l/ha	SC			Rj		dithiocarbamate	6	6	6	2	2	1	

42 Fongicides : Avoine

Fongicides céréales pour lutter contre les maladies cryptogamiques en avoine (3/3)										Zone tampon, en mètre et technique anti-dérive en %										
Nom commercial	mise à jour 08/01/2020	CéPICOP	numéro d'autorisation	stade d'application	en avoine		Formulation	contre					composition	Familles chimiques	Zone tampon, en mètre et technique anti-dérive en %					
					de printemps	d'hiver		piétn verse	oïdium	rouille des couronnes des	rouille jaune	rouille brune			DAR (jour)	Nombre max d'applications par an	50% - 75	75 - 90	90	
MIRADOR XTRA anc. PRIORI XTRA			9502P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	SC	O	Rc	H		200 g/l azoxystrobine 80 g/l cyproconazole	strobilurine triazole	6	6	6	1	1	1
PLEXEO 90			10897P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			90 g/l metconazole (et/trans 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1
PRIAXOR.EC			10616P/B	30-32 25-59	AP	AH	1,5 l/ha	EC	Pv				150 g/l pyraclostrobine 75 g/l fluxapyroxad	strobilurine carboxamide	30	20	10	30	20	10
PROPI 23 EC (19-03-2020)			9063P/B	31-39	AP	AH	0,5 l/ha	EC			Rb		250 g/l propiconazole	triazole	6	6	6	1	1	1
PROSARO			9515P/B	32-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			125 g/l prothioconazole 125 g/l tébuconazole	triazole triazole	6	6	6	2	2	1
RIZA EC			10665P/B	30-59	AP	AH	1,25 l/ha	EC		Rc			250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	5	2	1
SILTRA XPRO			10375P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			60 g/l bixafen 200 g/l prothioconazole	carboxamide triazole	6	6	6	5	2	1
SIMVERIS			10817P/B	31-49	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			90 g/l metconazole (et 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1
SKYWAY XPRO			9972P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			75 g/l bixafen 100 g/l tébuconazole	carboxamide triazole	6	6	6	2	2	1
SOLAGOLD FORTE			1277PP	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			100 g/l prothioconazole	triazole	6	6	6	5	2	1
soufre en WG (1)			-	-	AP	AH	5 kg/ha	WG		O			75 g/l benzovindiflupyr	carboxamide	6	6	6	1	1	1
TEBUCUR 250 EW			10172P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EW		Rc			80 % soufre	contact	6	6	6	5	2	1
TEPRONOR			1285P/P, 1313P/P	32-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			250 g/l tébuconazole	triazole	6	6	6	5	2	1
THORE			10871P/B	30-61	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			125 g/l prothioconazole 125 g/l tébuconazole	triazole triazole	6	6	6	2	2	1
TOPSIN'M 500 SC			7057P/B	30-37	AP	AH	0,6-0,8 l/ha	SC	Pv				500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	6	6	6	1	1	1
TOPSIN'M 70 WG			8666P/B	30-37	AP	AH	0,43-0,57 kg/ha	WG	Pv				70 % thiophanate-méthyl	benzimidazole	6	6	6	1	1	1
TURRET 90			10898P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			90 g/l metconazole (et/trans 84/16)	triazole	6	6	6	5	2	1
VELDIG XPRO			10960P/B	30-61	AP	AH	1,2 l/ha	EC		Rc			130 g/l prothioconazole 65 g/l flupyram (FU) 65 g/l bixafen	triazole carboxamide carboxamide	10	6	6	10	5	1
VELOGY ERA			10602P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		Rc			75 g/l benzovindiflupyr	carboxamide	6	6	6	5	2	1
VIVERDA			10155P/B	31-59	AP	AH	2,5 l/ha	OD		Rc			140 g/l boscalid 50 g/l époxycouazole 60 g/l pyraclostrobine	triazole triazole strobilurine	10	6	6	10	5	1

Traitements de semences – céréales (1/1) [mise à jour 08/01/2020]

Réalisé par le CePICOOP à partir du Phytoweb. Consultable sur : <https://centrespilotes.be>

Pour information : Les États membres n'interdisent pas la mise sur le marché et l'utilisation de semences traitées à l'aide de produits phytopharmaceutiques autorisés dans un État membre au moins. (Règlement européen 1107/2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques)

(AP) l'application est restreinte aux firmes de traitement de semences professionnelles


(1) Les semences traitées doivent être semées entre juillet et décembre.


Nom commercial	Formulation	numéro d'autorisation	composition	dose par 100 kg de semences	avoine	épeautre	froment de printemps		orge d'hiver		seigle	triticale
							froment de printemps	froment d'hiver	orge de printemps	orge d'hiver		
BARITON		9575P/B	37,5 g/l fluoxastrobine 37,5 g/l prothioconazole	0,15 L	-	carie du blé / charbon nu / fusariose					carie du blé / charbon nu / fusariose	
CELEST		9289P/B	25 g/l fludioxonil	0,2 L	fusariose	carie du blé / fusariose / septoriose		fusariose / helminthosporiose			fusariose	carie du blé fusariose septoriose
CERALL	FS	9674P/B	10E9-10E10 CFU/ml pseudomonas chlororaphis (MA342)	1 L	-	-	carie du blé / fusariose / septoriose					fusariose
DIFEND		10160P/B	30 g/l difenoconazole	0,2 L	-	-	carie du blé					carie du blé
DIFEND EXTRA		10472P/B	25 g/l difenoconazole 25 g/l fludioxonil	0,2 L	fusariose	carie du blé fusariose	carie du blé fusariose	carie du blé fusariose				carie du blé fusariose
FORCE (AP)	CS	7744P/B	200 g/l tefluthrine	0,1 L								
KINTO DUO		9486P/B	60 g/l prochloraz 20 g/l triticoconazole	0,2 L	charbon nu fusariose	carie du blé charbon nu fusariose septoriose	carie du blé / charbon nu / fusariose	charbon nu / helminthosporiose				
LATITUDE	FS	9265P/B	125 g/l silthiopham	0,2 L	-		piétin-échaudage					piétin-échaudage
LATITUDE Max		10359P/B	125 g/l silthiopham	0,2 L	-		piétin-échaudage					piétin-échaudage
LANGIS		10205P/B	300 g/l cypermedrine	0,2 L								
PREMIS		9922P/B	25 g/l triticoconazole	0,2 L	-	carie du blé / charbon nu		charbon nu				carie du blé / charbon nu
RANCONA 15 ME	ME	10313P/B	15 g/l ipconazole	0,1 L* / 0,133 L**	fusariose *	* fusariose / carie du blé		** fusariose / charbon nu / helminthosporiose				* fusariose / carie du blé
REDIGO ancien REDIGO 100 FS		9882P/B	100 g/l prothioconazole	0,1 L	fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose		charbon nu / fusariose / helminthosporiose				carie du blé / charbon nu / fusariose
VIBRANCE DUO	FS	10577P/B	25 g/l sedaxane 25 g/l fludioxonil	0,2 L	charbon nu / fusariose	carie du blé / fusariose / septoriose / nu	charbon	charbon nu / fusariose / helminthosporiose				carie du blé / fusariose / septoriose / charbon nu
VIBRANCE DUO 50 FS		10578P/B	25 g/l sedaxane 25 g/l fludioxonil	0,2 L	charbon nu / fusariose	carie du blé / fusariose / septoriose / nu	charbon	charbon nu / fusariose / helminthosporiose				carie du blé / fusariose / septoriose / charbon nu
VIBRANCE STAR		10834P/B	25 g/l sedaxane 25 g/l fludioxonil 20 g/l triticoconazole	0,2 L	charbon nu	carie du blé / fusariose / septoriose / nu	charbon	charbon nu / helminthosporiose				carie du blé / fusariose / septoriose / charbon nu


La Wallonie a adopté le 22 mars 2018 un arrêté du Gouvernement wallon interdisant l'utilisation de pesticides contenant des néonicotinoïdes (M.B. 04/04/2018).


Réalisé par le CePICOP et Protect'eau à partir des données du Phytoweb		https://centrespilotes.be		Classé par composition													
<p>% minimum de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : FASTAC) Stade¹ : échelle phénol. BBCH : (39) Dernière feuille ; (50-58,59) Épiaison - fin d'épiaison ; (60) début floraison ; (75-85) grain laiteux - pâteux mou/ DAR² : délai avant récolte ; * Echelle de sélectivité des insecticides vis-à-vis des principaux parasites et prédateurs de pucerons (Info CRA-W) : 1 = le plus sélectif à 5 = le moins sélectif. DM = donnée manquante. Produit avec date de fin d'utilisation. A cette date le produit devient un produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).</p>																	
Insecticides autorisés pour lutter contre les pucerons en été / céréales (1/2) [mise à jour du 08/01/2020]		Zone en mètre et technique anti-dérive en %															
Composition	* Sélectivité	Nom commercial	Formulation	numéro d'autorisation	dose	nombre d'application	stade ¹	DAR ² (jour)	si autorisé, le nombre d'application maximum est précisé								
									par cycle ou an	si autorisé, le nombre d'application maximum est précisé							
1. Pyréthrinoides											* Plus le chiffre est petit meilleur est la sélectivité						
											par cycle ou an						
											maximum est précisé						
alpha-cyperméthrine 50 g/l	4	FASTAC (30-04-2022)		8858P/B	200 ml/ha	max. 2		-	max. 1		40	30	20	40	30	20	
beta-cyfluthrine 25 g/l	4	BULLDOCK 25 EC		9835P/B	300 ml/ha	-		56	max. 1		6	6	6	2	2	1	
cyperméthrine 100 g/l	3	CYTOX		8653P/B	200 ml/ha		50-59				6	6	6	5	2	1	
cyperméthrine 200 g/l	3	CYPERSTAR	EC	9727P/B	100 ml/ha						6	6	6	1	1	1	
cyperméthrine 500 g/l	3	SHERPA 200 EC		8968P/B	40 ml/ha						10	6	6	10	5	1	
		CYPELCO		1198P/P							6	6	6	1	1	1	
		CYPERB		10357P/B								6	6	6	1	1	1
		CYTHRIN MAX		10106P/B								6	6	6	1	1	1
deltaméthrine 15 g/l	DM	INSECTINE 500 EC (31/12/2020)		1176P/P							10	6	6	10	5	1	
		DECIS 15 EW		10646P/B								6	6	6	2	2	1
deltaméthrine 25 g/l	5	PATRIOT PROTECH	EW	10717P/B	420 ml/ha	max. 2	51-59		max. 1		6	6	6	2	2	1	
		SPLIT		10718P/B							6	6	6	2	2	1	
		DECIS EC 2.5		7172P/B								6	6	6	2	2	1
		DELTAPHAR		10354P/B								6	6	6	2	2	1
		DEMETRINA 25 EC		10943P/B								6	6	6	2	2	1
		MEZENE (anc. SCATTO)		10367P/B								6	6	6	2	2	1
		PATRIOT		9207P/B	EC	200 ml/ha		50-59				10	6	6	10	5	1
esfenvalérate 25 g/l gamma-cyhalothrin 60 g/l	2	POLECI		10304P/B							6	6	6	2	2	1	
		SPLENDID, SPLENDOUR		9627P/B, 10468P/B							6	6	6	2	2	1	
		WOPRO-DELTAMETHRIN 2.5 EC		1179P/P							6	6	6	2	2	1	
esfenvalérate 25 g/l gamma-cyhalothrin 60 g/l	DM	SUMI ALPHA		8241P/B		max. 1			max. 2		10	6	6	2	2	1	
		NEXIDE		10110P/B		max. 2	30-59		max. 2		10	6	6	10	5	1	


Insecticides autorisés pour lutter contre les pucerons en été / céréales (2/2) [mise à jour du 08/01/2020]														Zone en mètre et technique anti-dérive en %							
Composition	Sélectivité *	Nom commercial	Formulation	numéro d'autorisation	dose	nombre	stade ¹	DAR ² (jour)	avoine	épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge	seigle	triticale	le long des cours d'eau, plans d'eau,...		le long des fossés de bord de route, de drainage,...			
																d'application	50%	75	90	50%	75
1. Pyréthrinoides																					
* Plus le chiffre est petit meilleur est la sélectivité																					
lambda-cyhalothrine 100 g/l	2	AKAPULKO 100 CS	CS	1237P/P	50 ml/ha	max. 2	60-85	-	max. 1												
		9231P/B, 1087P/P																			
		10028P/B, 1133P/P																			
		10377P/B, 1174 P/P																			
		9987P/B																			
		9571P/B																			
		10179P/B																			
		9749P/B																			
		10888P/B																			
		9647P/B																			
tau-fluvalinate 240 g/l	2 ou 3	EVURE		7535P/B		-	> 59	42	-	-	-	-	-	-	6	6	6	2	2	1	
zeta-cyperméthrine 100 g/l	2	FURY 100 EW	EW	8476P/B	150 ml/ha	max. 2	50-59	28	max. 1		max. 1				20	10	6	20	10	5	
2. Carbamate																					
pirimicarbe 50 %	2	PIRIMOR (31-10-2020)	WG	6640P/B, 1031P/P	250 g/ha	-	-	7	max. 2		max. 2				6	6	6	1	1	1	
3. Pyridine carboximate																					
flonicamide 50 %	1	FLONICABEL	WG	1109P/P, 10955P/B, 9526P/B	160 g/ha	-	39-75	28	max. 2		max. 2				6	6	6	1	1	1	
4. Pyréthrinoides + Carbamate																					
lambda-cyhalothrine 5 g/l	3	OKAPI	EC	7978P/B	750 ml/ha	max. 1	> 58	7	max. 1		max. 1				6	6	6	2	2	1	
5. Organophosphorés																					
diméthoate 400 g/l (30/06/2020)	DM	PERFEKTHION 400 EC	EC	9553P/B	500 ml/ha	max. 1	30-69	-	max. 1												
		DANADIM PROGRESS																			
		DIMISTAR PROGRESS																			
		DIMISTAR PROGRESS 400 EC																			
		PERFEKTHION TOP																			
		ROGOR 40																			


Légende		Zone en mètre et technique anti-dérive en %						
% minimum de réduction de dérive à respecter sur la totalité des surfaces traitées = % équivalent à la première zone tampon chiffrée : soit 50 % (ex : ARIONEX GRANULE)		le long des fossés de bord de route, de plans d'eau,...	le long des cours d'eau, de route, de drainage,...					
RB = appât prêt à l'emploi ;		50% 75 90	50% 75 90					
Molluscicides autorisés en céréales pour lutter contre les limaces [mise à jour 08/01/2020]								
Réalisé par le CePICOP et Protect'eau à partir des données du Phytoweb https://centrespilotes.be								
Nom commercial	Formulation	Composition	Stade d'application	Dose (maximum)	Nombre d'application par an	Zone en mètre et technique anti-dérive en %		
						le long des fossés de bord de route, de plans d'eau,...	le long des cours d'eau, de route, de drainage,...	
								
ARIONEX GRANULE	4044P/B							
ESCODAM PRO	10581P/B							
LIMAFIGHT (anc. Limort)	4305P/B							
LIMASLAK PRO	6511P/B	6 % métaldéhyde (*)	semis à fin tallage	5 à 7 kg/ha	1			
Anciennement : LIMASLAK								
LIMATEX	10248P/B	RB						
LIMPERAX	10323P/B							
MEDAL 6%	10764P/B							
MATRAQ PRO	1200P/P							
METAREX INOV	10204P/B	4 % métaldéhyde (*)		5 kg/ha	1 à 3			
LIMA ORO 3% RB	10913P/B	3 % métaldéhyde (*)		7 kg/ha	1 à 2 à intervalle de 7-10 jours	6	6	6
						1	1	1
FERREX RB	10939P/B	2,5 % phosphate de fer		6 kg/ha	5			
IRONMAX PRO	10721P/B	2,4 % phosphate de fer						
DERREX	9904P/B	RB						
DERREX HIGH PERFORMANCE	10959P/B							
NEU 1181M	9724P/B	3 % phosphate de fer	-	7 kg/ha	4	6	6	6
SLUXX	9722P/B,					1	1	1
Anciennement : FERROX	1262P/P							
(*) Pour protéger les oiseaux et les mammifères sauvages, récupérer tout produit accidentellement répandu.								
Commentaires :								
L'enfouissement de granulés-appâts dans le sol, en mélange avec les semences est une technique à proscrire.								
Une bien meilleure efficacité peut être attendue de l'application des ces produits en surface.								
Dans les situations à risque très élevé (forte population de limaces, semis mal recouvert), une application de granulés-appâts immédiatement après le semis peut se justifier (situation exceptionnelle).								

EPEAUTRE (<i>Triticum spelta</i> L.)	
[recensement INS 2012] : 9.824 ha en Wallonie / 516 ha en Flandre / 10.340 ha en Belgique [recensement INS 2015] : 12.847 ha en Wallonie / 682 ha en Flandre / 13.548 ha en Belgique [recensement INS 2018] : 12.732 ha en Wallonie / 1.020 ha en Flandre / 12.681 ha en Belgique	
L'épeautre, appelé aussi « blé des Gaulois », est une céréale proche du blé mais à graine vêtue L'épeautre se cultive comme un froment d'hiver sensible à la verse	
Période de semis :	Comme le froment d'hiver, jusqu'en décembre
Variétés commercialisées en Belgique :	Valorisées en boulangerie : BADENSONNE, CONVOITISE, COSMOS, SÉRÉNITÉ, VIF, ZOLLERNSELZ
Densité de semis :	L'objectif est d'atteindre une population de 200 plantes par m ² . Le conseil est de 325 épillets/m ² en sols froids ; 250-300 épillets/m ² en sols limoneux. Le PMG (poids de mille grains) en épeautre considéré comme PME (poids de mille épillets) étant trop aléatoire, il n'est ni calculé ni mentionné sur les sacs.
Fumure azotée :	Au total 150-180 unités, c'est 30 unités en moins qu'un froment
Fractionnement :	Comme un froment d'hiver en retirant 30 unités sur les fractions de tallage et de redressement
	
	* Un produit autorisé en froment ne l'est pas forcément en épeautre Pour toutes d'informations, n'hésitez pas à contacter le CePiCOP
Désherbage * :	Semblable au froment d'hiver
Régulateur * :	une ou deux intervention(s)
Fongicide * :	En fonction de la pression : un traitement complet au stade dernière feuille à épiaison !!! Vigilance contre rouille jaune (cf. en saison : avertissements CePiCOP) Principales maladies : oïdium, rouille jaune, septoriose et rouille brune
Pour plus d'informations sur les produits, veuillez consulter les rubriques <i>ad hoc</i> des pages jaunes	
Récolte :	Grille ouverte pour ne pas surcharger le retour des otos Contre batteur ouvert et vitesse du batteur réduit pour diminuer le % de grains nus au battage Vent réduit
Rendement :	Production en grains vêtus comparable en poids à un froment Avant décorticage, le poids spécifique de l'épeautre = à la moitié de celui du froment A la récolte, la proportion de grains nus varie de 5 à 15 %
Avantages :	Céréale résistante au froid Remplace le froment en région froide Alimentation animale et humaine Grande production de paille Epi imperméable, 1 jour sec après la pluie et on peut à nouveau récolter (2 jours en froment)
Inconvénients :	Sensible à la verse Les grains étant vêtus, le volume à semer ou à stocker est important
Pour plus d'informations, veuillez consulter le cas échéant les articles <i>ad hoc</i> dans les pages blanches	

TRITICALE (Triticum secale L.) Hybride issu du croisement entre le blé et le seigle très rustique il s'adapte à tout types de sol [recensement INS 2012] : 2.557 ha en Wallonie / 3.362 ha en Flandre / 5.919 ha en Belgique [recensement INS 2015] : 3.203 ha en Wallonie / 2.473 ha en Flandre / 5.711 ha en Belgique [recensement INS 2018] : 3.661 ha en Wallonie / 1.892 ha en Flandre / 5.586 ha en Belgique	
Période de semis	Octobre
Variétés commercialisées en Belgique	BIKINI (alternatif), BILBOQUET, BORODINE, CEDRICO, ELEAC RGT, ELICSIR, EXAGON, JOKARI, KASYNO, RAMDAM, REMIKO, RIVOLT, RUMINAC RGT, TARZAN, TRIBECA, VUKA <u>Triticale de printemps</u> : BIENVENU, DUBLET
Densité de semis	La même que pour le froment d'hiver
	10 à 20 unités en moins que le froment d'hiver
Fumure azotée	Fractionnement en trois fois Ne pas forcer la dose de tallage
	 * Un produit autorisé en froment ne l'est pas forcément en triticale Pour toutes d'informations, n'hésitez pas à contacter le CePiCOP
Désherbage *	Idéalement, en préémergence
Régulateur *	Assortiment équivalent au froment d'hiver, excepté pour les mélanges de chlorméquat et d'imazaquin
Fongicide *	Surveiller les maladies du pied en cas de précédent froment Surveiller la rouille jaune et l'oïdium Traitement fongicide complet à l'épiaison
Pour plus d'informations sur les produits, veuillez consulter les rubriques <i>ad hoc</i> des pages jaunes	
Récolte :	Comme le froment d'hiver
Rendement :	Comme les bons froments d'hiver (> à 100 quintaux) Rendement paille dépassant de 30 à 50 % celui du froment ou de l'orge
Avantages :	Rusticité. Valeur fourragère comprise entre celle du blé et de l'escourgeon
Inconvénients :	Sensibilité à la verse et à la germination sur pied
Pour plus d'informations, veuillez consulter le cas échéant les articles <i>ad hoc</i> dans les pages blanches	

<u>SEIGLE</u> (<i>Secale cereale</i> L.)	
Céréale à épi barbu. Deux grains par épillet. Auto-stérilité élevée, la fécondation est croisée.	
[recensement INS 2012] : 263 ha en Wallonie / 256 ha en Flandre / 519 ha en Belgique [recensement INS 2015] : 190 ha en Wallonie / 198 ha en Flandre / 388 ha en Belgique [recensement INS 2018] : 343 ha en Wallonie / 263 ha en Flandre / 620 ha en Belgique	
Période de semis :	Dans le courant d'octobre, de préférence durant la première quinzaine
Variétés commercialisées en Belgique :	<u>Seigle d'hiver lignée</u> : CANTOR, DIAMENT, DUCATO, MATADOR, MARCELO, RECRUT
	<u>Seigle d'hiver hybride</u> : KWS BINNTO, KWS SERAFINO, MARDER, PICASSO, SU PERFORMER
	<u>Seigle de printemps</u> : ARANTES
Densité de semis :	250 grains/m ²
Fumure azotée :	Fonction du type de sol : 20 à 30 unités d'azote en moins que le froment d'hiver Réduire la 3 ^{ème} fraction d'azote par rapport au froment
	* Un produit autorisé en froment ne l'est pas forcément en seigle Pour toutes d'informations, n'hésitez pas à contacter le CePiCOP
	Désherbage * :
Régulateur * :	Assortiment équivalent à l'orge
Fongicide * :	Surveiller la rouille brune, l'oïdium, en principe, un traitement juste avant l'épiaison avec un produit à bonne rémanence et à très bonne activité contre la rouille brune
Pour plus d'informations sur les produits, veuillez consulter les rubriques <i>ad hoc</i> des pages jaunes	
Récolte :	Comme les froments les plus précoces
Rendement :	Comme les variétés hybrides de froment
Bon CIPAN :	Ne gel pas, à enfouir. Possibilité de récolter comme fourrage au printemps
Avantages :	Résistance à l'hiver
	Adapté aux terres pauvres, ± acides (mais ressuyant bien) Production importante de paille
Inconvénients :	Pailles très hautes, risque de germination sur pied si verse
Pour plus d'informations, veuillez consulter le cas échéant les articles <i>ad hoc</i> dans les pages blanches	

AVOINE DE PRINTEMPS (<i>Avena sativa</i> L.)	
[recensement INS 2012] : 2.212 ha en Wallonie / 586 ha en Flandre / 2.798 ha en Belgique [recensement INS 2015] : 2.508 ha en Wallonie / 522 ha en Flandre / 3.040 ha en Belgique [recensement INS 2018] : 2.984 ha en Wallonie / 446 ha en Flandre / 3.469 ha en Belgique	
Période de semis :	Mi-février à début avril. Elle peut se cultiver en seconde paille L'avoine supporte bien les terres lourdes, humides et légèrement acides
Variétés commercialisées en Belgique :	Avoine blanche : ALBATROS, DALGUISE SW, DUFFY, HARMONY, SYMPHONY, VODKA, WPB ELYANN Avoine jaune : APOLLON, EFFEKTIV, ENEKO, MAX, POSEIDON Avoine noire : AUTEUIL, CORNEIL, ZORRO
Densité de semis :	200 à 250 grains/m ² . En région froide : 400 grains/m ²
Fumure azotée :	80-100 unités fractionnées : 1/3 au tallage, 2/3 au redressement En région froide 120 unités : 2/3 au tallage, 1/3 au redressement
 Désherbage * :	* Un produit autorisé en froment ne l'est pas forcément en avoine de printemps Pour toutes d'informations, n'hésitez pas à contacter le CePiCOP Généralement, uniquement des problèmes de dicotylées L'avoine est très concurrentielle vis-à-vis des adventices et est assez sensible aux herbicides
Insecticide * :	Si utile contre pucerons vecteurs de jaunisse nanisante (cf. en saison : avertissements CePiCOP)
Régulateur * :	Le principal risque de la culture est la verse
Fongicide * :	Une protection fongicide est rarement rentabilisée
Pour plus d'informations sur les produits, veuillez consulter les rubriques <i>ad hoc</i> des pages jaunes	
Récolte :	Comme le froment d'hiver
Rendement :	De 50 à 80 quintaux/ha, exceptionnellement plus selon les conditions printanières
Bon CIPAN :	Est détruite par le gel
Avantages :	Culture rustique demandant peu d'investissements Excellent précédent Culture nettoyante (adventices) en transmettant peu de maladies Sèche vite, 1 jour sec après la pluie et on peut à nouveau récolter (2 jours en froment)
Inconvénients :	Sensibilité à la verse Parfois, difficultés à la récolte : mauvaise concordance de maturité paille et grains Rejette du pied en cas de verse
Pour plus d'informations, veuillez consulter le cas échéant les articles <i>ad hoc</i> dans les pages blanches	

FROMENT DE PRINTEMPS ou ALTERNATIF	
<i>(Triticum aestivum L.)</i>	
[recensement INS 2012] : 861 ha en Wallonie / 312 ha en Flandre / 1.173 ha en Belgique [recensement INS 2015] : 1.512 ha en Wallonie / 2.019 ha en Flandre / 3.544 ha en Belgique [recensement INS 2018] : 720 ha en Wallonie / 422 ha en Flandre / 1.143 ha en Belgique	
Période de semis :	Février à début avril
Variétés de printemps commercialisées en Belgique :	EPOS, FEELING, GRANNY, LAVETT (semence bio), KWS MISTRAL, QUINTUS, SENSAS, SERVUS, TRISO, TYBALT
Variétés alternatives commercialisées en Belgique :	CELLULE, CEZANNE, VISAGE
Densité de semis :	300 à 350 grains/m ²
Fumure azotée :	Fumures plus faibles que pour le froment d'hiver de 20-30 unités
	
	* Un produit autorisé en froment d'hiver ne l'est pas forcément en froment de printemps Pour toutes d'informations, n'hésitez pas à contacter le CePiCOP
Désherbage * :	Choisir le produit en fonction des adventices présentes (en général, peu de graminées)
Insecticide * :	Rare. Si utile contre pucerons vecteurs de jaunisse nanisante (cf. en saison : avertissements CePiCOP)
Régulateur * :	En général une seule intervention
Fongicide * :	En cas de maladies, un traitement fongicide à la dernière feuille !!! Vigilance contre rouille jaune (cf. en saison : avertissements CePiCOP)
Pour plus d'informations sur les produits, veuillez consulter les rubriques <i>ad hoc</i> des pages jaunes	
Récolte :	Mi-août
Rendement :	De 70 à 90 quintaux/ha
Avantages :	Prix identique au froment d'hiver Pas de problème de commercialisation Froment en général de très bonne qualité technologique
Inconvénients :	Rendement souvent inférieur à celui du froment d'hiver
Pour plus d'informations, veuillez consulter le cas échéant les articles <i>ad hoc</i> dans les pages blanches	

ORGE DE PRINTEMPS

(Hordeum vulgare L.)

[recensement INS 2012] : 1.860 ha en Wallonie / 672 ha en Flandre / 2.532 ha en Belgique
 [recensement INS 2015] : 2.351 ha en Wallonie / 1.485 ha en Flandre / 3.853 ha en Belgique
 [recensement INS 2018] : 2.279 ha en Wallonie / 853 ha en Flandre / 3.165 ha en Belgique

Période de semis : Mi-février à début avril, mi-mars étant l'optimum

Variétés commercialisées en Belgique : **Orge brassicole de printemps** : ACCORDINE, FANDAGA, KWS FANTEX, LAUREATE, ODYSSEY, PLANET, SANGRIA, SEBASTIAN
Orge brassicole d'hiver : ETINCEL (6R), PIXEL (6R), SALAMANDRE (2R)

Préparation du sol : Labour et semis direct le même jour

Densité de semis : De 200 à 225 grains/m² en période normale.

Fumure azotée : 60 unités au tallage
 Correction éventuelle début montaison 0 à 50 unités d'azote



* Un produit autorisé en orge d'hiver ne l'est pas forcément en orge de printemps
 Pour toutes d'informations, n'hésitez pas à contacter le CePicOP

Désherbage * : Pas de préémergence en semis-hâtif

Insecticide * : Rare. Si utile, contre pucerons vecteurs de jaunisse nanisante
 Suivre les avis émis en saison

Fongicide * : Surveiller la culture en fin de tallage et à la dernière feuille

Régulateur * : Si nécessaire, ¾ dose de raccourcisseur pour orge d'hiver à la dernière feuille

Pour plus d'informations sur les produits, veuillez consulter les rubriques *ad hoc* des pages jaunes

Récolte : Avec les froments les plus précoces

Rendement : De 45 à 90 qx/ha

Intérêt : Si débouché brassicole
 Prime agri-environnementale bien adaptée

Pour plus d'informations, veuillez consulter le cas échéant les articles *ad hoc* dans les pages blanches

PRINCIPAUX STADES REPERES DE LA VEGETATION EN CEREALES

(A)	(B)	(C)	Brève description	Dates approximatives de la réalisation des stades en région limonaise			
				Froment d'hiver	Escourgeon et orge d'hiver	Froment de printemps et avoine	Orge de printemps
21	E	2	<u>Début tallage</u> : début de l'apparition des tiges secondaires ou talles.	Fin d'hiver - début mars	Avant et pendant l'hiver	Fonction de la date de semis	
26	F	3	<u>Plein tallage</u> : plante étalée. Formation de nombreuses talles.	15-30 mars	01-10 mars	et des conditions	
30	G	4	<u>Fin tallage</u> : la tige maîtresse se redresse, les talles commencent à se redresser. <u>Redressement</u> : talles dressés. Début d'allongement.	10-15 avril	20-25 mars	Particulières de la saison.	
30	H	5	<u>Epi à 1 cm</u> : fin redressement. Tout début du 1 ^{er} nœud.	20 avril	5-10 avril		
31	I	6	<u>Premier nœud</u> : se forme au ras du sol. Décalabe au toucher.	5-10 mai	20-25 avril	15-20 mai	15-20 mai
32	J	7	<u>Deuxième nœud</u> : apparition du 2 ^{ème} nœud sur la tige principale.	12-15 mai	1-5 mai	Fin mai	20-25 mai
37	K	8	<u>Apparition de la dernière feuille</u> : encore enroulée. Tige enflée au niveau de l'épi.	20-25 mai	6-10 mai	Début juin	1-10 juin
39	L	9	<u>Ligule visible</u> : ligule (oreillette) développée. Début de l'apparition des barbes pour l'escourgeon.	25 mai 1 juin	15 mai	-	-
50	N	10,1	<u>Epi émerge</u> : le sommet de l'épi sort de sa gaine.	Début juin	20-25 mai	10-15 juin	15-20 juin
58	O	10,5	<u>Epi dégagé</u> : épi complètement dégagé de sa gaine.	10-15 juin	Début juin	-	-

(A) : Echelle selon Zadoks

(B) : Echelle selon Keller et Baggiolini

(C) : Echelle selon Feekes et Large

Échelle BBCH améliorée « céréales »

Échelle BBCH des stades phénologiques des céréales (froment, blé = *Triticum* sp. L., orge = *Hordeum vulgare* L., avoine = *Avena sativa* L., seigle = *Secale cereale* L.)

Cette échelle est la référence utilisée dans le cadre de l'autorisation des produits phyto.

Légende : Code Définition

Stade principal 0 : germination, levée

- 00 semence sèche (caryopse sec)
- 01 début de l'imbibition de la graine
- 03 imbibition complète
- 05 la radicule sort de la graine
- 06 élongation de la radicule, apparition de poils absorbants et développement des racines secondaires
- 07 le coléoptile sort de la graine
- 09 levée: le coléoptile perce la surface du sol

Stade principal 1 : développement des feuilles 1, 2

- 10 la première feuille sort du coléoptile
- 11 première feuille étalée
- 12 2 feuilles étalées
- 13 3 feuilles étalées
- 1 . et ainsi de suite ...*
- 19 9 ou davantage de feuilles étalées

Stade principal 2 : le tallage³

- 20 aucune talle visible
- 21 début tallage: la première talle est visible
- 22 2 talles visibles
- 23 3 talles visibles
- 2 . et ainsi de suite ...*
- 29 fin tallage
- 1 Une feuille est étalée si sa ligule est visible ou si l'extrémité de la prochaine feuille est visible*
- 2 Le tallage ou l'élongation de la tige principale peut intervenir avant le stade 13, dans ce cas continuez avec le stade 21*
- 3 Si l'élongation de la tige principale commence avant la fin du tallage alors continuez au stade 30.*

Stade principal 3 : élongation de la tige principale

- 30 début montaison: pseudo-tiges et talles dressées, début d'élongation du premier entre- nœud, le sommet de l'inflorescence au moins à 1 cm au-dessus du plateau de tallage.
- 31 le premier nœud est au moins à 1 cm au-dessus du plateau de tallage
- 32 le deuxième nœud est au moins à 2 cm au-dessus du premier nœud
- 33 le troisième nœud est au moins à 2 cm au-dessus du deuxième nœud et que la dernière feuille n'est pas encore visible (le stade 33 est rare en froment, on passe le plus souvent du stade 32 au stade 37)
- 3 . et ainsi de suite ...*
- 37 la dernière feuille est juste visible, elle est encore enroulée sur elle-même

39 le limbe de la dernière feuille est entièrement étalé, la ligule est visible

Stade principal 4 : gonflement de l'épi ou de la panicule, montaison

41 début gonflement: élongation de la gaine foliaire de la dernière feuille

43 la gaine foliaire de la dernière feuille est visiblement gonflée

45 gonflement maximal de la gaine foliaire de la dernière feuille

47 la gaine foliaire de la dernière feuille s'ouvre

49 les premières arêtes (barbes) sont visibles (pour les variétés aristées)

Stade principal 5 : sortie de l'inflorescence ou épiaison

51 début de l'épiaison: l'extrémité de l'inflorescence est sortie de la gaine, l'épillet supérieur est visible

52 20% de l'inflorescence est sortie

53 30% de l'inflorescence est sortie

54 40% de l'inflorescence est sortie

55 mi-épiaison: 50% de l'inflorescence est sortie

56 60% de l'inflorescence est sortie

57 70% de l'inflorescence est sortie

58 80% de l'inflorescence est sortie

59 fin de l'épiaison: l'inflorescence est complètement sortie de la gaine

Stade principal 6 : floraison, anthèse

61 début floraison, les premières anthères sont visibles

65 pleine floraison, 50% des anthères sont sorties

69 fin floraison, tous les épillets ont fleuri, quelques anthères desséchées peuvent subsister

Stade principal 7 : développement des graines

71 stade aqueux: les premières graines ont atteint la moitié de leur taille finale

73 début du stade laiteux

75 stade milaitieux: contenu de la graine laiteux, les graines ont atteint leur taille finale mais sont toujours vertes

77 fin du stade laiteux

Stade principal 8 : maturation des graines

83 début du stade pâteux

85 stade pâteux mou: contenu de la graine tendre mais sec, une empreinte faite avec l'ongle est réversible

87 stade pâteux dur: contenu de la graine dur, une empreinte faite avec l'ongle est irréversible

89 maturation complète: le caryopse est dur et difficile à couper en deux avec l'ongle

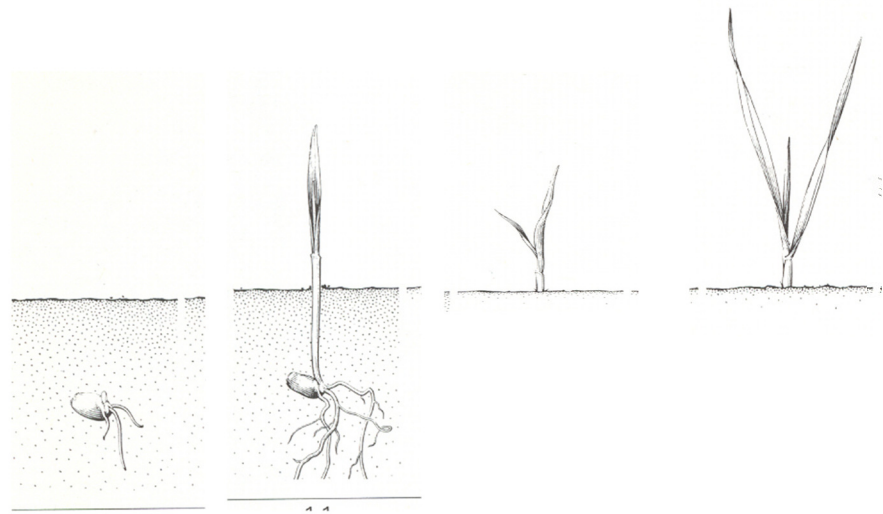
Stade principal 9 : sénescence

92 sur-maturité: le caryopse est très dur, ne peut pas être marqué à l'ongle

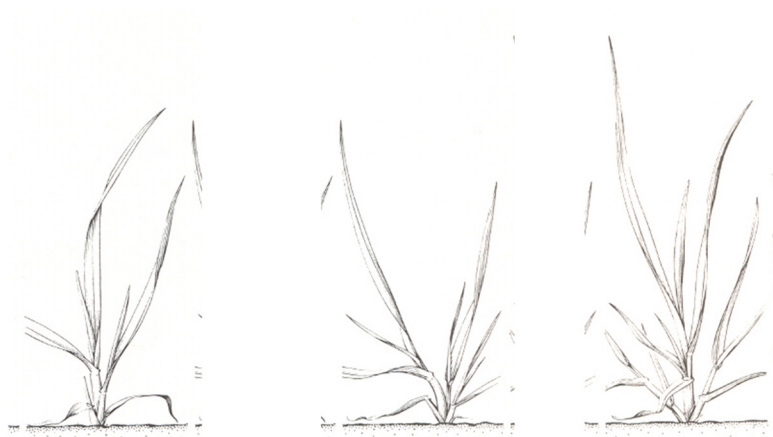
93 des graines se détachent

97 la plante meurt et s'affaisse

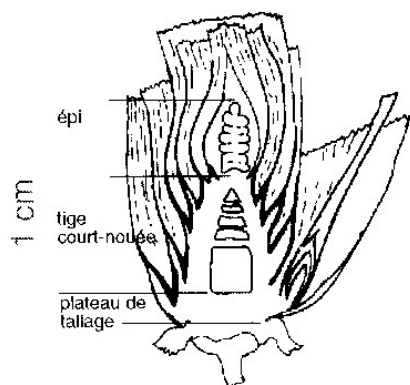
99 produit après récolte



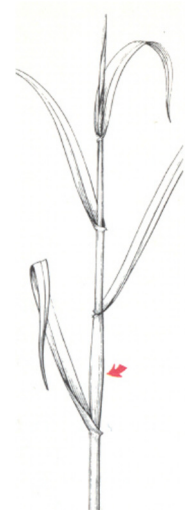
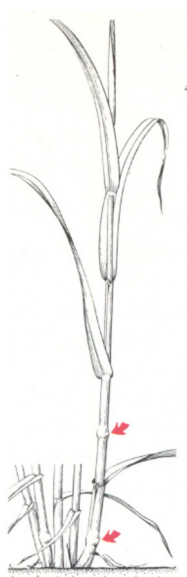
	Levée	Une feuille	Deux feuilles	Trois feuilles
BBCH	09	11	12	13
Zadoks	10	11	12	13
Keller et Baggioloni	A	B	C	D
Feekes et Large	1	1	1	1



	Début tallage	Plein tallage	Fin tallage
BBCH	21	22 à 28	29
Zadoks	21	26	30
Keller et Baggioloni	E	F	H
Feekes et Large	2	3	4



BBCH	Redressement	Premier nœud
	30	31
	30	31
	H	I
	5	6
Keller et Baglioloni		
Feekes et Large		



BBCH	Deuxième nœud	Apparition de la dernière feuille
	32	37
	32	37
	J	K
	7	8
Keller et Baglioloni		
Feekes et Large		

60 Stades repères



	Ligule visible	Gaine éclatée	Emergence de l'épi
BBCH	39	47	51
Zadoks	39	45	50
Keller et Baggioloni	L	M	N
Feekes et Large	9	10	10.1



	Epi dégagé	Début floraison
BBCH	59	61
Zadoks	58	60
Keller et Baggioloni	O	P
Feekes et Large	10.5	10.5.1

CALENDRIER DES TRAVAUX CULTURAUX

Les avis de **avertissement** « CePICOP – Actualité »

Recevoir dès après rédaction les avis de **avertissement** céréales, colza par fax ou courriel (La gratuité est réservée aux agriculteurs)

Contact : Xavier Bertel: 0468/383972 ; xb.cepicop@centrespilotes.be ; les avis de **avertissement** sont également consultables sur <https://centrespilotes.be>

	Escourgeon	Froment d'hiver - Epeautre - Triticale	Froment de printemps	Avoine de printemps	Orge de printemps
Septembre	à partir du 20, semis <i>dés herbager en prélevé*</i>				
Octobre	Fin des semis dés herbager en post précoce <i>fin octobre</i> <i>dés herbager post-automne*</i> Aphicide* Aphicide*	à partir du 10, semis <i>dés herbager en prélevé*</i>			
Novembre		fin des herbicides prélevée Aphicide*			
Janvier	tallage	fin des semis	à partir de février, semis dés herbager en prélevé	à partir de fin février, semis dés herbager en prélevé	fin janvier à début avril, semis
Février	<i>dés herbager anti-graminées*</i>	<i>herbicides anti-graminées*</i>			
Mars	5-10 mars 1 ^{ère} fraction de N		tallage 1 ^{ère} fraction de N	tallage 1 ^{ère} fraction de N	tallage 1 ^{ère} fraction de N <i>herbicides anti-dicotylées*</i> <i>herbicides anti-graminées*</i> Aphicide*
Avril	5-10 avril 2 ^{ème} fraction de N Surveillance maladies	2 ^{ème} fraction de N régulateurs anti-verse, Cycocel fin des herbicides anti-graminées	redressement 2 ^{ème} fraction de N régulateurs anti-verse, Cycocel	redressement 2 ^{ème} fraction de N Aphicide*	
Mai	Surveillance maladies <i>Fongicide au 1^{er} noëud*</i> 1-5 mai 3 ^{ème} fraction de N si liquide fin des herbicides anti-dicotylées 5-10 mai 3 ^{ème} fraction de N si solide régulateurs anti-verse protection fongicide 20 mai	Surveillance maladies 1 <i>Fongicide maladies du pied*</i> 10-15 mai fin des herbicides anti-dicotylées 20-25 mai 3 ^{ème} fraction de N régulateurs anti-verse* <i>protection fongicide*</i>	1 fin des herbicides anti-dicotylées protection fongicide	1 fin des herbicides anti-dicotylées protection fongicide	2 ^{ème} fraction de N* 1 ^{er} noëud : 10 - 15 mai <i>fin des aphicides*</i> <i>protection fongicide*</i> fin des herbicides
Juin		1 - 10 juin : épiaison fongicide <i>insecticide*</i>	dernière feuille fin juin fongicide	dernière feuille régulateurs anti-verse, Cycocel	dernière feuille régulateur
Juillet	récolte				
Août		récolte	fin août : récolte	récolte	récolte

* travail éventuel, cf. avis de **avertissement**