



Livre Blanc Céréales

1967-2017

50 ans de partenariat entre
agriculteurs et chercheurs

Edition Février 2017



Gembloux Agro-Bio Tech
Université de Liège



ASBL Centre Provincial Liégeois
des Productions Végétales
et Maraîchères



Il y a 50 ans, sous l'impulsion de René Laloux, Professeur à la Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat à Gembloux et de Louis Detroux, Chef de la Section de biologie à la Station de phytopharmacie du Centre de Recherches agronomiques de l'Etat à Gembloux, des scientifiques des deux institutions s'associaient librement pour produire une brochure de vulgarisation « *destinée par priorité à la méditation et à la critique des agriculteurs* » qui venaient écouter leurs conférences.

Progressivement une unité s'est formée d'elle-même entre les chercheurs qui y participaient par l'effet de leur commune et profonde aspiration à servir le progrès et les hommes.

Le contenu de cette brochure était soutenu par les études qu'ils réalisaient sur les techniques en évolution accélérée à l'époque. Les différents chapitres se voulaient être une mise à jour des connaissances sur les questions d'actualité et présentaient une synthèse des conclusions des expériences réalisées dans différents services à Gembloux.

Dans l'avant-propos de la brochure de 1967, René Laloux écrivait : « *Si ce propos peut-être la cause d'une amélioration de la production, si, plus modestement, il apporte à nos agriculteurs une meilleure compréhension de leur art, avec les satisfactions matérielles et morales qu'ils en retireront nécessairement, nos vœux les plus profonds seront réalisés.* ».

Tout au long de ce demi-siècle, les techniques culturales et les modalités d'utilisation des intrants se sont renouvelés en fonction des avancées technologiques dans les domaines de l'amélioration variétale, de la nutrition des plantes, des produits de protection des cultures et de la mécanisation mais aussi sous l'influence de l'évolution des contraintes légales, socio-économiques et environnementales auxquelles l'agriculture a été soumise.

Dès le début, l'esprit qui animait l'équipe du Livre Blanc Céréales a été imprégné de la volonté de prôner des conseils d'utilisation modérée et surtout raisonnée sur des bases scientifiques des intrants prenant en compte la diversité des situations culturales rencontrées chez les agriculteurs. Il s'est nourri des expériences des agriculteurs grâce aux échanges multiples et empreints de respect mutuel que les chercheurs ont toujours entretenu avec eux et leurs conseillers, préfigurant ainsi ce que l'on appelle aujourd'hui la recherche participative.

Bien avant la lettre, la prise en compte du respect de l'environnement (compte tenu des connaissances de l'époque) a aussi été une préoccupation des chercheurs : ainsi dès 1974, la teneur en azote du profil cultural entrainait dans le raisonnement des fumures recommandées.

Tout comme les techniques, l'équipe qui construit pour vous le Livre Blanc Céréales s'est renouvelée au fil des années. Elle s'est d'ailleurs étoffée au cours du temps accueillant d'autres partenaires : l'UCL et les services agricoles des provinces. Au travers de tous ces changements, elle a su garder intacte sa motivation et rester fidèle à son engagement à fournir aux céréaliculteurs des aides concrètes à la bonne décision.

La création du nouveau site internet Livre Blanc Céréales est une étape nouvelle qui va permettre un accès permanent, plus rapide et convivial aux informations émanant des chercheurs. Ce site est conçu pour offrir à chacun des outils d'aide à la décision permettant une personnalisation du conseil à la parcelle et à terme de profiter des apports des données numériques à la gestion des cultures.

La céréaliculture va devoir faire face à de nouveaux défis, l'équipe du Livre Blanc Céréales sera toujours auprès des agriculteurs pour leur fournir les informations les plus pertinentes possibles pour les épauler sur les chemins de la transition.

Bernard Bodson et Bernard Watillon

Co-éditeurs du Livre Blanc Céréales

Sommaire

- 1. Aperçu climatologique pour les années culturales 2015-2017**
- 2. Implantation des cultures**
- 3. Lutte contre les mauvaises herbes**
- 4. La fumure azotée**
- 5. Régulateurs de croissance**
- 6. Lutte intégrée contre les maladies**
- 7. Lutte intégrée contre les ravageurs**
- 8. Orges brassicoles**
- 9. Une nouveauté en épeautre en 2016 : Sérénité**
- 10. Perspectives**

Commander le Livre Blanc

16,00 € (12 € + 4 € pour frais d'envoi)
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.livre-blanc-cereales.be>

<http://www.cereales.be>

<http://www.cra.wallonie.be>

<http://www.gembloux.ulg.ac.be/pt/>

<http://www.cepicop.be>

Prévision du conseil de fumure

Le logiciel de détermination des fumures peut être obtenu gratuitement par E-mail sur
demande : Bruno.Monfort@guest.ulg.ac.be

Avertissements « CADCO - Actualités – Céréales »

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

Recevoir gratuitement les avis
« CADCO - Actualités – Céréales »
dès après rédaction par fax ou courriel.
Inscrivez-vous auprès de X. Bertel :
tél. 081/62 56 85 ou cadcoasbl@cadcoasbl.be
La gratuité du service est réservée aux agriculteurs.

Ces avis sont également publiés dans la presse agricole
et sur notre site Internet <http://www.cadcoasbl.be>

Reproduction uniquement partielle et subordonnée à l'indication de la source

Services ayant collaborés à cette édition :

UNIVERSITÉ DE LIÈGE – GEMBLoux AGRO-BIO TECH

DÉPARTEMENT AGROBIOCHEM

Phytotechnie tempérée

Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 21 41 – fax: 081/62 24 07 – E-mail: b.bodson@ulg.ac.be

B. Bodson, D. Eylembosch, J. Pierreux, B. Dumont

Microbiologie et génomique

Avenue Maréchal Juin 6 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 23 53 – E-mail: M.Vandenbol@ulg.ac.be

M. Vandenbol, N. Theodorakopoulos

DÉPARTEMENT BIOSE

Eau – Sol – Plantes

Avenue Maréchal Juin 27 – 5030 Gembloux, tél: 081 62.25.38 – Email: gilles.colinet@ulg.ac.be

G. Colinet, Ch. Vandenberghe

Échanges Ecosystèmes - Atmosphère

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

M. Aubinet, B. Longdoz, B. Heinesch, F. Broux, M. Lognoul

UNITÉ DE RECHERCHE TERRA

Agriculture Is Life

Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux, tél: 081 62.21.41 – Email: b.bodson@ulg.ac.be

B. Bodson, M-P. Hiel, S. Artu, S. Barbieux

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

PRODUCTION INTÉGRÉE DE CÉRÉALES EN RÉGION WALLONNE (Service Public de Wallonie, Direction Générale de l'Agriculture)

Unité de Phytotechnie

Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux, tél: 081/62 21 41 – 081/62 21 39 – fax: 081/62 24 07 –

E-mail: wr.meza@ulg.ac.be

B. Bodson, R. Meza

GROUPE POUR LA VALORISATION DES RECHERCHES DANS LE SECTEUR DES PRODUCTIONS AGRICOLES (APE 2242, M. Sindic, B. Bodson, Y. Beckers) (Min. Emploi et Travail, FOREM)

Unité de Phytotechnie

Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux, tél: 081/62 21 41 – 081/62 21 39 – fax: 081/62 24 07 –

E-mail: Bruno.Monfort@guest.ulg.ac.be

B. Monfort

C.A.D.C.O. asbl – (Centre Agricole pour le Développement des Céréales et des Oléo-protéagineux)

Chemin de Liroux 2 – 5030 Gembloux – <http://cacdoasbl.be>

Tél: 081/62 56 85 – fax: 081/62 56 89 – E-mail: cadcoasbl@cadcoasbl.be

X. Bertel

A.P.P.O. asbl – (Association pour la promotion des protéagineux et des oléagineux)

Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 21 37 – fax: 081/62 24 07 – E-mail: appo.gembloux@ulg.ac.be

C. Cartrysse

UNIVERSITÉ DE LIÈGE – ARLON CAMPUS ENVIRONNEMENT

DÉPARTEMENT DES SCIENCES ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Eau, Environnement, Développement

Avenue de Longwy 185 – 6700 Arlon – Tél: 063 23 08 29 – Email: bernard.tychon@ulg.ac.be

B. Tychon, J. Wellens

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@ulg.ac.be

V. Van Remoortel

GRENERA asbl – Groupe de Recherche Environnement et Ressources Azotées

Laboratoire de Géopédologie

Avenue Maréchal Juin 27 - 5030 Gembloux – Tél: 081/62 25 40 – E-mail: c.vandenberghe@ulg.ac.be

Ch. Vandenberghe

CENTRE WALLON DE RECHERCHES AGRONOMIQUES (CRA-W) GEMBLoux

DIRECTION GENERALE

Rue de Liroux, 9 – 5030 Gembloux – Tél: 081/62 65 55 – fax: 081/62 65 59

DEPARTEMENT SCIENCES DU VIVANT

Chaussée de Charleroi, 234 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 73 70 – fax: 081/62 73 99

B. Watillon, Inspecteur général scientifique

b.watillon@cra.wallonie.be

Unité Amélioration des Espèces et Biodiversité

Chaussée de Charleroi, 234 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 73 70 – fax: 081/62 73 99

M. Lateur, Coordinateur d'Unité

lateur@cra.wallonie.be

E. Escarnot

Unité Biologie des nuisibles et biovigilance

Chaussée de Charleroi, 234 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 73 70 – fax: 081/62 73 99

B. Watillon, Inspecteur général scientifique

b.watillon@cra.wallonie.be

A. Chandelier

Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

Rue du Bordia, 11 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 52 62 – fax: 081/62 52 72

M. De Proft, Directeur d'Unité

deproft@cra.wallonie.be

**M. Duvivier, F. Henriët, S. Chavalle, C. Bataille,
L. Hautier**

Unité mode d'élevage, bien-être et qualité

Rue de Liroux, 8 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 67 72

J. Wavreille, Directeur d'Unité

deproft@cra.wallonie.be

V. Decruyenaere

DEPARTEMENT PRODUCTIONS ET FILIERES

Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 50 00 – fax: 081/61 41 52

Ph. Druart, Inspecteur général scientifique

druart@cra.wallonie.be

Unité Stratégies phytotechniques

Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 50 00 – fax: 081/61 41 52

J.-P. Goffart, Coordinateur d'Unité

goffart@cra.wallonie.be

**G. Jacquemin, Ph. Burny, M. Abras, R. Bacchetta,
A. Delcour**

Unité Nutrition animale et Durabilité
Chemin de Liroux, 8 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 67 70 – fax: 081/61 58 68

E. Froidmont, Coordinateur d'Unité
froidmont@cra.wallonie.be

Unité Machinisme et Infrastructure agricoles
Chaussée de Namur, 146 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 71 40 – fax: 081/61 58 47

B. Huyghebaert, Coordinateur d'Unité
huyghebaert@cra.wallonie.be
F. Rabier, G. Dubois, G. Defays, J-F. Pollart,
F. Van Stappen, Q. Limbourg

DEPARTEMENT AGRICULTURE ET
MILIEU NATUREL

Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 50 00 – fax: 081/61 41 52

D. Stilmant, Inspecteur général scientifique
stilmant@cra.wallonie.be

Unité Fertilité des Sols et Protection des Eaux
Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 50 00 – fax: 081/61 41 52

C. Roisin, Coordinateur d'Unité
roisin@cra.wallonie.be
V. Reuter

**Unité Physico-chimie et résidus des produits
phytopharmaceutiques et des biocides**
Rue du Bordia, 11 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 52 62 – fax: 081/62 52 72

O. Pigeon, Coordinateur d'Unité
pigeon@cra.wallonie.be

**Unité Physico Systèmes agraires, territoires
et technologie de l'information**
Rue de Liroux, 9 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 65 74 – fax: 081/62 65 59

V. Planchon, Coordinateur d'Unité
v.planchon@cra.wallonie.be
D. Rosillon, D. Goffart, Y. Curnel

DEPARTEMENT VALORISATION
DES PRODUCTIONS

Chaussée de Namur, 24 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 03 50 – fax: 081/62 03 88

P. Dardenne, Inspecteur général scientifique
dardenne@cra.wallonie.be

**Unité Technologie de la Transformation
des Produits**
Chaussée de Namur, 24 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 03 50 – fax: 081/62 03 88

G. Sinnaeve, Coordinateur d'Unité
sinnaeve@cra.wallonie.be
S. Gofflot

Unité Qualité des Produits
Chaussée de Namur, 24 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 03 50 – fax: 081/62 03 88

V. Baeten, Coordinateur d'Unité
baeten@cra.wallonie.be
J. A. Fernández Pierna

Unité Authentification et traçabilité
Chaussée de Namur, 24 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 03 50 – fax: 081/62 03 88

G. Berben, Inspecteur général scientifique
berben@cra.wallonie.be
F. Debode

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

Earth and Life Institute, Pôle agronomie
Croix du Sud 2 bte L7.05.02 – B-1348 Louvain-la-Neuve
Tél: 010/47 37 14 – fax: 010/47 38 33

P. Defourny

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: 019/69 66 82 – Fax: 019/69 66 99 – E-mail : benoit.heens@provincedeliege.be

B. Heens, responsable technique, **J. Legrand**

PROVINCE DE NAMUR – AGRICULTURE

OPA (Office Provincial Agricole Ciney)
Rue de Saint-Quentin, 14 – 5590 Ciney
Tél: 081/77 56 35 – E-mail : pierre.courtois@province.namur.be

P. Courtois, directeur, **A. Vilret**

HAINAUT DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL

CARAH asbl
Rue Paul Pastur, 11 – 7800 Ath
Tél: 068/264630 – E-mail: mahieu@carah.be

M. Van Koninckxloo, **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

CONSEIL DE FILIÈRE WALLONNE GRANDES CULTURES

Avenue Comte de Smet de Nayer, 14 – 5000 Namur
Tél: 0472/69 75 71 – E-mail: cfgc@cra.wallonie.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.pannecoucque@ilvo.vlaanderen.be
Dr. Ir. Joke Pannecoucque, Chercheur scientifique

LABORATOIRE D'ANALYSES DE SOLS DU RESEAU REQUASUD

Province de Liège

Station Provinciale d'Analyses Agricoles de Tinlot
Responsable: **De Schaetzen M-A.**
Rue de Dinant, 110 – 4557 Tinlot
Tel: 085/24.38.00 – Fax: 085/24.38.01 – 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
Direction: **Ir. F. Demeuse**
Rue Saint-Nicolas 17 – 1310 La Hulpe
Tel: 02/656 09 70
E-mail: labo.lahulpe@skynet.be
Contacts: **Ir. P. Coutisse - Ir. P. Lizin - Ir. Q. Duchenne**

Province de Namur

Office Provincial Agricole
Direction: **P. Courtois**
Rue de Saint-Quentin, 14 – 5590 Ciney
Tél: 081/77 56 35 – 081/77 68 16
Ir Conseil: **J. Balon** (477/79 07 57)

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**

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA)

Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes
Domaine St-Paul - Site Agroparc 228, route de l'Aérodrome CS40509 à 84914 AVIGNON CEDEX 9
Tel : +33 (0) 4 32 72 22 10 – E-mail: chantal.gars@avignon.inra.fr
Contacts: **F. Baret, M. Weiss, J. Jiang**

VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH ONDERZOEK (VITO)

Agriculture Research Group
Boeretang 200, 2400 Mol – Tel : 0/14 33 68 45 – Fax: 14 32 27 95 – E-mail: isabelle.piccard@vito.be
Contacts: **I. Piccard, A. Gobin, D. Qinghan**

Site internet



V. Planchon¹, C. Bataille², S. Chavalle², M. Duvivier², F. Henri², G. Jacquemin³,
B. Dumont⁴, D. Eyllenbosch⁴, M.P. Hiel⁵, R. Meza⁶ et X. Bertel⁷

A l'occasion des 50 ans du Livre Blanc Céréales, un nouveau site internet et un logo 'Livre Blanc Céréales' viennent d'être créés. Une nouvelle présentation, une nouvelle structure, de nouveaux outils afin de conseiller les agriculteurs d'aujourd'hui et de demain.

Au niveau de la page '**Accueil**', les principaux événements seront affichés et des liens de redirection seront accessibles afin de voyager facilement sur le site (actualités, maladies, téléchargements, etc.).

La page '**Actualités**' concernera les principales actualités liées aux céréales en Wallonie ; les avertissements du CADCO y seront affichés dès le début de la saison de culture 2017.

Les principales '**Thématiques**' concerneront les rubriques classiques du Livre Blanc Céréales, à savoir, le semis, les variétés, le désherbage, les fumures, les régulateurs, les maladies.

Dans la page '**Outils**', différents outils d'aide à la décision seront disponibles, dont le fichier qui permet de calculer la fumure azotée 'Livre Blanc Céréales', un outil d'aide au choix variétal, un outil de calcul de la densité de semis... D'autres outils viendront s'ajouter au fil de l'année.

Dans l'onglet '**Phyto**' la liste des produits phytopharmaceutiques autorisés sera 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

¹ CRA-W – Dpt Agriculture et Milieu naturel – Unité Systèmes agraires, Territoire et Technologies de l'Information

² CRA-W – Dpt Sciences du Vivant – Unité Protection des plantes et Ecotoxicologie

³ CRA-W – Dpt Productions et Filières – Unité Stratégies phytotechniques

⁴ ULg – Gx-ABT – AgroBioChem – Phytotechnie tempérée

⁵ ULg – Gx-ABT – TERRA research center – AgricultureIsLife

⁶ ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

⁷ CADCO asbl

Blanc Céréales’ ; les versions précédentes des ‘Livre Blanc Céréales’ sont également disponibles à ce niveau.

Toutes les équipes concernées par l’organisation du ‘Livre Blanc Céréales’ sont présentées au niveau des ‘**Contacts**’.

Le commande du ‘Livre Blanc Céréales’ sera également réalisable via le site.

Ce nouveau site internet ‘Livre Blanc Céréales’ sera disponible aux adresses suivantes:

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

Présentation de la page sur la Thématique du Semis présentée sur le site internet.



Livre Blanc Céréales

Accueil · Actualités · Thématiques · Outils · Phyto · A propos · Contact

Semis

Livre blanc céréales > Thématiques > Semis

Recherche... Rechercher

L'implantation des cultures, une étape clé

L'implantation de la culture est une étape clé du processus de production. Elle requiert une grande attention et doit, à l'instar d'autres interventions culturales comme la fumure et la protection de la culture, être raisonnée à la parcelle. **Dans le cadre d'une gestion intégrée des maladies et des ravageurs, le choix variétal, la date de semis, la densité de semis et le travail du sol sont les premiers leviers à actionner pour assurer l'état de santé de la culture.**

Pour une implantation réussie, un certain nombre de règles doivent être respectées:

- **Choisir la variété** : un choix variétal adapté à la parcelle et aux objectifs de l'agriculteur permet d'assurer le rendement, de limiter les risques (maladies, ravageurs, verse) et d'assurer les débouchés. Le choix des variétés à emblaver ne doit pas avoir pour but de produire le plus possible mais d'assurer le meilleur revenu à l'agriculteur
- **Ne pas semer trop tôt** : semer trop tôt, c'est exposer la culture à un certain nombre de risques qui peuvent mener à une augmentation des coûts de production et à une diminution du potentiel de rendement
- **Ne pas semer à trop forte densité** : raisonner la dose de semis, c'est réduire les coûts d'implantation de la culture
- **Soigner la préparation du sol** : un sol bien préparé permet une levée rapide de la culture et une résilience plus importante face aux aléas climatiques
- **Semer à la bonne profondeur** : une graine bien positionnée augmente les chances de la culture de lever rapidement
- **Protéger les semis** : la désinfection fongicide des semences est recommandée pour lutter contre les champignons pathogènes transmis par les semences et aussi contre ceux se trouvant dans le sol et qui peuvent affecter la germination et la levée.

Un ensemble de **résultats d'essais** sur l'implantation des cultures de céréales sont disponibles sur ce site.

Livre Blanc Céréales de septembre 2016

Remerciements : *merci à Hervé Noël et Geneviève Minne pour la réalisation du site internet.*

1. Aperçu climatologique pour les années culturales 2015-2017

D. Rosillon¹, B. Dumont², S. Artru³ & V. Planchon¹

1	Stations météorologiques exploitées.....	2
2	Bilan de la saison en Wallonie.....	3
2.1	Saison 2015-2016	3
2.2	Saison 2016-2017	4
3	Climat à la station météorologique d’Ernage, Gembloux	5
4	Mise en évidence d’évènements météorologiques marquants.....	8
4.1	Un mois de juin 2016 très pluvieux et peu ensoleillé	9
4.2	Un début de saison 2017 très sec	11

¹ CRA-W – Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité Systèmes agraires, territoire et technologie de l’information

² ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérées

³ ULg – Gx-ABT – TERRA research center – AgricultureIsLife

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. Ces stations ont été choisies pour la longueur de leur historique et pour leur répartition spatiale au sein de la Wallonie qui permet de couvrir un maximum de régions agricoles. La carte reprise à la figure 1.1 permet de localiser les différentes stations.



Figure 1.1 : Localisation des différentes stations météorologiques du réseau Pameseb 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 de la saison en Wallonie

2.1 Saison 2015-2016

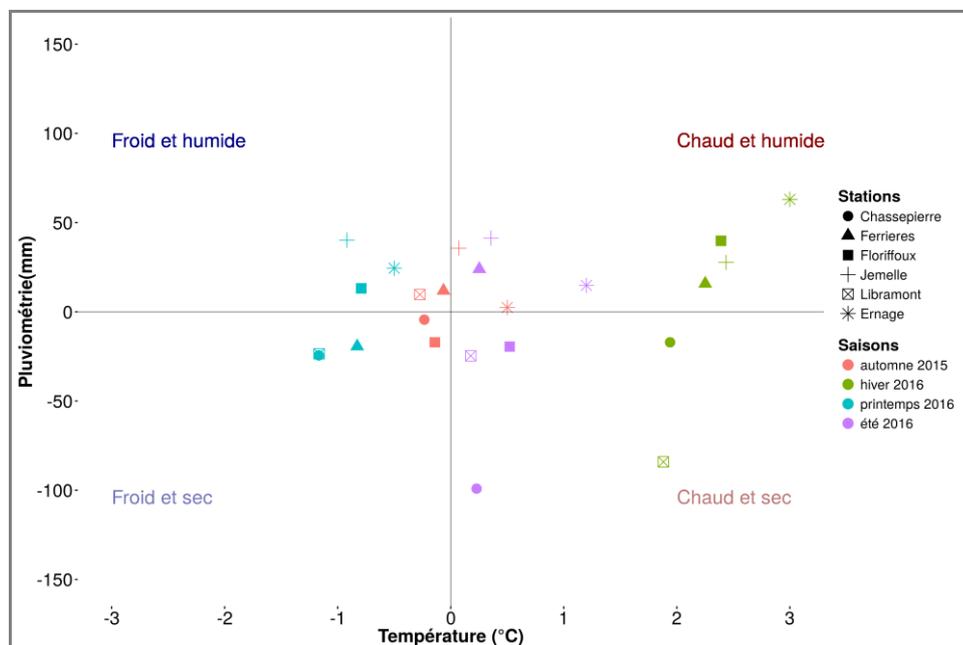


Figure 1.2 : Saison 2015-2016 - Température et pluviométrie : écart par rapport aux moyennes historiques.

L'**automne 2015** a été **normal** tant au niveau des températures que des précipitations. Les hautes températures observées durant le mois de novembre ont été contre-balançées par un mois de septembre et surtout d'octobre 2015, en particulier sur la deuxième décennie, plus froid que les moyennes.

L'**hiver 2016** a été **très doux**. Les températures ont été supérieures aux moyennes historiques de plus de 2°C sur l'ensemble des stations analysées et varient de +1,9°C à Libramont et Chassepierre à +3°C à Ernage. La situation pluviométrique varie en fonction des régions. Un déficit pluviométrique est observé sur l'Ardenne et la Gaume avec -84 mm à Libramont et -24 mm à Chassepierre. Un surplus pluviométrique est observé sur le Condroz et la région limoneuse avec +40 mm à Floriffoux et +63 mm à Ernage.

Le **printemps 2016** a été **légèrement plus froid** qu'une année moyenne. L'écart par rapport à la moyenne varie de -0,5°C pour Ernage à -1,2°C pour Chassepierre et Libramont. Les précipitations ont été proches d'une année normale.

L'**été 2016** a été **légèrement plus chaud** qu'une année normale. L'écart par rapport à la moyenne varie de +0,2°C à Libramont et Chassepierre à +1,2°C à Ernage. La situation pluviométrique varie en fonction des régions. Un déficit pluviométrique est marqué sur la Gaume (-99 mm à Chassepierre). Les précipitations pour les autres régions sont proches de la moyenne pour lesquelles les fortes précipitations du mois de juin ont été contrebalancées par

1. Aperçu climatologique

les épisodes secs des mois de juillet et août.

2.2 Saison 2016-2017

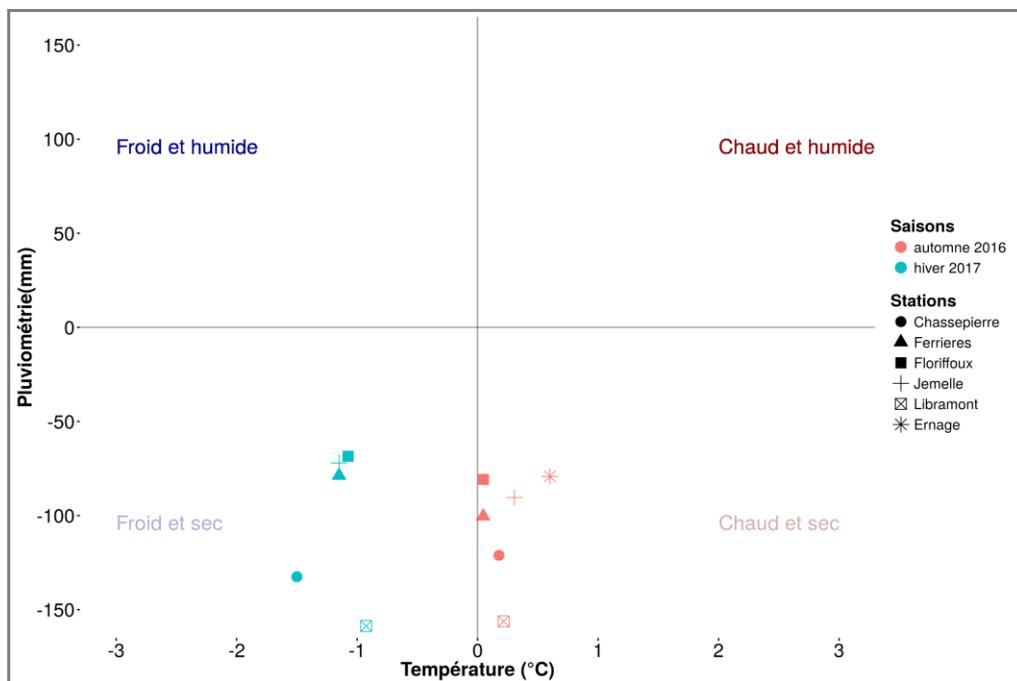


Figure 1.3 : Saison 2016-2017 - Température et pluviométrie : écart par rapport aux moyennes historiques.

L'**automne 2016** a été **très sec** sur l'ensemble des régions. Les déficits pluviométriques varient de -80 mm à Ernage et Floriffoux et sont particulièrement marqués sur le sud de la Wallonie avec -121 mm en Gaume (Chassepierre) et -156 mm en Ardenne (Libramont).

Le **début de l'hiver 2016** (décembre 2016 à début janvier 2017) est **très sec et froid**. Les déficits pluviométriques sont particulièrement marqués sur le sud de la Wallonie avec -132 mm en Gaume et -159 mm en Ardenne. Les déficits de température varient entre -0,9°C en Ardenne et -1,6°C en Gaume.

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 2015 au 29 février 2016, à la Figure 1.6 pour la période allant du 1^{er} mars 2016 au 31 août 2016 et à la Figure 1.8 pour la période allant du 1^{er} septembre 2016 au 31 décembre 2016.

Le bilan (Précipitations – ETP⁴) 2015-2016 et le bilan (Précipitations – ETP) normal (en mm) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM) sont présentés par décade du 1^{er} septembre 2015 au 29 février 2016 à la Figure 1.5, du 1^{er} mars 2016 au 31 août 2016 à la Figure 1.7 et du 1^{er} septembre 2016 au 31 décembre 2016 à la Figure 1.9.

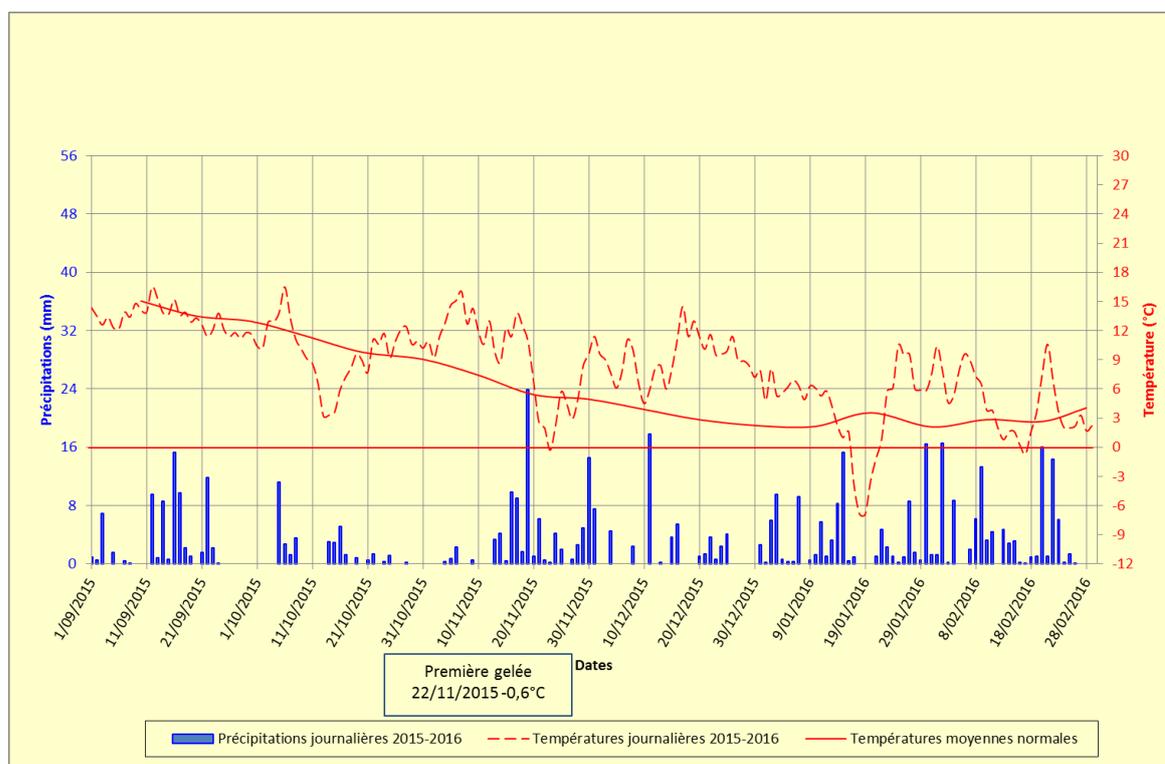


Figure 1.4 : Précipitations journalières (mm), températures journalières (°C), températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux, du 1^{er} septembre 2015 au 29 février 2016.

⁴ ETP : Evapotranspiration

1. Aperçu climatologique

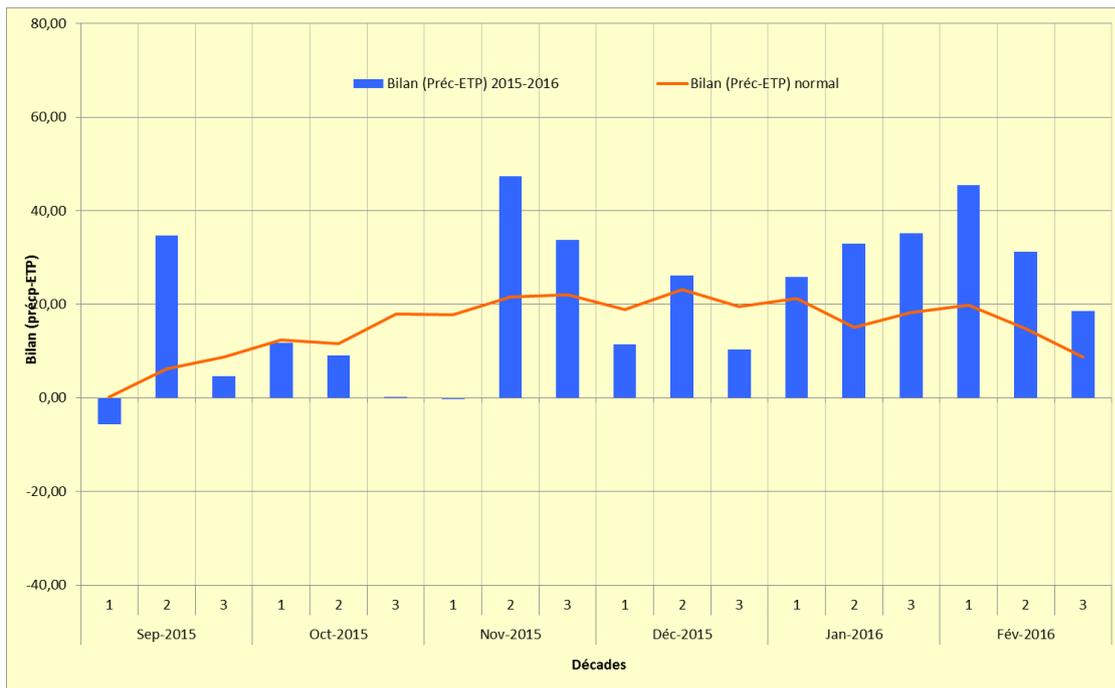


Figure 1.5 : Bilan (Précipitations – ETP) 2015-2016 et bilan (Précipitations - ETP) normal en mm, par décade du 1^{er} septembre 2015 au 29 février 2016 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM).

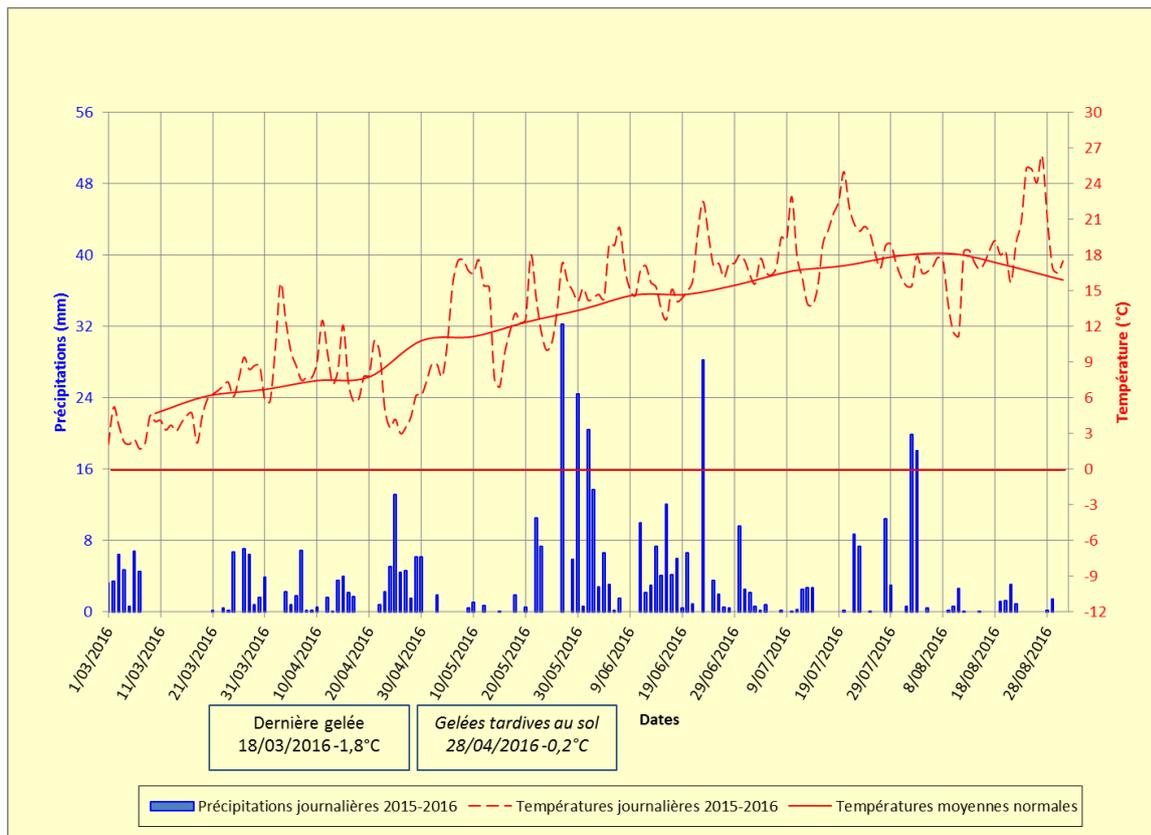


Figure 1.6 : Précipitations journalières (mm), températures journalières (°C), températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux, du 1^{er} mars 2016 au 30 août 2016.

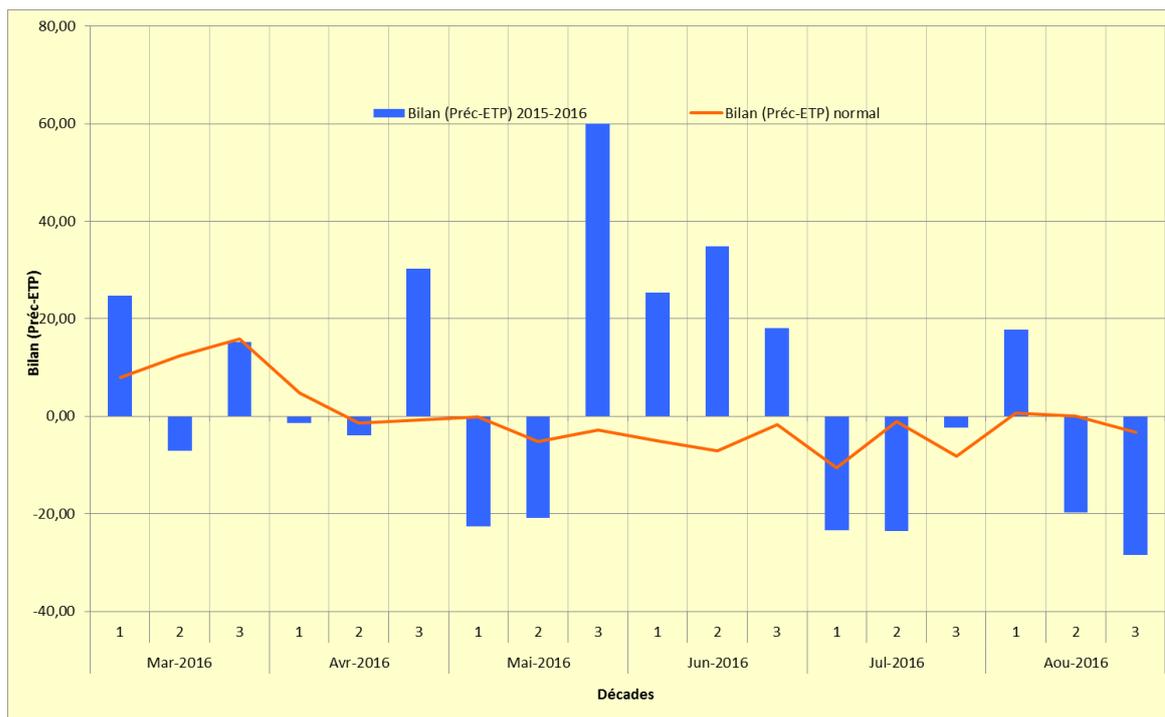


Figure 1.7 : Bilan (Précipitations – ETP) 2015-2016 et bilan (Précipitations – ETP) normal en mm, par décennie du 1^{er} mars 2016 au 31 août 2016 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM).

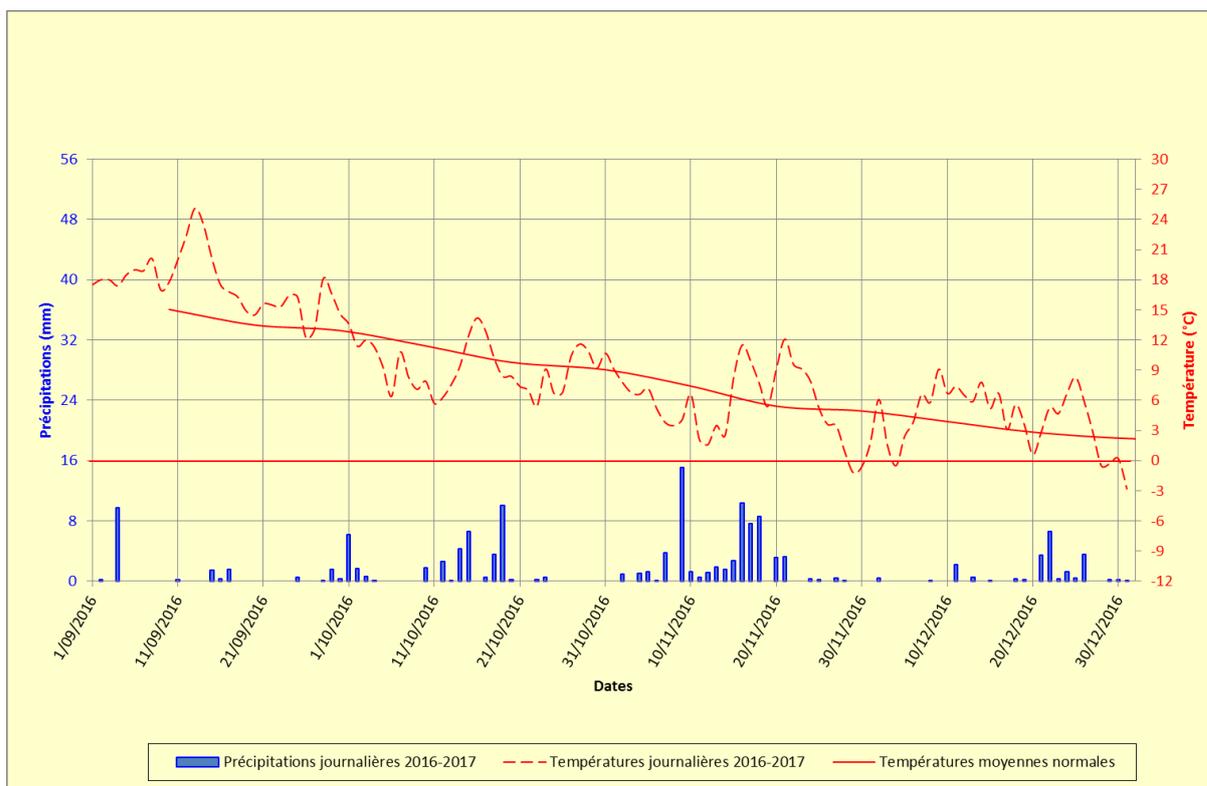


Figure 1.8 : Précipitations journalières (mm), températures journalières (°C), températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d'Ernage-Gembloux, du 1^{er} septembre 2016 au 31 décembre 2016.

1. Aperçu climatologique

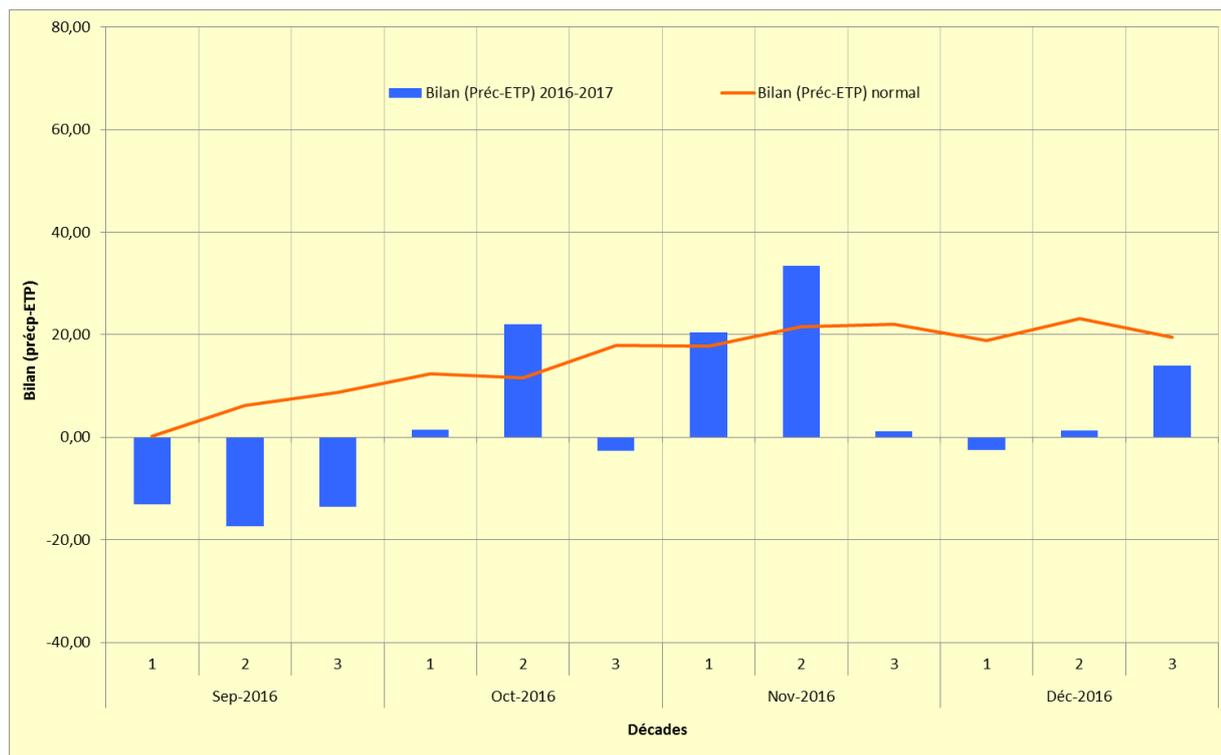


Figure 1.9 : Bilan (Précipitations - ETP) 2016-2017 et bilan (Précipitations - ETP) normal en mm, par décennie du 1^{er} septembre 2016 au 31 décembre 2016 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (IRM).

4 Mise en évidence d'évènements météorologiques marquants

L'objectif de ce chapitre est de ressortir des évènements météorologiques marquants qui peuvent avoir un impact sur les céréales. Deux évènements sont analysés : le mois de juin 2016 et le début de la saison 2016-2017.

Ces deux évènements se rapportent à des précipitations anormales. Le caractère excessif ou déficitaire des précipitations est apprécié sur base d'un indice pluviométrique qui permet de comparer des cumuls pluviométriques par rapport aux moyennes historiques. L'indice pluviométrique est calculé de la sorte :

$$\text{indice pluviométrique [-]} = \text{précipitations observées [mm]} / \text{précipitations historiques [mm]}$$

Un indice inférieur à 1, représenté sur les cartes par des zones de couleur orange/rouge, signifie que la période a été plus sèche qu'attendu. Un indice supérieur à 1, représenté sur les cartes par des zones de couleur vert/bleu, signifie que la période a été plus humide qu'attendu.

4.1 Un mois de juin 2016 très pluvieux et peu ensoleillé

La période allant de fin mai à fin juin 2016 a été particulièrement arrosée. A Ernage, les précipitations du mois de juin s'élevaient à 149 mm soit près de deux fois les précipitations normales (76 mm).

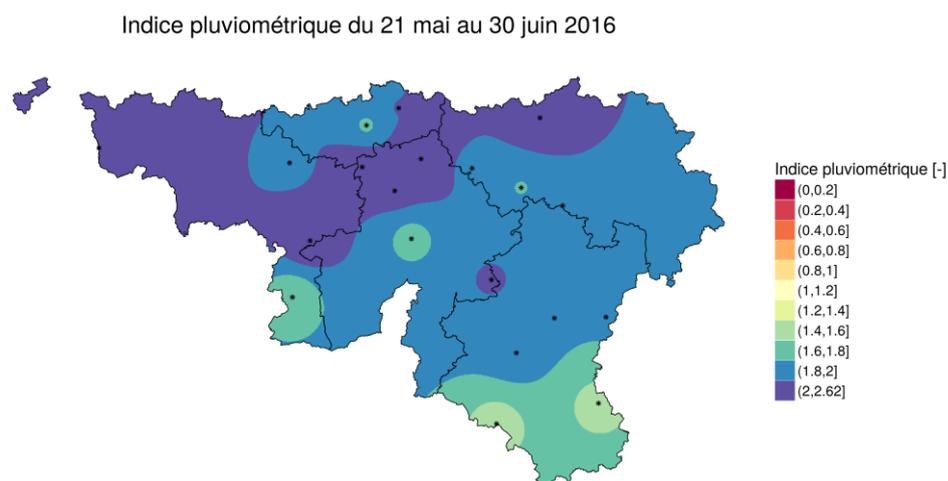


Figure 1.10 : Carte des indices pluviométrique en Wallonie du 21 mai 2016 au 30 juin 2016.

On observe sur l'ensemble de la Wallonie des cumuls pluviométriques bien supérieurs à une année moyenne selon un gradient sud-nord. Le surplus pluviométrique est particulièrement marqué dans les régions céréalières (nord du sillon Sambre et Meuse). Ces régions ont reçu plus de deux fois les précipitations attendues avec des indices proches de 2 ou supérieur. Une exception est à noter pour la station de Louvain-la-Neuve où l'indice est de 1,76. L'excédent pluviométrique le plus important (l'indice pluviométrique est de 2,62) est enregistré sur la station d'Espelchin dans l'ouest du Hainaut. Au sud du sillon Sambre et Meuse, l'excédent pluviométrique est moindre mais reste important. L'indice pluviométrique pour ces régions varie de 1,5 à 2.

La période allant de fin mai à fin juin 2016 se caractérise également par un déficit d'ensoleillement. Le rayonnement global journalier en juin 2016 à Ernage était de 1332 J/cm² alors que la normale est de 1710 J/cm² (voir Figure 1.11). Cela représente un déficit de 22 % ce qui est considérable pour le mois qui est normalement le plus ensoleillé de l'année.

1. Aperçu climatologique

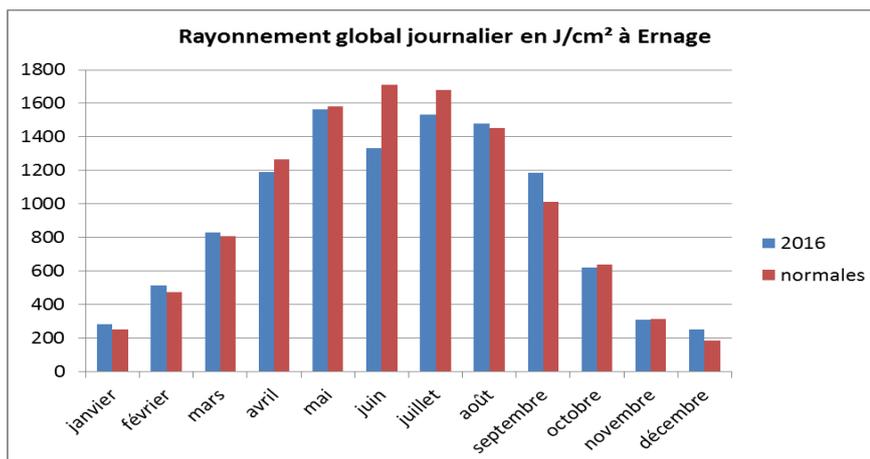


Figure 1.11 : Rayonnement global journalier à Ernage pour l'année 2016.

Les conditions météorologiques défavorables ont eu un effet négatif indéniable sur l'accumulation de matière sèche par les plantes. Afin de mieux comprendre l'impact des différentes variables climatiques sur la croissance des plantes, nos équipes ont procédé à une modélisation de cette croissance. La Figure 1.12 présente les accumulations de matière sèche dans la plante entière (paille + grain) telles que simulées sous l'effet du stress par excès d'eau (anoxie des racines – courbe grise) et ce qu'aurait été l'accumulation de biomasse sans ce stress (courbe noire). La figure reporte également la proportion de racines qui étaient dans un environnement saturé en eau (zone grisée). Pour valider ce modèle, des observations de la biomasse accumulée dans la culture ont été réalisées à la floraison et à la récolte.

Si l'on regarde attentivement la courbe noire au niveau des jours 140 à 160 de l'année - on est alors à la fin mai - on peut observer une inflexion des courbes d'accumulation de matière sèche. Ce ralentissement de l'accumulation de matière sèche est lié au déficit de radiation observée. Dans notre essai (semis réalisé le 27 octobre 2015), ce déficit d'énergie solaire est apparu en pleine période de préfloraison. A ce déficit de radiation a été associé le début des pluies abondantes et l'entrée progressive en stress de la plante (courbe grise et zone grisée). Ces deux phénomènes ont initialement impacté le nombre de grains mis en place. Dans cet essai, on a observé +/- 15.000 grains au mètre carré, alors qu'au cours d'une année avec un bon niveau de production et sans stress, on approche dans nos conditions climatiques les 23.000 à 25.000 grains par mètre carré.

Les pluies abondantes du mois de juin ont abouti à des engorgements importants d'eau dans le sol, localisés principalement dans l'horizon labouré. La phase initiale de remplissage du grain a donc été caractérisée par une réduction considérable de l'accumulation de matière sèche (courbe grise). Cet effet s'est prolongé jusqu'aux alentours de la fin juin - début juillet (jour 180-190 de l'année). Ce n'est qu'après cela, avec le retour de conditions météorologiques correctes, que la plante a pu à nouveau correctement assimiler de la matière sèche.

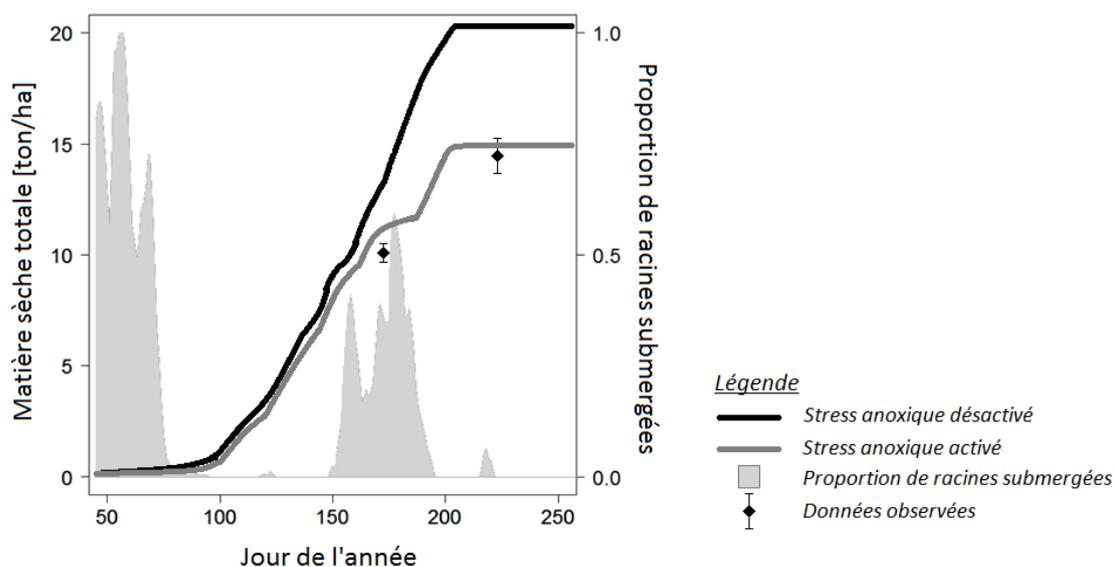


Figure 1.12 : Observation et modélisation de l'effet de l'anoxie des racines sur l'accumulation de matière sèche en fonction du temps (exprimé en jours). La courbe noire présente l'accumulation de matière sèche sans stress anoxique. La courbe en gris foncé présente l'effet de l'anoxie sur l'accumulation de matière sèche. La zone en gris clair présente la proportion de racine ayant subi une anoxie. Les observations sont rapportées à la floraison et à la récolte.

Dans cet essai, un rendement grain d'environ 6.5 tonnes par hectare a été obtenu. Or il convient également de noter que la biomasse nouvelle produite entre la floraison et la maturité avoisinent les 4.5 tonnes par hectare (accumulation de matière sèche entre les deux points d'observation). Ce sont donc environ 2 tonnes par hectare qui ont été remobilisées dans la plante. Cette remobilisation est bien plus faible que ce à quoi l'on pourrait s'attendre, et elle est sans doute expliquée par la combinaison des pressions de maladies du feuillage et de l'épi.

4.2 Un début de saison 2017 très sec

Le début de la saison 2017 (du 1^{er} novembre 2016 au 10 janvier 2017) est très sec. A Ernage, les précipitations sur l'ensemble du mois de novembre et décembre s'élevaient à 85 mm alors que la normale est de 144 mm. Cela représente un déficit de 41 %.

Les cumuls pluviométriques sont partout très inférieurs aux moyennes historiques. Sur la majeure partie de la Wallonie, les précipitations n'atteignent qu'entre 40 % et 60 % des moyennes historiques (indice pluviométrique entre 0,4 et 0,6). Le déficit est encore plus marqué sur le centre et le sud de la province de Luxembourg où les précipitations n'accumulent que 20 % à 40 % des moyennes historiques (indice pluviométrique entre 0,2 et 0,4). La station de Roux-miroir (Brabant wallon) enregistre un déficit un peu moindre où les précipitations atteignent 68 % des précipitations attendues.

1. Aperçu climatologique

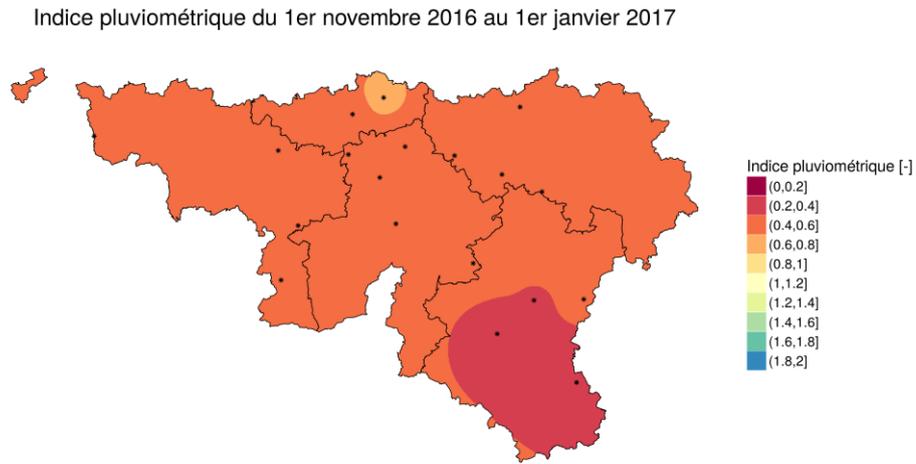


Figure 1.13 : Carte des indices pluviométrique en Wallonie du 1^{er} novembre 2016 au 10 janvier 2017.

2. *Implantation des cultures*

D. Eylenbosch¹, R. Meza², B. Monfort³, C. Roisin⁴ et B. Bodson¹

1	Aperçu des semis de l'année écoulée	2
1.1	Semis 2015-2016	2
1.2	Semis 2016-2017	2
2	Recommandations pratiques	2
2.1	La date de semis.....	3
2.1.1	En froment d'hiver.....	3
2.1.2	En escourgeon	3
2.1.3	En froment de printemps	3
2.1.4	En orge de printemps	3
2.1.5	En avoine de printemps	3
2.2	La préparation du sol	4
2.2.1	Le travail du sol préalable au semis	4
2.2.2	La préparation superficielle du sol	4
2.3	La profondeur de semis.....	6
2.4	La densité de semis	6
2.4.1	En froment d'hiver.....	6
2.4.2	En escourgeon	7
2.4.3	En froment de printemps	7
2.4.4	En orge et avoine de printemps	7
2.4.5	Remarques	8
2.5	La protection du semis	9

¹ ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée

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

³ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

⁴ CRA-W – Dpt Agriculture et milieux naturels – Unité Fertilité des sols et protection des eaux

1 Aperçu des semis de l'année écoulée

1.1 Semis 2015-2016

Les conditions sèches de la fin du mois de septembre 2015 et du début du mois d'octobre ont été très favorables pour les semis d'escourgeon. Certaines implantations précoces de froment ont pu être observées dès le début du mois d'octobre. La fin du mois d'octobre et le début du mois de novembre ont également été caractérisés par des conditions sèches qui ont permis le semis de la majorité des parcelles avant l'arrivée des pluies mi-novembre. Ces précipitations furent particulièrement importantes. Le mois de décembre, avec une pluviométrie proche des moyennes historiques, a permis la réalisation des derniers semis après betteraves et chicorées. Les températures anormalement et exceptionnellement élevées des mois de novembre et décembre respectivement ont permis une bonne levée des céréales et ont entraîné une forte croissance de la végétation avant l'arrivée des températures hivernales mi-janvier.

1.2 Semis 2016-2017

Le fait marquant de l'automne 2016 fut certainement la faible pluviosité et le manque d'humidité dans les sols. Ces conditions n'ont pas posé problème pour les semis d'escourgeons qui se sont déroulés dans des conditions idéales, les sols ayant une humidité résiduelle suffisante. Pour les froments, il a fallu attendre dans certaines terres le retour des précipitations autour de la mi-octobre pour pouvoir semer dans de bonnes conditions. Les sols trop secs ne permettaient pas de réaliser une bonne préparation du lit de semences et le labour ne permettait pas de ramener en surface un peu d'humidité. Ces conditions de sol ont donc favorisé le non labour et de nombreuses parcelles ont été implantées avec un travail simplifié du sol. Les précipitations de la deuxième décennie de novembre ont marqué une pause dans les semis qui ont pu être poursuivis sans soucis par la suite avec le retour du temps très sec pour la troisième décennie de novembre et le mois de décembre. Malgré ces conditions sèches, les cultures ont bien levé et le couvert est homogène en cette sortie d'hiver.

2 Recommandations pratiques

La technique et le soin avec lesquels l'implantation de la culture est réalisée influence fortement son développement. Un bref rappel des éléments à prendre en compte lors de l'implantation de cultures de céréales et les préconisations pour les semis de céréales de printemps sont repris dans ce chapitre. Pour des explications plus détaillées, notamment pour les recommandations qui sont de mises lors de l'implantation des céréales d'hiver, veuillez vous référer aux versions du Livre Blanc Céréales du mois de septembre. Celles-ci sont disponibles au format pdf sur le site internet <http://www.livre-blanc-cereales.be>.

2.1 La date de semis

2.1.1 En froment d'hiver

Les semis effectués entre le 10 octobre et la mi-novembre constituent souvent le meilleur compromis entre le potentiel de rendement et les risques cultureux.

2.1.2 En escourgeon

La période la plus favorable pour le semis de l'escourgeon se situe de fin septembre à début octobre.

2.1.3 En froment de printemps

Le froment de printemps peut être semé dès le mois de février et jusqu'au début du mois d'avril. Les froments dit alternatifs, qui peuvent être implanté aussi bien à l'automne qu'au printemps, peuvent également être semés à cette période de l'année. Contrairement au froment d'hiver, ces froments n'ont pas besoin d'une longue période de vernalisation pour passer de l'état végétatif à l'état reproductif.

2.1.4 En orge de printemps

La date idéale pour le semis de l'orge de printemps se situe autour du 15 mars. Un semis plus hâtif (à partir de mi-février) ne se justifie que dans de très bonnes conditions de ressuyage et d'ensoleillement.

2.1.5 En avoine de printemps

La période optimale d'implantation de l'avoine de printemps est comprise entre mi-février et début avril.

Voir aussi les pages jaunes « Variétés » et l'article « Orges brassicoles » pour de plus amples informations sur ces céréales

2.2 La préparation du sol

2.2.1 Le travail du sol préalable au semis

Le mode de préparation du sol dépend de l'état et de l'historique de la parcelle et des conditions climatiques immédiatement après le semis. Le froment étant une culture peu sensible à la compacité du sol, le labour ne se justifie pas systématiquement. Les techniques culturales simplifiées peuvent donc remplacer le labour si certaines conditions sont respectées :

- Le sol ne doit pas présenter d'ornières ou de compactations sévères ;
- Le matériel de semis employé doit être compatible avec l'abondance des débris végétaux abandonnés en surface lors de la récolte du précédent ;
- Les résidus d'herbicides rémanents appliqués à la culture précédente doivent être absents ;
- Les populations d'adventices telles que vulpin et gaillets doivent être maîtrisées.

Les **orges** (d'hiver et de printemps) sont des cultures moins rustiques que le froment et nécessitent donc un semis plus soigné dans des terres parfaitement ressuyées. Si les conditions de sol ne sont pas suffisamment bonnes durant la période de semis des orges, il vaut mieux semer du froment qui s'adapte beaucoup mieux à des conditions de croissance plus difficiles.

Quelle que soit la technique utilisée, **la préparation du sol doit toujours être effectuée avec un maximum de soin et dans les meilleures conditions possibles.**

Lorsqu'un travail correct n'est pas possible, il est préférable de reporter l'emblavement de quelques jours, voire de quelques semaines et d'attendre que la préparation du sol et le semis puissent être effectués dans de meilleures conditions. Le retard éventuel du développement de la végétation sera rapidement compensé par de bien meilleures possibilités de croissance de la culture

2.2.2 La préparation superficielle du sol

La préparation superficielle du sol doit permettre une circulation rapide de l'eau et de l'air à l'intérieur du lit de semences vers les couches plus profondes et ainsi satisfaire les besoins en eau, en oxygène et en chaleur de la graine et de la jeune plantule.

Le profil du sol idéal peut donc être défini comme suit (Figure 2.1) :

- **en surface : assez de mottes pas trop grosses (max. 5-6 cm de diamètre)** pour assurer une bonne résistance à la battance due aux effets des précipitations et des gelées hivernales, sans constituer d'obstacle à une émergence rapide des plantules ;
- **sur une épaisseur de quelques cm (5-6 cm maximum), un mélange de terre fine et de petites mottes** afin de garantir un bon contact entre la graine et le sol qui permettra

un approvisionnement suffisant en eau de la graine et de la jeune plantule, **c'est le lit de semences** ;

- **sous le lit de semences, une couche de terre comprenant des mottes de dimensions variables, retassées sans lissage, sans porosité importante ni creux**, qui doit permettre, au départ, un drainage du lit de semences en cas de pluies importantes et, par la suite, un développement racinaire sans obstacle.

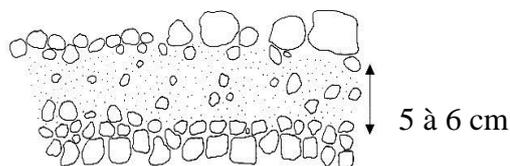


Figure 2.1 : Profil idéal d'une préparation de sol (Arvalis).

Règles à respecter impérativement lors de la préparation superficielle du sol:

- **ne pas travailler le sol dans des conditions trop humides** : lissage, tassement, sol creux en profondeur, terre fine insuffisante sont inévitables en cas d'excès d'eau dans le sol ;
- la **profondeur du lit de semences** doit être **régulière**, pas trop importante, et le **sol** doit être suffisamment **rappuyé** afin d'éviter un profil superficiel trop soufflé, qui provoque :
 - l'engorgement en eau du lit de semences en cas de précipitations importantes ;
 - les phénomènes de déchaussements en cas d'alternances de gel-dégel ;
 - le placement trop profond des graines.
- **ne pas travailler trop profondément avec les outils animés** ;
- **éviter les sols trop creux ou mal fissurés dans la couche de sol sous le lit de semences** grâce à un retassement éventuel effectué entre le travail profond (labour) et la préparation superficielle. Un sol bien rappuyé permet de limiter les attaques éventuelles de la mouche grise ;
- **vérifier la qualité du travail effectué** lors de la mise en route dans chaque parcelle, pour pouvoir l'adapter à la situation de celle-ci;
- **la terre doit, si possible, « se ressuyer » après le semis** ;
- **l'orge de printemps** gagne à être roulée pour assurer un bon contact entre la semence et le sol.

2. Implantation des cultures

En cas de semis sans labour, il faut particulièrement veiller à ce que :

- le travail ne soit pas effectué dans des **conditions trop sèches ou trop humides** ;
- le **contrôle des ravageurs**, comme les limaces ou les campagnols, soit réalisé efficacement en cas d'infestation ;
- le **désherbage** fasse l'objet d'une attention accrue : risque de salissement plus grand surtout au niveau des graminées, du gaillet grateron et des plantes vivaces.

2.3 La profondeur de semis

Pour les céréales, l'objectif est de semer les graines à un ou deux cm de profondeur avec un placement régulier et un bon recouvrement.

Un semis trop profond (4-5 cm) allonge la durée et réduit le pourcentage de levée, réduit la vigueur des plantules et peut inhiber l'émission des talles ce qui entraîne souvent des cultures à l'aspect clairsemé ne tallant pas ou marquant un retard de développement au printemps.

2.4 La densité de semis

Pour exprimer pleinement son potentiel de rendement, il faut que la culture utilise efficacement les ressources mises à sa disposition : lumière, eau, éléments nutritifs (en particulier l'azote). Cette optimisation physiologique au niveau de la plante individuelle ne peut être visée que si la densité de population de la culture est modérée (400-500 épis/m²).

2.4.1 En froment d'hiver

L'objectif est d'obtenir une population d'environ 150 à 200 plantes par m² à la sortie de l'hiver pour les semis précoces et normaux et 200 à 250 plantes par m² pour le semis tardif.

En deçà de 150 plantes, les rendements peuvent encore approcher l'optimum. Dans les semis précoces, ou à date normale, la population peut même descendre à près de 100 plantes par m² sans pertes significatives de rendement pour autant qu'elle soit régulière.

Les densités recommandées :

La densité de semis doit être adaptée en fonction :

- **de la date de semis** : en région limoneuse et sablo-limoneuse, pour un semis réalisé en bonnes conditions de sol, les densités de semis recommandées selon l'époque de semis sont reprises dans le Tableau 2.1.
- **de la préparation du sol et des conditions climatiques** : pour des semis réalisés dans des conditions « limites » (temps peu sûr, longue période pluvieuse avant ou suivant le semis ...), elles peuvent être majorées de 10 %. Au contraire, lorsque les conditions de sol et de climat sont idéales, elles peuvent être réduites de 10 à 20 % ;
- **du type de sol**

Dans des terres plus froides, plus humides, plus argileuses, voire très difficiles (Polders, Condroz), ces densités doivent être majorées de 20 à 50 grains/m².

Tableau 2.1 : Densités de semis recommandées en froment d'hiver en fonction de la date de semis.

Dates	Densités en grains/m ²
01 - 20 octobre	200 - 250
21 - 30 octobre	250 - 300
01 - 10 novembre	300 - 350
11 - 30 novembre	350 - 400
01 - 31 décembre	400 - 450
01 janv. - 28 février	400

2.4.2 En escourgeon

En conditions normales, la densité de semis conseillée en escourgeon est d'environ 225 grains/m² pour les variétés lignées et de 175 grains/m² pour les variétés hybrides. Les résultats de 3 années d'essais menés sur le site de Loncée ont cependant montré que ces densités pouvaient être fortement réduites (de l'ordre de 100 grains/m² en moins par rapport à la densité conseillée) sans affecter le rendement.

2.4.3 En froment de printemps

La densité de semis recommandée en froment de printemps est de 300 à 350 grains/m².

2.4.4 En orge et avoine de printemps

En conditions normales, la densité de semis conseillée en orge et avoine de printemps est de 250 grains/m² et ne peut pas descendre en dessous de 175 grains/m².

Dans des semis très tardifs des **orges de printemps**, après la mi-avril, la densité de semis doit être augmentée pour atteindre 350 grains/m² ce qui permet de compenser la réduction de la période de tallage. Pour l'**avoine de printemps**, la densité de semis peut être augmentée jusqu'à 400 grains/m² en conditions froides.

2.4.5 Remarques

Une densité de semis renforcée ne peut pallier ni une mauvaise préparation du sol, ni une faible qualité de la semence.

- **La qualité des semences est primordiale. Les densités de semis préconisées ne sont, bien sûr, valables que pour des semences convenablement désinfectées dont le pouvoir et l'énergie germinative sont excellents.** Pour des lots de semences à moins bonne énergie germinative (semences de l'année précédente, semences fermières en année avec mauvais Hagberg), les densités doivent être adaptées en fonction du pouvoir germinatif ;
- **Ces densités de semis sont données en grains/m² et non en kg/ha** parce que suivant l'année, la variété, les lots de semences, le poids des grains peut varier assez sensiblement. Semer à 115 kg/ha équivaut, suivant le cas, à semer de 225 grains/m² à 300 grains/m² ainsi que l'illustre le Tableau 2.2 ;
- **Pour les variétés hybrides**, les densités recommandées doivent être réduites de 30 à 40 % quelle que soit l'époque de semis.

Tableau 2.2 : Quantités de semences (en kg/ha) nécessaires pour une densité donnée en fonction du poids de 1.000 grains.

Poids de 1.000 grains en grammes	Densité en grains/m ²											
	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
40	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
42	74	84	95	105	116	126	137	147	158	168	179	189
44	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176	187	198
46	81	92	104	115	127	138	150	161	173	184	196	207
48	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216
50	88	100	112	125	137	150	162	175	187	200	212	225
52	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234
54	95	108	122	135	149	162	176	189	203	216	230	243
56	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224	238	252

2.5 La protection du semis

La désinfection fongicide des semences est recommandée. Elle permet de lutter contre les champignons pathogènes transmis par les semences et aussi contre ceux se trouvant dans le sol et qui peuvent affecter la germination et la levée.

En froment, le spectre d'activité du produit doit être complet (septoriose, fusariose, carie). Les produits ont une activité suffisante pour lutter efficacement contre les maladies pour lesquelles ils sont agréés pour autant qu'ils soient appliqués correctement. Il y a donc lieu, pour ceux qui désinfectent eux-mêmes leurs semences, de réaliser cette opération avec soin de manière à obtenir **une répartition homogène du produit**.

En escourgeon, les semences destinées à la multiplication doivent être désinfectées avec un fongicide systémique efficace contre le charbon nu de manière à obtenir une récolte indemne de cette maladie. D'autres maladies, telles que l'helminthosporiose ou la maladie des stries de l'orge, nécessitent aussi des fongicides systémiques ou pénétrants.

En orge de printemps, veuillez-vous référer aux conseils donnés dans la rubrique 8 : « Orges brassicoles »

La protection des jeunes semis contre les ravageurs est décrite dans la rubrique 7 : « Lutte intégrée contre les ravageurs ».

Voir aussi la page jaune « *Traitements de semences* »

3. *Lutte contre les mauvaises herbes*

F. Henri¹, M. Abras², F. Rabier³, Q. Limbourg³

1	La saison 2016 et ses particularités.....	3
1.1	Automne-hiver 2015-2016	3
1.2	Printemps 2016.....	3
1.3	Automne-hiver 2016-2017	3
2	Expérimentations, résultats et perspectives	4
2.1	Lutte contre les graminées en froment d'hiver.....	4
2.2	Mélanger foliaires et racinaires pour lutter contre les graminées, une bonne idée ? ...	6
2.3	Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver.....	9
2.4	Une nouvelle graminée à surveiller : la vulpie queue-de-rat !	11
2.5	Nouveautés	13
2.6	Comparaison de techniques de désherbage mécanique en culture de froment biologique.....	14
2.6.1	Introduction	14
2.6.2	Protocole expérimental	15
2.6.3	Résultats et discussions	16
2.6.4	Conclusions	18
2.6.5	Coût de passage des outils testés	19

¹ CRA-W – Dpt Sciences du Vivant – Unité Protection des plantes et Ecotoxicologie

² CRA-W – Cellule transversale de Recherche en agriculture biologique (CtRab) – Dpt Productions et Filières – Unité Stratégies phytotechniques

³ CRA-W – Dpt Productions et Filières – Unité Machines et Infrastructures agricoles

3	Recommandations pratiques	20
3.1	Les grands principes	20
3.1.1	En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver.....	20
3.1.2	En froment, éviter les interventions avant l'hiver	20
3.1.3	Connaître la flore adventice de chaque parcelle	21
3.1.4	Exploiter l'apport des techniques culturales.....	21
3.2	Traitements automnaux.....	22
3.2.1	En escourgeon et en orge d'hiver	22
3.2.2	En froment d'hiver.....	24
3.3	Traitements printaniers	25
3.3.1	Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver	26
3.3.2	Lutte contre les graminées en froment.....	26
3.3.3	Lutte contre les dicotylées.....	29
3.4	Réussir son désherbage, c'est aussi.....	30
3.5	Quid de la résistance?	31
3.5.1	En quoi consiste la résistance?.....	31
3.5.2	Prévenir l'apparition de résistances	32
3.5.3	Gérer la résistance	33

1 La saison 2016 et ses particularités

F. Henriet

1.1 Automne-hiver 2015-2016

Les mois de septembre et octobre 2015 ont présenté des températures normales tandis que le mois de novembre fut très anormalement chaud. Les précipitations anormalement faibles du mois d'octobre ont été compensées par celles, anormalement élevées du mois de novembre. Ces conditions furent propices au semis et au désherbage des céréales.

Le mois de décembre fut exceptionnellement chaud et il a fallu attendre la mi-janvier, marqué de précipitations hivernales, pour connaître un premier épisode de froid. Les mois de janvier et février furent marqués par un excès anormal des précipitations.

1.2 Printemps 2016

Les mois de mars et avril furent caractérisés par des valeurs normales de la température, des précipitations et de la vitesse du vent. Il fut toutefois difficile de sortir le pulvérisateur durant le mois de mars (18 jours de pluie) même si les premiers désherbages ont pu avoir lieu dès la mi-mars. Ils ont pu se poursuivre, généralement dans de bonnes conditions, mais entrecoupés d'épisodes pluvieux, jusqu'à la mi-avril.

1.3 Automne-hiver 2016-2017

Le mois de septembre 2016 fut très anormalement chaud et très anormalement sec. Si le semis des escourgeons a pu être perturbé, leur désherbage a été fortement impacté, les solutions de préémergence n'étant pas du tout adaptées à la situation. Octobre 2016 fut anormalement frais mais présenta, comme le mois de novembre, des précipitations normales. Ces conditions furent propices au semis et au désherbage des froments.

Le mois de décembre fut exceptionnellement déficitaire en précipitations mais fut normal du point de vue des températures. Le mois de janvier fut marqué de précipitations hivernales et de longues périodes de froid.

2 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriët

2.1 Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Deux essais installés dès l'automne-hiver 2015-2016 avaient pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées contre le vulpin. Le premier essai a été semé le 12 octobre 2015 à Orp-Jauche (région de Hannut) et le second, le 18 octobre 2015 à Biesmerée (région de Mettet).

Le protocole prévoyait des traitements à trois stades : 1 à 2 feuilles (BBCH 11-12), plein tallage (BBCH 25) et fin tallage (BBCH 29).

Le Tableau 3.1 reprend les dates d'application et la flore présente. Le Tableau 3.2 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la Figure 3.1 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins effectués fin juin 2016.

Tableau 3.1 : Dates d'application et flore présente.

Essai	Date d'application			Flore présente dans les témoins lors de la dernière application
	BBCH 11-12	BBCH 25-29	BBCH 29-30	
Orp-Jauche	05/11/2015	22/03/2016	11/04/2016	10 vulpins/m ² (BBCH 25-30)
Biesmerée	12/11/2015	22/03/2016	12/04/2016	101 vulpins/m ² (BBCH 25-29)

Tableau 3.2 : Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ATLANTIS WG	WG	3 % mesosulfuron + 0.6 % iodosulfuron + 9 % safener
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
CAPRI	WG	7.5 % pyroxsulam + 7.5 % safener
DEFI	EC	800 g/L prosulfocarbe
FOXTROT	EW	69 g/L fenoxaprop + 34.5 g/L safener
JAVELIN	SC	500 g/L isoproturon + 62.5 g/L diflufenican
LIBERATOR	SC	400 g/L flufenacet + 100 g/L diflufenican
MALIBU	EC	300 g/L pendimethaline + 60 g/L flufenacet

Résultats

En moyenne, les traitements **d'automne** furent insatisfaisants (Figure 3.1). Utilisés seuls, les produits à base de *flufenacet* (MALIBU et LIBERATOR) ont donné 19 et 56 % d'efficacité, respectivement. Il était possible d'améliorer l'efficacité du LIBERATOR (+8 %) en lui ajoutant du DEFI.

Parmi les traitements effectués au début de la troisième décennie du mois de mars, au **stade plein tallage**, l'ATLANTIS WG était satisfaisant (98 %) tandis que le mélange AXIAL + FOXTROT montrait une efficacité de 61 %. Le mélange JAVELIN + FOXTROT était

inefficace (24 %).

Appliqué aux alentours du 10 avril au **stade fin tallage**, l'ATLANTIS WG voyait son efficacité de (300 g/ha) se tasser (90 %), tandis que celle du mélange AXIAL + FOXTROT s'écrasait (39 %). Si augmenter la dose d'ATLANTIS WG à 500 g/ha ne permettait pas d'améliorer notablement la situation (91 %), lui adjoindre un partenaire comme le FOXTROT (+6 %), le CAPRI (+7 %) ou l'AXIAL (+8 %) était plus efficace.

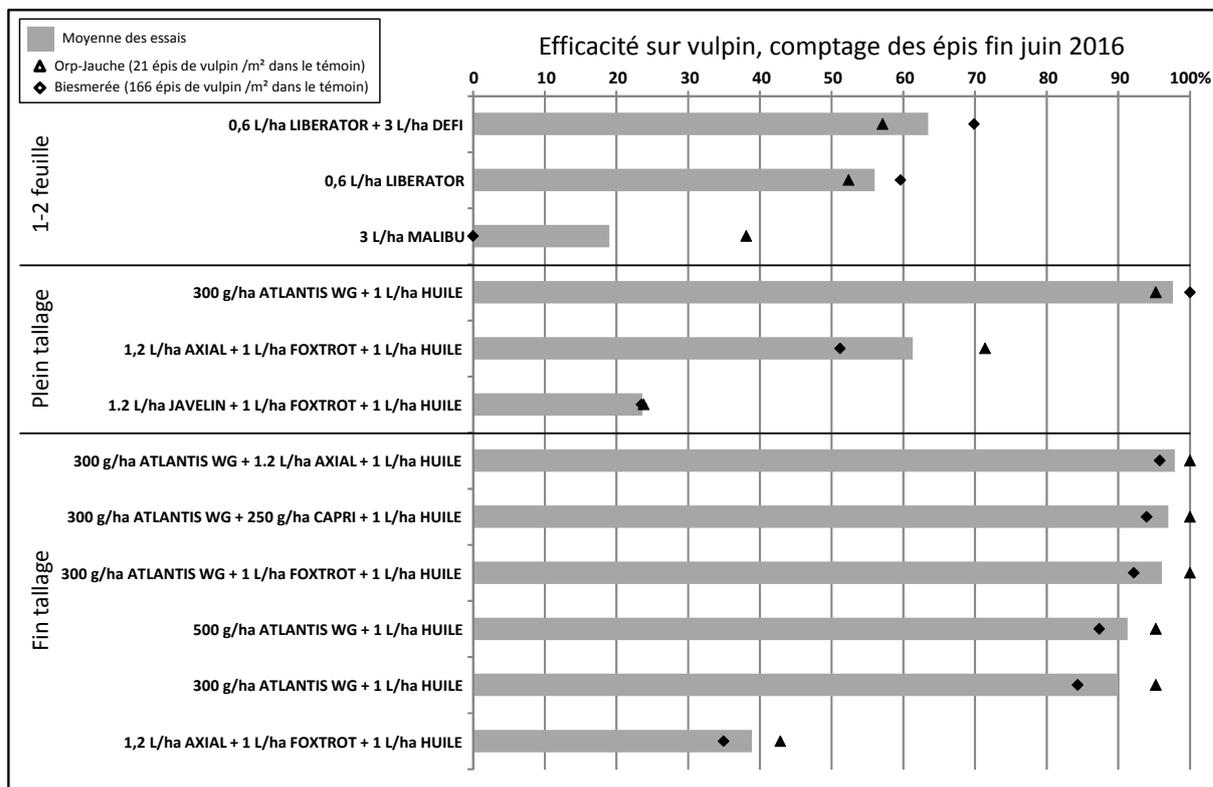


Figure 3.1 : Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$.

Discussion - conclusions

- Conseillés dans certaines situations délicates (cfr point 3.1.2 page 20), les traitements d'automne appliqués au stade 1-2 feuilles sont, comme nous le montrent encore les résultats de cette année, rarement satisfaisants car dépendants de la pluviométrie ou du stade atteint par la cible.

Si ce type de traitements est mis en œuvre, il devra être :

- ❖ basé sur l'emploi de *flufenacet* (HEROLD SC, LIBERATOR et MALIBU), qui reste la meilleure solution contre le vulpin à ce stade ;
- ❖ éventuellement complété par un partenaire comme le DEFI, le BACARA ou le STOMP AQUA (certains foliaires n'étant agréés qu'à partir du stade 3 feuilles) ;
- ❖ et suivi par un second traitement appliqué au printemps (basé sur l'emploi d'un produit foliaire). Ce second traitement risque ne pas pouvoir être « allégé » pour autant.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

- Appliqués dès que possible (après la mi-mars cette année), les traitements incluant du *mesosulfuron* (mode d'action B) comme l'ATLANTIS WG (et d'autres spécialités commerciales) donnent souvent pleinement satisfaction. D'autres mélanges basés sur d'autres modes d'action, comme AXIAL + FOXTROT (deux produits de mode d'action A) ou JAVELIN + FOXTROT (modes d'action C + A), ne semblent plus satisfaisants et décrochent déjà.
- Appliqués sur des vulpins plus développés (avant la mi-avril cette année), les produits foliaires à base de *mesosulfuron* (ATLANTIS WG ou autre), s'ils procurent encore des résultats intéressants, perdent toujours quelques points d'efficacité par rapport à une application plus précoce. Cela s'est encore vérifié cette année.
Il n'est dès lors pas conseillé de retarder l'application car cela entraîne de moins bons résultats (-8 % dans le cas de l'ATLANTIS WG cette année) et/ou une hausse du coût du désherbage (ces 8 % ont pu/dû être compensés par 1,2 L/ha d'AXIAL).

2.2 Mélanges foliaires et racinaires pour lutter contre les graminées, une bonne idée ?

Depuis 2013, cinq essais ont été installés en culture de froment d'hiver afin d'évaluer l'intérêt de mélanger, au printemps, un produit foliaire avec un produit racinaire afin de lutter contre les graminées.

Le protocole mettait en œuvre un produit à pénétration foliaire : l'ATLANTIS WG. Celui-ci était appliqué soit seul à deux doses (300 et 200 g/ha), soit en mélange avec de l'*isoproturon* (IPU500SC), de l'ATTRIBUT ou du STOMP AQUA. Afin de ne pas masquer les effets en utilisant des doses "trop efficaces", l'ATLANTIS WG était pulvérisé à une dose de 200 g/ha lorsqu'il était appliqué en mélange. Les traitements ont été répétés dans le temps. Tous les traitements ont été pulvérisés avec 1 L/ha d'ACTIROB B.

Le Tableau 3.3 reprend les dates d'application et la flore présente. Le Tableau 3.4 détaille la composition des produits utilisés, et la Figure 3.2 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins en juin.

Tableau 3.3 : Dates d'application et flore présente.

Essai	Date d'application			Flore présente dans les témoins lors de la dernière application
	BBCH 21-25	BBCH 25-29	BBCH 29-30	
Falaën 2013	17/04/2013	30/04/2013	08/05/2013	10 vulpins/m ² (BBCH 25-29)
Yves-Gomezée 2013	16/04/2013	30/04/2013	08/05/2013	5 vulpins/m ² (BBCH 29-30)
Fosses-la-Ville 2014	17/03/2014	25/03/2014	10/04/2014	104 vulpins/m ² (BBCH 29-31)
Tourinne 2015	18/03/2015	07/04/2015	15/04/2015	75 vulpins/m ² (BBCH 25-29)
Fosses-la-Ville 2015	16/03/2015	27/03/2015	13/04/2015	10 vulpins/m ² (BBCH 25-29)

Tableau 3.4 : Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ATLANTIS WG	WG	3 % mesosulfuron + 0.6 % iodosulfuron + 9 % safener
ATTRIBUT	SG	70 % propoxycarbazone
IPU500SC	SC	500 g/L isoproturon
STOMP AQUA	CS	455 g/L pendimethaline

Résultats

La dose élevée d'ATLANTIS WG appliqué seul présentait logiquement de meilleures efficacités que la dose réduite, quel que soit le moment d'application : +2 % au stade début à plein tallage, +2 % au stade plein à fin tallage et +6 % au stade fin tallage à redressement.

Les efficacités obtenues avec l'ATLANTIS WG appliqué seul s'érodent au cours du temps : plus le traitement est tardif, moins l'efficacité est bonne. En effet, si l'ATLANTIS WG (300 g/ha) montre 98 % d'efficacité lorsqu'il est appliqué au stade début à plein tallage, il perd 3 % dans le cas d'une pulvérisation au stade plein à fin tallage et n'offre plus que 90 % au stade fin tallage à redressement.

Lors d'une application au stade début à fin tallage, l'IPU500SC (96 %) n'a, en moyenne, pas permis d'améliorer l'efficacité de 200 g/ha ATLANTIS WG (96 %). L'ajout de STOMP AQUA (98 %) ou d'ATTRIBUT (98 %) apportait un gain de 2 %, ce qui équivalait à l'efficacité de 300 g/ha d'ATLANTIS WG (98 %).

Au stade plein à fin tallage, le STOMP AQUA (92 %) n'améliorait pas l'efficacité de 200 g/ha ATLANTIS WG (93 %), au contraire de l'IPU500SC (94 %) et de l'ATTRIBUT (94 %) qui y parvenaient sans toutefois atteindre l'efficacité de 300 g/ha d'ATLANTIS WG (95 %).

Appliqués au stade fin tallage à redressement, les trois racinaires, STOMP AQUA (89 %), IPU500SC (90 %) et ATTRIBUT (90 %), amélioraient l'efficacité obtenue avec 200 g/ha d'ATLANTIS WG (84 %) pour se hausser au niveau de 300 g/ha d'ATLANTIS WG (90 %).

3. Lutte contre les mauvaises herbes

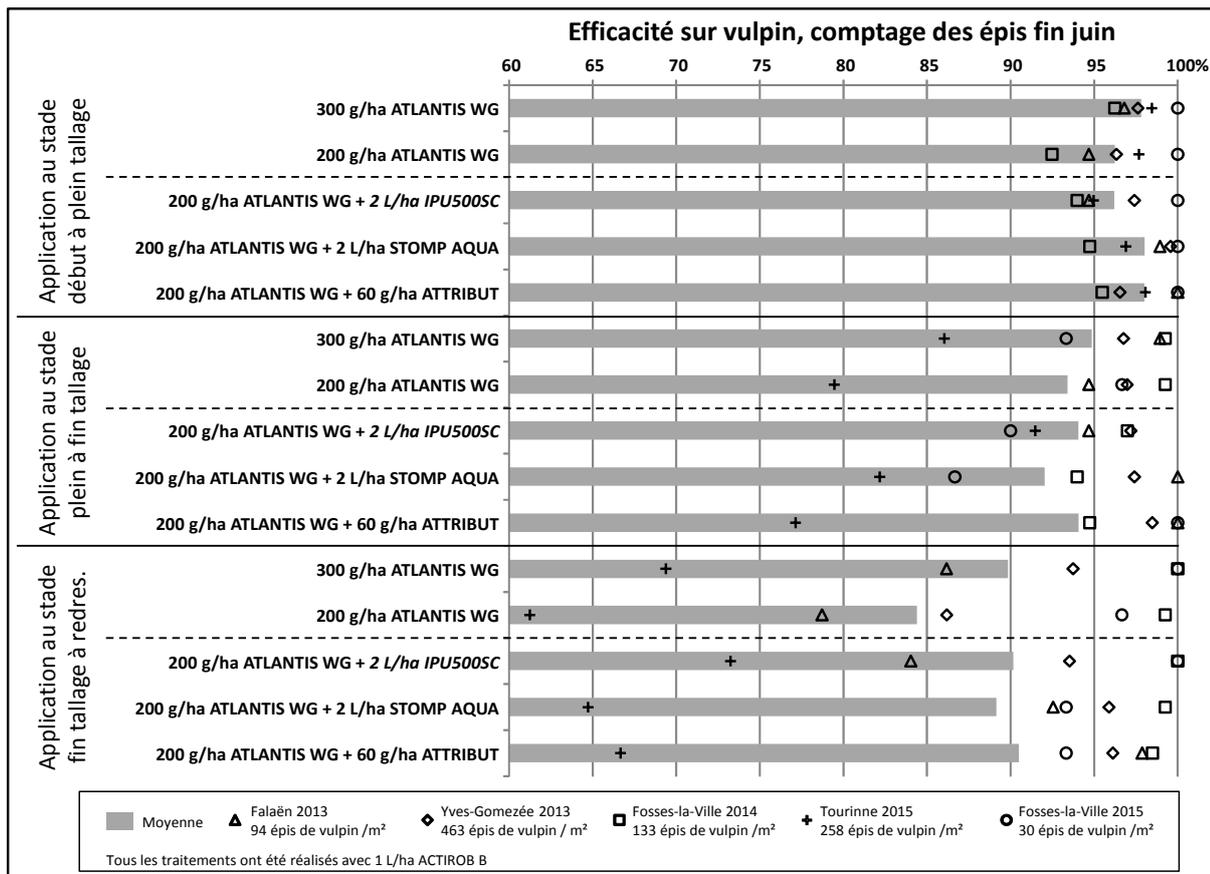


Figure 3.2 : Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$.

Discussion - conclusions

Considérant l'ATLANTIS WG appliqué seul, ces essais ont démontré, une fois de plus, que plus la dose est élevée et plus l'application a lieu tôt, meilleur est le résultat.

L'intérêt d'ajouter un racinaire à un foliaire (l'ATLANTIS WG dans ces essais) est apparu assez limité. En effet, lors des applications précoces, le gain est apparu faible : de l'ordre de 1 à 2 %. Ce gain était plus élevé dans le cas de la dernière application : de 5 à 6 %. De plus, certains produits racinaires n'ont, en moyenne et lors de certaines applications (IPU500SC appliqué tôt, par exemple), pas permis d'améliorer le résultat. L'ajout d'un racinaire permettait au mieux de compenser 100 g/ha d'ATLANTIS WG. Aucun des trois produits racinaires testés ne s'est révélé d'un intérêt supérieur aux deux autres.

Dans la lutte contre les graminées, si le moindre pourcent d'efficacité est toujours bon à prendre, il importe de ne pas l'obtenir n'importe comment. Ces essais, réalisés avec des doses réduites d'antigraminées, illustrent la robustesse des mélanges testés mais ne sont pas recommandés pour autant. Afin de prévenir l'apparition de graminées résistantes, il est préférable, à résultat correct équivalent, d'appliquer 300 g/ha d'ATLANTIS WG qu'un mélange 200 g/ha d'ATLANTIS WG + un racinaire.

En effet, les experts s'accordent sur quelques principes à suivre pour prévenir l'apparition d'adventices résistantes :

- l'application en séquence (l'un, puis l'autre) est préférable au mélange de deux produits de modes d'action différents ;
- l'application en mélange de deux produits de même mode d'action est acceptable si les doses mises en œuvre restent élevées ;
- de manière générale, toujours employer la dose agréée.

Ces consignes relatives à l'utilisation de l'arsenal chimique ne doivent cependant pas occulter la possibilité d'interventions agronomiques. En effet, si viser le 100 % d'efficacité pour lutter contre les graminées adventices et prévenir l'apparition de résistance constitue l'objectif, la finesse est d'y parvenir avec le moins d'herbicide possible. Le concept de lutte intégrée est d'ailleurs parfaitement en phase avec la stratégie anti-résistance : lutte agronomique (rotation, travail du sol, faux semis, conduite culturale,...), choix raisonné des herbicides en fonction de la flore et du stade, introduction, même partielle, du désherbage mécanique,...

2.3 Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver

Au printemps 2016, trois essais visant à étudier divers schémas antidicotylées ont été implantés, l'un à Vezin (Andenne), le second à Maffe (Havelange) et le troisième à Bierbeek (Leuven). Tous les traitements ont été réalisés aux alentours de la mi-avril 2016 du stade plein tallage au stade redressement (BBCH 25-30) du froment d'hiver.

Le Tableau 3.5 reprend les différentes adventices et leur stade de développement au moment de l'application ; le Tableau 3.6 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la Figure 3.3 présente les résultats des cotations visuelles effectuées 5 à 6 semaines après l'application.

Tableau 3.5 : Dates d'application et flore présente.

Essai	Application		Flore présente lors de l'application	
	Date	Stade culture	Espèce	Densité (pl/m ²) ; stade
Vezin	18/04/2016	BBCH 30	Coquelicot Pensée sauvage Mouron des oiseaux Gaillet	27 ; BBCH 16-18 18 ; BBCH 14-18 12 ; BBCH 55 10 ; BBCH 23-25
Maffe	08/04/2015	BBCH 29	Mouron des oiseaux Véronique à feuilles de lierre Coquelicot Gaillet	20 ; BBCH 51 17 ; BBCH 51 6 ; BBCH 14-16 2 ; BBCH 25
Bierbeek	07/04/2015	BBCH 25	Coquelicot Pensée sauvage Gaillet Véronique à feuilles de lierre	37 ; BBCH 18-20 15 ; BBCH 14-18 9 ; BBCH 20-59 8 ; BBCH 59-65

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.6 : Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ALLIE	SG	20 % metsulfuron
ALLIE STAR	SG	22.2 % tribenuron + 11.1 % metsulfuron
ATLANTIS WG	WG	3 % mesosulfuron + 0.6 % iodosulfuron + 9 % safener
BIATHLON DUO	WG	71,4 % tritosulfuron + 5,4 % florasulam
CAPRI	WG	7,5 % pyroxsulam + 7,5 % safener
CONNEX	WG	68.2 % thifensulfuron + 6.8 % metsulfuron
PILOTI	WG	60 % diflufenican + 6 % metsulfuron

Résultats - discussion

Cinq à six semaines après l'application, les traitements présentaient des spectres d'activité variés (Figure 3.3).

Le PILOTI montrait le meilleur résultat contre la pensée sauvage (77 % d'efficacité). Le CAPRI et les autres produits à base de *metsulfuron* (ALLIE, ALLIE STAR et CONNEX) étaient en retrait (de 55 à 65 %) tandis que les autres produits restaient peu efficaces (inférieur à 31 %).

Le coquelicot fut plus ou moins maîtrisé par l'ALLIE STAR (77 %) et, dans une moindre mesure, par le PILOTI (70 %). L'efficacité du BIATHLON DUO, malgré la présence de *florasulam*, était plutôt décevante (54 %), du même ordre que celle obtenue par l'ALLIE (55 %) et le CONNEX (54 %). Les autres traitements étaient peu efficaces (inférieurs à 40 %).

Tous les produits proposaient des efficacités acceptables contre le mouren des oiseaux. Ainsi, le BIATHLON montrait 70 % d'efficacité tandis que le CAPRI montait à 88 %.

Aucun traitement ne fut parfait contre le gaillet. Ceux qui s'en sortaient le mieux étaient le BIATHLON DUO (90 %) et le CAPRI (88 %). L'ATLANTIS WG (78 %) était en retrait tandis que les autres produits restaient peu efficaces (inférieurs à 49 %).

Etonnamment, le BIATHLON DUO était presque parfait contre la véronique à feuille de lierre. Comme d'habitude, le CAPRI était très bon contre cette adventice (90 %). Les autres traitements ne présentaient que des efficacités moyennes (de 62 à 72 %) à faibles (44 % pour l'ALLIE).

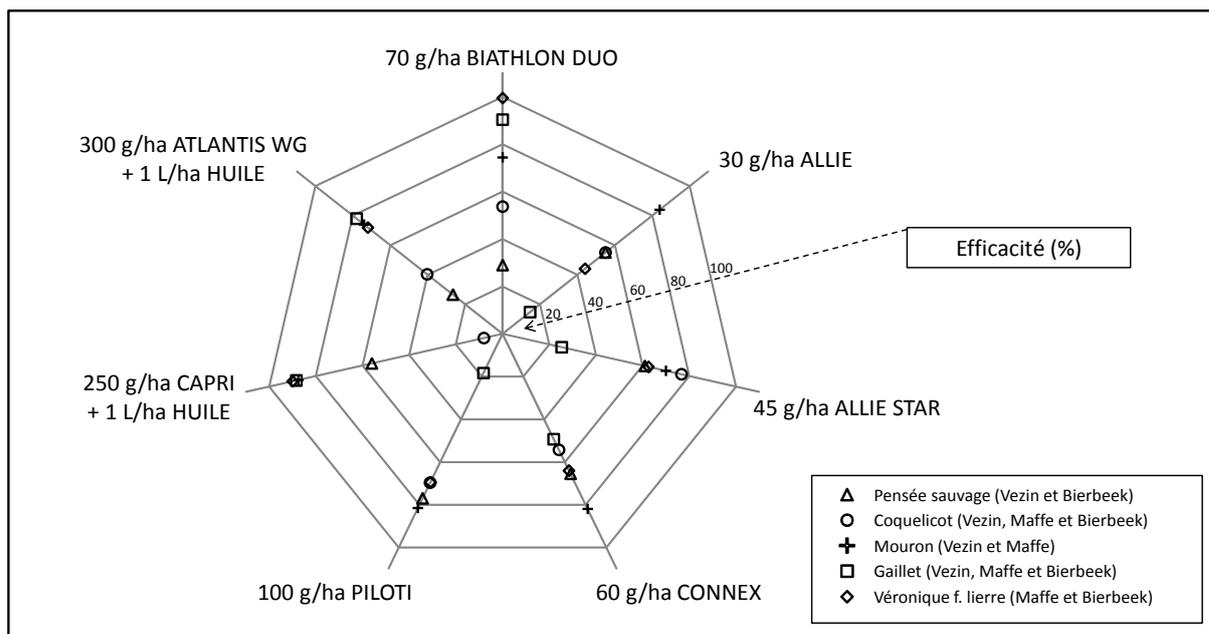


Figure 3.3 : Résultats de l’observation visuelle (efficacité en %) effectuée 5-6 semaines après les traitements.

2.4 Une nouvelle graminée à surveiller : la vulpie queue-de-rat !

Depuis quelques années, une nouvelle graminée a été signalée, notamment dans le Brabant wallon. Très peu présente dans nos parcelles il y a une dizaine d’année, la vulpie queue-de-rat profite des changements de pratique pour s’implanter dans nos céréales : simplification du travail du sol, augmentation des cultures hivernales, absence de lutte durant l’interculture et inefficacité de certains produits lui sont favorables. Elle préfère les sols acides, sableux ou argileux.

La vulpie queue-de-rat est une plante annuelle qui mesure de 10 à 80cm. Les feuilles sont enroulées, brillantes et fines. La gaine est glabre et souvent rougeâtre sur les premières feuilles. La ligule est très courte et denticulée. Il est possible de confondre la vulpie avec du ray-grass. Au contraire du ray-grass, la vulpie n’est pas munie d’oreillettes.

Afin d’évaluer les possibilités de lutte contre la vulpie, un essai a été installé à Dion-le-Val dès l’automne-hiver 2015-2016. Le protocole prévoyait des traitements à quatre stades : préémergence, 1 à 2 feuilles (BBCH 11-12), début tallage (BBCH 21) et fin tallage (BBCH 29).

Le Tableau 3.7 reprend les dates d’application et la flore présente. Le Tableau 3.8 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la Figure 3.4 présente les résultats des comptages d’épis de vulpins effectués fin juin 2016.

Tableau 3.7 : Dates d’application et flore présente.

Essai	Date d’application				Flore présente dans les témoins lors de la dernière application
	préémergence	BBCH 11	BBCH 21	BBCH 30	
Dion-le-Val	20/10/2015	03/11/2015	22/03/2016	11/04/2016	7 vulpies/m ² (BBCH 29)

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.8 : Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ATLANTIS WG	WG	3 % mesosulfuron + 0.6 % iodosulfuron + 9 % safener
ATTRIBUT	SG	70 % propoxycarbazone
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
AZ500	SC	500 g/L isoxaben
CAPRI	WG	7.5 % pyroxsulam + 7.5 % safener
CTU500SC	Sc	500 g/L chlortoluron
DEFI	EC	800 g/L prosulfocarbe
JAVELIN	SC	500 g/L isoproturon + 62.5 g/L diflufenican
LIBERATOR	SC	400 g/L flufenacet + 100 g/L diflufenican
MALIBU	EC	300 g/L pendimethaline + 60 g/L flufenacet

Résultats - discussion

En **préémergence**, le chlortoluron (CTU500SC) appliqué seul ou en mélange avec le DEFI donnait entière satisfaction contre la vulpie queue-de-rat (Figure 3.4). Le mélange DEFI + AZ 500 était insatisfaisant (67 % d'efficacité).

Appliqués au **stade 1 feuille** du froment, les produits à base de flufenacet (MALIBU et LIBERATOR) étaient parfaitement efficaces, le mélange DEFI + AZ 500 étant légèrement en retrait (98 %).

Parmi les traitements effectués au début de la troisième décennie du mois de mars, au **stade début tallage**, l'ATLANTIS WG (8 %) et l'ATTRIBUT (0 %) était inefficaces. L'ajout de chlortoluron à l'ATLANTIS WG rendait par contre le traitement parfaitement efficace.

Lors de l'application au **stade fin tallage**, aux alentours du 10 avril, aucun traitement ne fut pleinement satisfaisant. Le CAPRI et l'ATLANTIS WG (300 g/ha) étaient inefficaces (31 et 36 %, respectivement). Si augmenter la dose d'ATLANTIS WG à 500 g/ha permettait d'améliorer sensiblement la situation (87 %), lui adjoindre l'AXIAL comme partenaire était encore plus intéressant (+92 %).

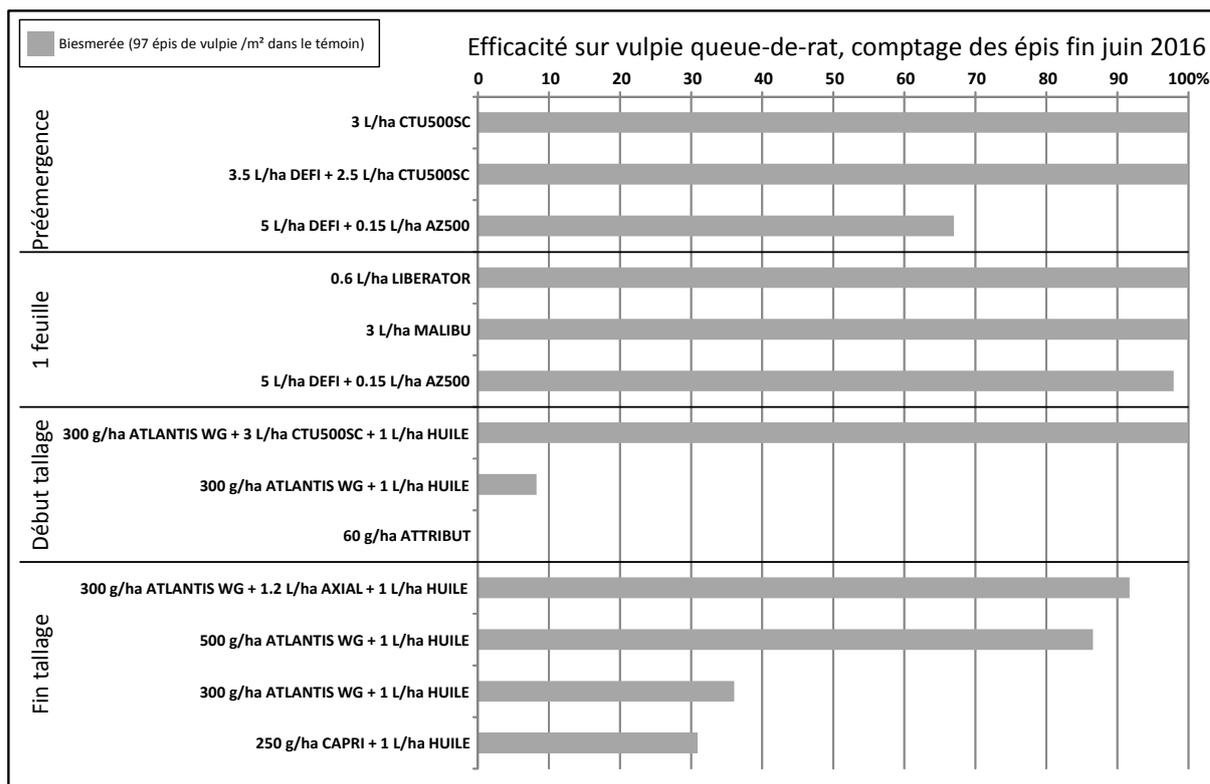


Figure 3.4 : Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$.

Conclusions

Le *chlortoluron*, appliqué en préémergence ou en sortie d'hiver, et le *flufenacet*, appliqué au stade 1 à 2 feuilles (dans le MALIBU ou le LIBERATOR) sont les deux substances actives qui procurent les meilleurs résultats contre la vulpie queue-de-rat. Les autres produits testés sont soit en retrait (le mélange DEFI + AZ 500 au stade 1 feuille, par exemple), soit complètement inefficaces (ATTRIBUT, par exemple).

En cas d'identification tardive, l'application d'ATLANTIS WG, même à sa dose maximale (500 g/ha) ne garantit pas le succès. Utilisé seul, l'AXIAL ne devrait pas suffire mais il semble apporter une efficacité complémentaire non négligeable pour lutter contre la vulpie. Le *chlortoluron*, non testé si tard, constitue peut-être la meilleure solution.

2.5 Nouveautés

PIXXARO

Avec l'arrivée du PIXXARO, nous célébrons la mise sur le marché d'une nouvelle substance active : l'*halauxifen-méthyl*. L'*halauxifen* appartient à la famille des Arylpicolinates, une nouvelle famille chimique au sein des Auxines synthétiques (= hormones - mode d'action O). Comme toutes les hormones, l'*halauxifen* un herbicide foliaire systémique essentiellement actif contre les dicotylées. Il est très efficace contre le coquelicot, le lamier, le fumeterre, le gaillet, le mouron, les géraniums, le bleuet ... A la différence des hormones, son utilisation

3. Lutte contre les mauvaises herbes

n'est pas contrariée par les conditions de température (il est efficace à partir de 5°C) et les quantités nécessaires pour être efficace sont faibles (de l'ordre de 6 g/ha).

Le PIXXARO (EC : 12 g/L *halauxifen* + 280 g/L *fluroxypyr* + 12 g/L *cloquintocet*) associe donc cette nouvelle substance active avec celle du STARANE et un phytoprotecteur. Il est autorisé à une dose maximale de 0,5 L/ha dans toutes les céréales sauf l'avoine.

FENCE

Le FENCE est une suspension concentrée (SC) contenant 480 g/L de *flufenacet*. Cette substance active est déjà disponible en céréales, en combinaison avec la *pendimethaline* (dans le MALIBU) ou avec le *diflufenican* (dans le HEROLD SC et le LIBERATOR). Au contraire de ces trois produits, le FENCE ne pourra être appliqué que sur froment d'hiver. Il pourra être pulvérisé à raison de 0,5 L/ha, du stade 1 feuille au stade 3 feuilles du froment d'hiver. À cette dose, il y aura autant de *flufenacet* que lors d'une application de 0,6 L/ha de LIBERATOR. Le FENCE est essentiellement efficace contre les graminées annuelles (vulpin, jouet-du-vent et pâturin) mais peut également donner un coup de pouce contre certaines dicotylées classiques telles que le mouron ou la matricaire.

2.6 Comparaison de techniques de désherbage mécanique en culture de froment biologique

M. Abras, F. Rabier, Q. Limbourg

2.6.1 Introduction

En Wallonie, environ 40 % des agriculteurs bio produisent des céréales, majoritairement à destination de l'élevage. En plus des critères de rendement, de qualité et de résistances aux maladies communément recherchés par les agriculteurs, les variétés de céréales semées en bio répondent le plus souvent à d'autres critères qui prennent en compte l'impossibilité d'utiliser des herbicides tels que la couverture du sol, le développement de la biomasse et la précocité de celles-ci.

En agriculture biologique, si la gestion des adventices repose en premier lieu sur des mesures préventives (choix de la variété, rotation, travail du sol en inter-culture, cultures associées, faux-semis, date et densité de semis, ...), le désherbage mécanique est une technique répandue en cours de culture et représente la seule solution de rattrapage. Outre son utilisation dans des systèmes biologiques, le désherbage mécanique est une des pistes clairement identifiées permettant la réduction de l'usage des herbicides.

Trois outils sont couramment utilisés en désherbage mécanique : la herse étrille, la houe rotative et la bineuse (Tableau 3.9). De plus, une variante de la herse étrille, appelée la roto-étrille commence à apparaître dans notre région.

Tableau 3.9 : Description des outils de désherbage mécanique utilisés en culture de froment.

Outil	Caractéristiques	Efficacité/sélectivité
Herse étrille Largeur de travail courante : 6 à 12 m Vitesse de travail : 4 à 10 km/h	Travail en plein par arrachage des adventices (vibration des dents). Passage possible en prélevée.	Sur adventices très jeunes : stade filament à 2 feuilles. Inefficace sur vivaces.
Bineuse Largeur de travail courante : 3 m Vitesse de travail : 3 à 6 km/h	Travail sur l'inter-rang par déchaussement et découpage des adventices + effet de buttage sur le rang.	Outil le plus agressif sur l'inter-rang. Sur adventices plus développées jusque 6 feuilles.
Houe rotative Largeur de travail courante : 6 m Vitesse de travail : 15-18 km/h	Travail en plein par déchaussement et projection des adventices. Passage possible en prélevée. Egalement fonction d'écroutage.	Outil le moins agressif, adventices très jeunes stade filament – cotylédons. Inefficace sur vivaces.

Les conditions de passage des outils sont relativement contraignantes afin de limiter le risque de repiquage d'adventices et d'optimiser la pénétration des outils dans le sol, sans tasser de manière excessive le sol travaillé. De manière générale, le sol ne doit être ni gelé ni trop humide en surface lors du passage de l'outil, et les pluies doivent être nulles ou très faibles les quelques jours suivants (minimum 2 jours si l'évapotranspiration dépasse 0,5 mm).

La qualité d'un désherbage mécanique est fonction de l'état du sol et des conditions météorologiques au moment du passage de l'outil et au cours des deux ou trois jours qui suivent. Elle dépend aussi du matériel choisi et de ses réglages.

2.6.2 Protocole expérimental

Deux essais ont été réalisés à Rhisnes en culture, de froment en 2015 et 2016 dans l'objectif de comparer l'efficacité sur adventices et l'impact sur la culture, de passages successifs de deux outils : la herse étrille, sur un semis de froment à rangs espacés de 12,5 cm, et la bineuse, sur un semis à interligne de 25 cm. La même densité de semis a été utilisée aussi bien avec un interligne de 12,5 cm que de 25 cm. La bineuse a été testée avec ou sans différentes options : guidage GPS ou non sur tracteur et peignes après les éléments de bineuse. Les outils de désherbage et les interlignes correspondant sont détaillés dans le Tableau 3.10.

Tableau 3.10 : Modalités de désherbage mécanique appliquées dans les essais 2015 et 2016.

Modalités	Outils	Interligne	Année
M1	Bineuse	25 cm	2015 - 2016
M2	Herse étrille	12,5 cm	2015 - 2016
M3	Bineuse + RTK	25 cm	2015 - 2016
M4	Bineuse + RTK avec peigne	25 cm	2016

Les passages ont été réalisés en fonction du développement des populations d'adventices et des possibilités liées aux conditions climatiques. Les dates de passage ainsi que les outils utilisés sont précisés dans le Tableau 3.11.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.11 : Date et outils utilisés lors de chaque passage de désherbage en 2015 et 2016.

		Date	Machine	Modalités
2015	1er passage	14/04/2015	Bineuse 3 m	M1, M3
			Herse étrille 3 m	M2
	2ème passage	24/04/2015	Bineuse 3 m	M1, M3
			Herse étrille 3 m	M2
	3ème passage	12/05/2015	Bineuse 3 m	M1, M3
			Herse étrille 3 m	M2
2016	1er passage	18/03/2016	Bineuse 3 m + herse étrille après bineuse	M1, M3, M4
			Herse étrille 3 m	M2
	2ème passage	7/04/2016	Bineuse 3 m avec (M4) et sans peigne	M1, M3, M4
			Herse étrille 3 m	M2
	3ème passage	21/04/2016	Bineuse 3 m avec (M4) et sans peigne	M1, M3, M4
			Herse étrille 3 m	M2
	4ème passage	3/05/2016	Bineuse 3 m avec (M4) et sans peigne	M1, M3, M4
			Herse étrille 3 m	M2

Afin de juger de l'effet des outils sur la destruction des adventices mais également de la repousse de celles-ci suite au travail, des comptages d'adventices ont été réalisés avant et après chaque passage, dans les lignes et dans les interlignes. Pour chaque modalité, les comptages ont été réalisés au même endroit sur deux placettes prédéfinies au sein de chaque répétition. Les surfaces des placettes ont été étendues en 2016 en raison de la grande variabilité des résultats obtenus en 2015 et sont passées de 0,25 m² (50cm x 50cm) à 1,1 m² (2m x 0,55m). Les plants de froment ont été comptés après chaque passage en 2015 pour chaque modalité et en 2016, ce comptage n'a été réalisé qu'en début de saison et comparé avec la densité d'épis avant la récolte. Enfin les rendements obtenus pour les différentes modalités ont été mesurés et comparés.

2.6.3 Résultats et discussions

En 2015, les résultats très variables que nous avons obtenus n'ont montré que des tendances mais ont permis d'améliorer le protocole d'essai. Sur les trois passages réalisés, la herse étrille permet de maintenir les adventices à leur population initiale, contrairement à la bineuse. Les rendements obtenus avec ces trois outils sont similaires.

La Figure 3.5 montre l'efficacité du premier passage d'outils dans l'essai de 2016 sur les adventices. Ces histogrammes représentent le nombre d'adventices avant et après le passage de chaque outil dans (en gris foncé) et hors de la ligne (en gris clair) de froment et les pourcentages affichés expriment la réduction relative des adventices après le premier passage de chaque outil. Par exemple, l'utilisation de la bineuse sur le froment semé à 25 cm permet une réduction de 54 % du nombre d'adventices sur l'inter-rang et de 17 % sur le rang. La herse étrille est la plus efficace lors de ce passage, aussi bien dans la ligne que dans l'interligne avec des réductions de 75 et 81 % des adventices respectivement. Les trois modalités avec la bineuse montrent des réductions relatives inférieures. L'utilisation du RTK ne semble pas améliorer l'efficacité. Cependant, remarquons que les peignes étrilles ajoutés à la bineuse augmentent sensiblement son efficacité en début de saison par rapport à l'utilisation d'une bineuse sans peignes.

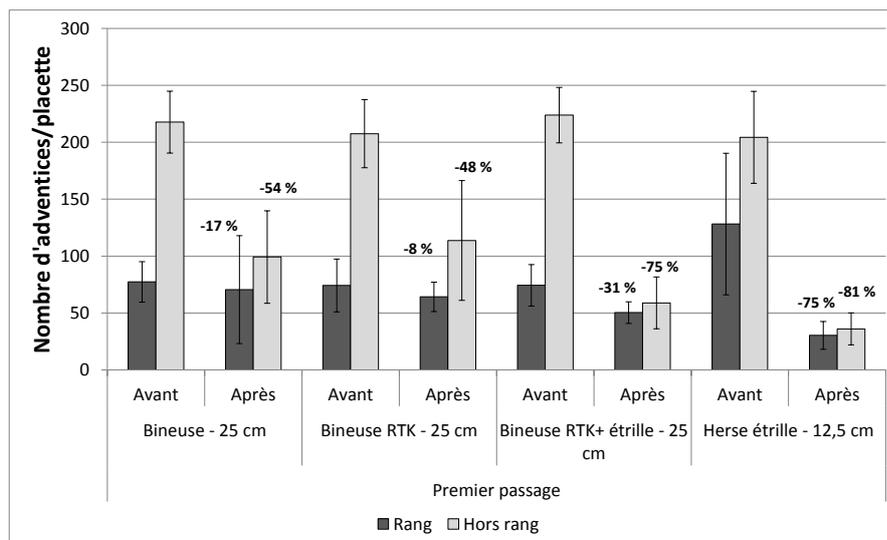


Figure 3.5 : Réduction du nombre d'adventices dans le rang et hors du rang de froment au cours du premier passage de désherbage mécanique en fonction des outils utilisés.

La dynamique a été mesurée pour l'ensemble des passages. L'évolution du nombre d'adventices au cours des quatre passages est présentée dans la Figure 3.6 (dans la ligne) et la Figure 3.7 (dans l'interligne).

La herse étrille est la plus efficace lors du premier passage, aussi bien dans la ligne que dans l'interligne. On remarque une population d'adventices initiale dans la ligne de semis supérieure pour la herse étrille, sans doute en raison de la moindre densité au sein de la ligne (même densité que pour la bineuse mais deux fois plus de lignes). Ceci peut également expliquer le développement supérieur des adventices après le premier passage de herse étrille par rapport à celui de bineuse. Les peignes étrilles ajoutés à la bineuse augmentent sensiblement son efficacité en début de saison.

Lors des passages suivants, la tendance s'inverse, et la bineuse, équipée ou non de peignes étrilles, présente alors une efficacité plus élevée que la herse. Les passages des dents de la herse et des peignes étrilles semblent avoir un effet sur le développement ultérieur des adventices. Ceci peut être provoqué par une germination favorisée par le travail du sol effectué par ces outils et/ou par une diminution de la densité des plantes de froment présentes dans la ligne.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

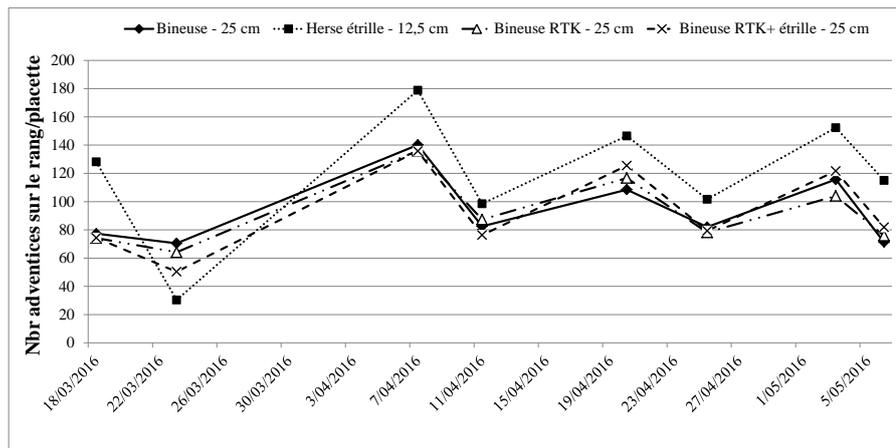


Figure 3.6 : Evolution du nombre d'adventices sur le rang durant la période de désherbage.

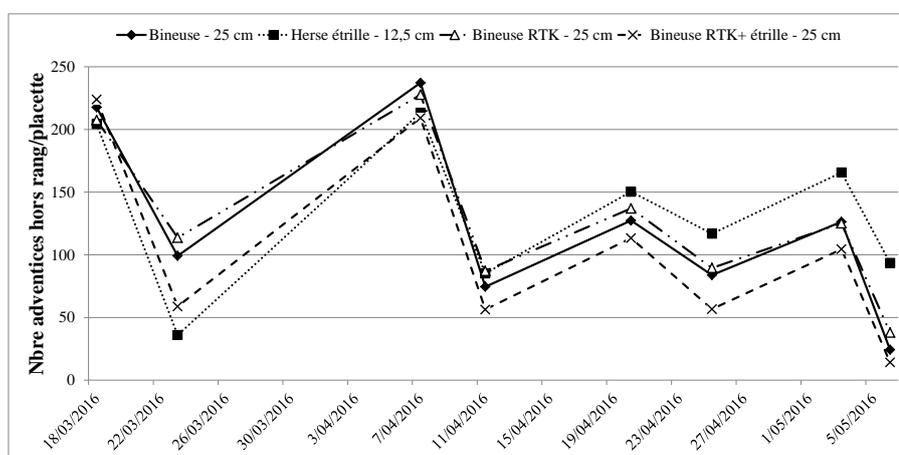


Figure 3.7 : Evolution du nombre d'adventices hors du rang durant la période de désherbage.

Le désherbage mécanique a eu un impact négatif sur les cultures et leur rendement. Dans le cas de l'essai 2016, la densité d'épis a été réduite par les passages de herse, ce qui a eu une influence négative sur le rendement final.

2.6.4 Conclusions

Les résultats des essais de 2015 et de 2016 mènent à des résultats différents sur l'efficacité des outils. Ce constat montre bien l'importance des conditions climatiques et des stades des mauvaises herbes lors des passages. Il est de ce fait difficile d'établir des recommandations en matière de désherbage mécanique car il n'existe pas de solution unique mais bien plusieurs solutions à adapter notamment en fonction du matériel disponible, des conditions de l'année et du stade de développement des adventices. Si possible, il est plus efficace de passer successivement avec des outils différents afin de combiner leur efficacité et de les utiliser à leur plein potentiel. Il est dans tous les cas primordial d'intervenir dès que les conditions le permettent si le développement des adventices l'exige et de les contrôler le temps que la culture leur oppose une concurrence suffisante.

En conventionnel, le désherbage mécanique offre la possibilité de réduire le recours aux herbicides et de substituer un ou deux passages de herse étrille ou de houe rotative à un

traitement herbicide avec la possibilité de recourir à un rattrapage chimique si nécessaire. Des essais seront réalisés en 2018 afin de tester et chiffrer cette alternative.

2.6.5 Coût de passage des outils testés

Comme vu précédemment, la mise en œuvre du désherbage mécanique nécessite l'investissement dans du matériel spécifique qu'il faudra amortir sur un nombre plus ou moins élevé d'hectares en fonction de la situation de l'exploitation. Le Tableau 3.12 permet de comparer le coût des différents passages pour les outils utilisés dans notre essai en comparaison avec un traitement herbicide classique type Livre Blanc. Le calcul du coût d'utilisation des machines a été réalisé avec l'outil Mecacost (mecacost.cra.wallonie.be), ce dernier prend en compte l'ensemble des frais fixes et variables liés à l'utilisation de la machine (amortissement, intérêts, assurance/taxes, entretien/réparation, carburant).

C'est la herse étrille qui présente un coût de passage le plus faible (18,0 €/ha) et le pulvérisateur le plus élevé. C'est évidemment le coût du produit qui fait toute la différence car le coût du pulvérisateur en tant que tel reste très compétitif (10,1 €/ha) étant donné la performance (7 ha/h contre 3 ha/h pour la herse et 1,7 ha/h pour la bineuse dans notre exemple) et le nombre d'hectares réalisés.

Parmi les outils mécaniques, la bineuse avec caméra présente un coût plus élevé car cette option double presque le prix d'achat. De plus, la vitesse de travail reste limitée ce qui a un impact sur le coût de la main d'œuvre.

Il est également important de signaler que le nombre de passages diffère en fonction de l'option de désherbage choisie. En fonction des situations et de l'année, le désherbage mécanique va nécessiter jusque 4 passages tandis que les herbicides seront bien souvent appliqués en 1 seule fois.

Tableau 3.12 : Comparaison des coûts de passage pour différents outils de désherbage mécanique et de l'utilisation d'herbicides en €/ha.

Coût €/ha	Coût machine /passage	Coût traction /passage	Coût MO (15 €/h) /passage	Coût herbicides /passage	Coût total /passage	Nombre de passages Coût total
Herse étrille 6 m Prix 5 500 € - 100 ha/an	3,5	9,0	5,0	-	18,0	2 à 4 35 à 70 €/ha
Bineuse 12 rangs avec peigne étrille Prix 19 900 € - 100 ha/an	16,0	14,0	8,8	-	39,0	2 à 3 77 à 116 €/ha
Bineuse 12 rangs avec peigne étrille et caméra Prix 33 500 € - 100 ha/an	25,0	14,0	8,8	-	48,0	2 à 3 95 à 143 €/ha
Pulvérisateur trainé 28-30m-3500 litres Prix 45 000 € - 1000 ha/an	4,5	3,5	2,1	72,9	83,0	1 à 2 83 à 166 €/ha

3 Recommandations pratiques

F. Henriot

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 effet, 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.

3.1.2 En froment, éviter les interventions avant l'hiver

Généralement semés plus tard que les escourgeons, les froments sont encore relativement peu développés au printemps. Si un désherbage est nécessaire en sortie d'hiver, les traitements automnaux ne se justifient que rarement. Dans la majorité des cas, il convient donc d'éviter les traitements automnaux, financièrement inutiles. Les principales raisons sont les suivantes :

- 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 apparemment 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 lorsque le développement des adventices est précoce et intense. Car dans ce cas, la céréale peut subir une concurrence néfaste dès l'automne. 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.

Une autre situation justifiant un premier traitement en automne est la présence d'adventices résistantes. Dans ce cas, un traitement d'automne permet une meilleure efficacité du traitement de printemps en présensibilisant les adventices résistantes et en limitant leur développement (voir point 3.5 page 31).

3.1.3 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, plus difficilement quantifiable, 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 culture et susceptibles de poser des problèmes par la suite.

3.1.4 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

En collaboration avec C. Roisin, CRA-W, Unité Fertilité des Sols et Protection des Eaux (U9)

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 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 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, 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

3.2.1 En escourgeon et en orge d'hiver

En fonction du stade de développement atteint par la culture et par la flore adventice rencontrée au sein de la parcelle, diverses options peuvent être recommandées pour lutter contre les mauvaises herbes durant l'automne. Celles-ci sont reprises dans le Tableau 3.13 ci-dessous. Plus de précisions quant à la sensibilité des mauvaises herbes aux herbicides, à la composition des produits ou aux possibilités agréées, se trouvent dans les pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales.

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 présentes. Adapté à la parcelle, ce type de traitement donne souvent pleine satisfaction.

Les urées substituées (*chlortoluron*) sont des herbicides racinaires dont le comportement est fortement influencé par la pluviosité et le type de sol (teneur en matière organique notamment). Ils sont très sélectifs de l'escourgeon et particulièrement efficaces sur les graminées annuelles dont le vulpin et les dicotylées classiques comme le mouron des oiseaux et la camomille.

Même si des pertes d'efficacité sur vulpin sont de temps en temps constatées, le *prosulfocarbe* reste efficace sur un grand nombre de graminées et dicotylées annuelles dont les VVL (violettes, véroniques, lamiers). Il est très valable contre le gaillet gratteron mais inefficace sur camomille.

Les dinitroanilines (*pendimethaline*), l'*isoxaben* ou les pyridinecarboxamides (*picolinafen* et *diflufenican*) ou le *beflubutamide* complètent idéalement les urées substituées et le *prosulfocarbe* en élargissant le spectre antidicotylées aux VVL (mais pas au gaillet gratteron) et en renforçant l'activité de ceux-ci sur les graminées. Ces herbicides doivent être appliqués quand les adventices sont encore relativement peu développées (maximum 2 feuilles, BBCH 12). Le *diflufenican* est peu efficace sur camomille. L'association du *diflufenican* avec la *flurtamone* pour former 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 après la

3. Lutte contre les mauvaises herbes

levée de la culture (sélectivité !) mais avant que les adventices ne soient trop développées (efficacité !). Pour obtenir un spectre complet, il peut être associé au *diflufenican* dans le HEROLD SC et le LIBERATOR ou à la *pendimethaline* dans le MALIBU. Ces produits, permettant de lutter contre des adventices de petite taille ou non encore germées, doivent être appliqués sur une culture d'escourgeon dont les racines sont suffisamment profondes et hors d'atteinte. Les camomilles et les gaillets peuvent échapper à ce traitement.

En culture d'escourgeon, seuls deux produits contiennent un antigaminées spécifique : le FOXTROT et l'AXIAL (ou AXEO). Le FOXTROT contient du *fenoxaprop*, comme le PUMA S EW (qui n'est pas agréé en escourgeon !). L'AXIAL (ou AXEO), arrivé sur le marché plus récemment, est composé de *pinoxaden*. La lutte contre les graminées développées, voire très développées (BBCH 25-29), repose donc uniquement sur ces deux herbicides (pas de sulfonilurée antigaminées en escourgeon !).

Tableau 3.13 : Traitements automnaux recommandés en culture d'escourgeon. Les substances actives sont renseignées en italique et les spécialités commerciales en MAJUSCULES. Les spécialités commerciales ne sont pas indiquées lorsqu'il en existe plusieurs.

Développement de la culture :	Préémerg. BBCH 00	1 feuille BBCH 11	2 feuilles BBCH 12	3 feuilles BBCH 13	Tallage BBCH 21
Cibles : graminées et dicots classiques					
<i>chlortoluron</i>	3 - 3.25 L/ha				3 L/ha
<i>prosofocarbe</i>		4 - 5 L/ha			
Cibles : dicotylées					
<i>isoxaben</i> (AZ 500)		0.15 L/ha			
<i>diflufenican</i>		0.375 L/ha			
<i>pendimethaline</i> + <i>picolinafen</i> (= CELTIC)				2.5 L/ha	
Cibles : graminées et dicotylées					
<i>chlortoluron</i> et AZ 500	3 et 0.15 L/ha				
<i>chlorotluron</i> et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	2 et 2 L/ha				
<i>prosofocarbe</i> et AZ 500		4 - 5 et 0.15 L/ha			
<i>flufenacet</i> + <i>diflufenican</i>			0,6 L/ha		
<i>flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			3 L/ha		
Cibles : jouets du vent et dicotylées					
<i>flurtamone</i> + <i>diflufenican</i> (= BACARA)		1 L/ha			
Cibles : graminées					
<i>pinoxaden</i> (= AXIAL ou AXEO)				0.9 L/ha	0.9 L/ha
<i>fenoxaprop</i> (= FOXTROT)				1 L/ha	1 L/ha
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

3. Lutte contre les mauvaises herbes

3.2.2 En froment d'hiver

Un traitement automnal est presque toujours suivi par un rattrapage au printemps. Il est rarement conseillé mais peut l'être si l'une des 4 situations évoquées au point 3.1.2 (page 20) est rencontrée. Le cas échéant, le désherbage est raisonné "en programme".

Il existe, en fonction du stade de développement atteint par la culture et par la flore adventice en présence, une série de possibilités pour lutter contre les mauvaises herbes durant l'automne. Celles-ci sont reprises dans le Tableau 3.14. Plus de précisions quant à la sensibilité des mauvaises herbes aux herbicides, à la composition des produits, aux différents produits agréés ou à la sensibilité des variétés de froment au *chlortoluron*, se trouvent dans les pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales.

Tableau 3.14 : Traitements automnaux recommandés en froment d'hiver. Les substances actives sont renseignées en italique et les spécialités commerciales en MAJUSCULES. Les spécialités commerciales ne sont pas indiquées lorsqu'il en existe plusieurs.

Développement de la culture :	Préémerg. BBCH 00	1 feuille BBCH 11	2 feuilles BBCH 12	3 feuilles BBCH 13	Tallage BBCH 21
Cibles : graminées et dicots classiques					
<i>chlortoluron</i> (°)	3 - 3.25 L/ha				
<i>prosofocarbe</i>		4 - 5 L/ha			
Cibles : dicotylées					
<i>isoxaben</i> (AZ 500)		0,15 L/ha			
<i>diflufenican</i>		0,375 L/ha			
Cibles : graminées et dicotylées					
<i>chlortoluron</i> et AZ 500	3 et 0.15 L/ha				
<i>chlortoluron</i> et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	2 et 2 L/ha				
<i>prosofocarbe</i> et AZ 500		4 - 5 et 0.15 L/ha			
<i>flufenacet</i> + <i>diflufenican</i>			0,6 L/ha		
<i>flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			3 L/ha		
Cibles : jouets du vent et dicotylées					
<i>flurtamone</i> + <i>diflufenican</i> (= BACARA)		1 L/ha			
Cibles : graminées					
<i>pinoxaden</i> (= AXIAL ou AXEO)				0.9 L/ha	0.9 L/ha
<i>fenoxaprop</i> (FOXTROT et PUMA S EW)				1 L/ha	1 L/ha
(°) chlortoluron : attention à la sensibilité variétale					
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

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

Les urées substituées (*chlortoluron*) sont des herbicides racinaires dont le comportement est fortement influencé par la pluviosité et le type de sol (teneur en matières organiques notamment). Leur persistance d'action est faible car ils disparaissent rapidement pendant la période hivernale. Ils sont très sélectifs du froment (excepté aux stades 1 à 3 feuilles, BBCH 11-13) et particulièrement efficaces sur les graminées annuelles, dont le vulpin, et les dicotylées classiques comme le mouron des oiseaux et la camomille. Même si des pertes d'efficacité sont de temps en temps constatées, le *prosulfocarbe* est efficace sur un grand nombre de graminées et dicotylées annuelles dont les lamiers et les véroniques. De plus, il reste très valable contre le gaillet gratteron.

L'*isoxaben* agit sur l'ensemble des dicotylées, y compris les moins sensibles aux urées dont les VVL (violettes, véroniques, lamiers). Il reste par contre inefficace sur le gaillet. Le *diflufenican* et le *beflubutamide* présentent un spectre semblable à celui de l'*isoxaben*, à l'exclusion de la camomille sur laquelle ils sont peu efficaces. Le BACARA, associant le *diflufenican* à la *flurtamone*, élargit le spectre sur les renouées et surtout sur le jouet du vent. Tous ces herbicides doivent être appliqués quand les adventices sont encore relativement peu développées (maximum 2 feuilles, BBCH 12). De par leur spectre, ils complètent efficacement les urées substituées (sauf en ce qui concerne le gaillet) et le *prosulfocarbe*.

Pour demeurer efficace, le *flufenacet*, actif contre les graminées et quelques dicotylées, doit être appliqué après la levée de la culture pour des raisons de sélectivité mais avant que les adventices ne soient trop développées. Pour obtenir un spectre plus complet, il est associé au *diflufenican* dans le HEROLD SC ou le LIBERATOR ou à la *pendimethaline* dans le MALIBU. Ces produits, permettant de lutter contre des adventices de petite taille ou même non-germées, doivent être appliqués sur une culture de froment dont les racines sont suffisamment profondes afin de n'être plus exposées au produit. Les camomilles et les gaillets peuvent échapper à ce traitement.

En froment, l'usage du *fenoxaprop* (dans le FOXTROT et le PUMA S EW) et du *pinoxaden* (dans l'AXIAL et l'AXEO) ne devrait pas être recommandé en automne mais reporté au printemps.

Parce que les conditions climatiques y sont rarement favorables, les traitements de postémersion au stade début tallage (BBCH 21) sont déconseillés, notamment parce qu'ils risquent de manquer de sélectivité.

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**

3. Lutte contre les mauvaises herbes

actives à utiliser alors que le niveau d'infestation et le stade de développement modulent les doses à appliquer. Il est important d'effectuer un traitement combinant efficacité sur la flore présente et persistance d'action.

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 froment

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 antigaminées 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 7 substances actives efficaces utilisables au printemps contre les graminées: le *chlortoluron*, le *flupyrsulfuron*, la *propoxycarbazone*, le *mesosulfuron*, le *fenoxaprop*, le *pinoxaden* et le *pyroxsulam* (utilisable au printemps à une dose maximale de 1,2 L/ha, l'*isoproturon* n'est plus considéré comme efficace contre les graminées). Le Tableau 3.15 en décrit les principales caractéristiques. Ces molécules présentent un spectre antigaminées qui leur est propre (consulter les pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales). Le *chlortoluron* et *flupyrsulfuron* présentent une efficacité intrinsèque vis-à-vis de certaines dicotylées et peuvent en outre être associées à une substance active antidicotylées en vue d'élargir le spectre, alors que le *mesosulfuron* est toujours associé à l'*iodosulfuron* voire même au *diflufenican* 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 page 29).

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 de l'*isoproturon*, du *chlortoluron*, de la *propoxycarbazone* et du *flupyrsulfuron* est à craindre sur des vulpins plus développés.

Tableau 3.15 : 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	00-13	Plusieurs produits	3 à 5 L/ha ⁽¹¹⁾
<i>isoproturon</i>	C2	racinaire	21-30	00-13	Plusieurs produits	1,2 L/ha
			21-30		JAVELIN ⁽²⁾	1,2 L/ha
			21-30		HERBAFLEX ⁽³⁾	1,2 L/ha
<i>propoxycarbazone</i>	B	plus racinaire que foliaire	21-31	00-21	ATTRIBUT	60 g/ha
					CALIBAN DUO ⁽⁴⁾	250 g/ha
					CALIBAN TOP ⁽⁵⁾	300 g/ha
<i>flupyrsulfuron</i>	B	tant racinaire que foliaire	21-29	00-21	LEXUS SOLO	20 g/ha
					LEXUS XPE ⁽⁶⁾	30 g/ha
					LEXUS MILLENIUM ⁽⁷⁾	100 g/ha
<i>mesosulfuron</i>	B	plus foliaire que racinaire	21-31	00-31	ATLANTIS WG ⁽⁴⁾	300 g/ha ⁽¹²⁾
			21-31		COSSACK ⁽⁴⁾	300 g/ha
			21-31		PACIFICA ⁽⁴⁾	500 g/ha
			21-31		ALISTER ⁽⁸⁾	1 L/ha
			21-29		OTHELLO ⁽⁸⁾	2 L/ha
			21-29		KALENKO ⁽⁸⁾	1 L/ha
<i>fenoxaprop</i>	A	foliaire	13-31	12-30	FOXTROT ⁽⁹⁾	1 L/ha
			13-31	12-30	PUMA S EW ⁽⁹⁾	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⁾	250 g/ha
			21-31		CAPRI TWIN ⁽¹⁰⁾	220 g/ha
			21-31		CAPRI DUO ⁽¹⁰⁾	265 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 le *diflufenican*

(8) en association avec l'*iodosulfuron*, le *DFP* et un safener

(3) en association avec le *beflubutamide*

(9) en association avec un safener

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

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

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

(6) en association avec le *metsulfuron*

(11) en fonction du type de sol

(7) en association avec le *thifensulfuron*

(12) la dose peut être portée à 500 g/ha en cas de vulpins résistants

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'adventices rencontrées et de leur développement. Si des graminées trop développées pour le *chlortoluron* sont présentes, il est possible de l'associer à un antigraminée spécifique (*fenoxaprop* ou *pinoxaden*, par exemple) ou à un herbicide principalement antidicotylées mais ayant une action complémentaire sur les graminées (*diflufenican*, *pendimethaline*,...). En présence de jouet du vent, le BACARA peut renforcer le *chlortoluron*. Pour élargir le spectre sur dicotylées, les molécules ne manquent pas : hormones, sulfonilurées ou bien PPOIs.

La *propoxycarbazone*, disponible dans l'ATTRIBUT, est efficace uniquement contre les graminées et les crucifères (capselle, sené, moutarde, tabouret des champs, repousse de colza

3. Lutte contre les mauvaises herbes

...). 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 postémergence des graminées. Toutefois, en postémergence (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 l'*iodosulfuron*, une substance active essentiellement antidicotylées, dans le CALIBAN DUO et le CALIBAN TOP. Ce dernier contient en outre, de l'*amidosulfuron*, particulièrement efficace contre le gaillet.

Le spectre du *flupyr sulfuron* est comparable à celui du *chlortoluron* (graminées et dicotylées classiques mais pas les VVL). Il peut contrôler des mauvaises herbes en préémergence (de par son effet racinaire) ou en postémergence (de par son effet foliaire). Il est commercialisé seul (LEXUS SOLO), ou en association avec le *metsulfuron* (LEXUS XPE) ou le *thifensulfuron* (LEXUS MILLENIUM). L'association avec le *metsulfuron* permet d'élargir le spectre sur les VVL tandis que l'adjonction de *thifensulfuron* étend le spectre aux VVL et au gaillet. Attention, la très courte rémanence du *thifensulfuron* limite son efficacité aux dicotylées présentes au moment de la pulvérisation. Le *flupyr sulfuron* doit être appliqué sur une culture ayant atteint le stade tallage (BBCH 21). Son efficacité est moins dépendante du stade de développement des adventices que celle du *chlortoluron*, ce qui permet une utilisation plus souple et la possibilité d'attendre des conditions (climatiques ou culturales) plus propices au traitement.

A l'heure actuelle, le *mesosulfuron* est l'antigraminées procurant l'efficacité la plus intéressante, même sur des vulpins difficiles. Peu efficace sur les dicotylées, il est toujours associé à l'*iodosulfuron* (qui élargit le spectre aux dicotylées classiques et renforce l'efficacité sur jouet du vent) et à un phytoprotecteur pour former l'ATLANTIS WG. Plus concentrés en *iodosulfuron*, le COSSACK et le PACIFICA présentent une efficacité accrue sur les VVL. Ces trois produits devront toujours être pulvérisés en mélange avec 1 L/ha de produit à base d'huile de colza estérifiée. D'autres produits complètent la gamme: l'ALISTER, l'OTHELLO et le KALENKO associent, selon des ratios différents, les substances actives de l'ATLANTIS WG et le *diflufenican*, ce qui élargit encore le spectre antidicotylées. 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. Il est encore plus souple d'utilisation que le *flupyr sulfuron*. En présence de VVL, l'ATLANTIS WG devra être complété ou corrigé par après.

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.

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 antigaminées 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.

Tableau 3.16 : 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 Sulfonylurées PPOIs ⁽²⁾	O B E	<i>dichlorprop-p, fluroxypyr, mecoprop-p amidosulfuron, florasulam, tritosulfuron carfentrazone</i>
Mouron des oiseaux	Hormones Sulfonylurées PDS ⁽³⁾	O B F1	<i>dichlorprop-p, fluroxypyr, mecoprop-p iodosulfuron, florasulam, metsulfuron, tritosulfuron diflufenican, beflubutamide, picolinafen</i>
Camomille	Sulfonylurées Nitriles	B C3	<i>iodosulfuron, florasulam, metsulfuron, tritosulfuron ioxynil</i>
Véroniques et violettes (pensées)	PDS ⁽³⁾ Nitriles PPOIs ⁽²⁾	F1 C3 E	<i>diflufenican, beflubutamide, picolinafen ioxynil bifenox, carfentrazone</i>
Lamiers	PDS ⁽³⁾ Nitriles PPOIs ⁽²⁾ Sulfonylurées	F1 C3 E B	<i>diflufenican, beflubutamide, picolinafen ioxynil bifenox, carfentrazone 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 la ProtoPorphyrinogène Oxidase

⁽³⁾ Inhibiteurs de la synthèse des caroténoïdes à la Phytoène DéSaturase

Le choix de l'herbicide antidicotylées doit avant tout tenir compte des adventices présentes (Tableau 3.16) et de leur stade de développement. En cas de mélange avec un antigaminées, 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

3. Lutte contre les mauvaises herbes

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.

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 antidiocotylées de contact ;
 - les sulfonilurées et les antigraminées 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 sulfonilurées (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 même les sulfonilurées (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 sulfonilurées (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

3. Lutte contre les mauvaises herbes

plusieurs mécanismes de résistance sont rencontrés dans la même plante, il s'agit alors de résistance multiple.

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. Des prélèvements de semences peuvent être effectués par l'Unité Protection des plantes et Ecotoxicologie du CRA-W (contact: François Henriet).

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 : 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 page 32) ;
- 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.

4. La fumure azotée

R. Meza¹, B. Monfort², B. Dumont³, D. Eylembosch³, O. Mahieu⁴, C. Vandenberghe⁵, C. Collin⁶, V. Reuter⁷,
J.L. Herman⁸ et B. Bodson³

1	La fumure en froment.....	3
1.1	Bilan de la saison 2015-2016	3
1.2	Expérimentation, résultats, perspectives	4
1.2.1	Résultats obtenus dans les essais de Lonzée	5
1.2.2	La fertilisation, taux de protéines et verse.....	10
1.2.3	Essai de comparaison de fumures réalisé à Ath	11
1.3	Recommandations pratiques.....	13
1.3.1	Azote minéral du sol sous froment d’hiver, situation au 09 fév. 2017	13
1.3.2	Les objectifs	15
1.3.3	Les principes de base de la fixation de la fumure azotée	16
1.3.4	Le rythme d’absorption de l’azote par la culture	17
1.3.5	La détermination pratique de la fumure	18
1.3.6	Les modalités d’application des fumures.....	20
1.3.7	Calcul de la fumure azotée pour 2017	23

¹ ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée – Production intégrée des céréales en Région Wallonne – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

² Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

³ ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée

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

⁵ ULg – Gx-ABT – Axe Echanges Eau-Sol-Plantes – GRENeRA

⁶ Requasud – Laboratoire de la Province de Liège

⁷ CRA-W – Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité fertilité des sols et protection des eaux

⁸ CRA-W – Dpt Productions et Filières – Unité stratégies phytotechniques

2	La fumure en escourgeon	38
2.1	Une année culturale 2015-2016 à oublier	38
2.2	Résultats des expérimentations en 2016	38
2.2.1	L'essai fumure à Ath en 2016.....	38
2.2.2	Une fumure azotée optimale à Lonzée en 2016 très anormale	39
2.2.3	Fumure azotée économiquement optimale à Gembloux de 2011 à 2016.....	40
2.2.4	La forme de l'engrais (solide ou liquide) influence son efficacité	40
2.3	Les recommandations pratiques.....	41
2.3.1	Conditions particulières de 2017, profil en azote minéral du sol en escourgeon et état des cultures en sortie d'hiver	41
2.3.2	La détermination pratique de la fumure.....	41
2.3.3	Les modalités d'application de la fumure azotée	42
2.3.4	Calcul de la fumure azotée pour 2017	43

1 La fumure en froment

1.1 Bilan de la saison 2015-2016

De manière générale, les semis se sont déroulés dans de bonnes conditions, même pour les semis les plus tardifs du mois de décembre. La période des semis a été marquée par des températures très basses à la mi-octobre et fort élevées début novembre.

L'hiver a été anormalement chaud et pluvieux. Ces conditions ont engendré des développements de plantes fortement avancés dans certaines situations. Fort heureusement la période de gel que nous avons eue en janvier n'a pas affecté négativement le peuplement des parcelles.

Après l'hiver, la végétation était bien développée et les résultats des analyses d'azote dans le sol ont montré que ses réserves étaient faibles, notamment dû aux fortes quantités d'eau que nous avons reçues durant les mois de janvier et février. Avec ces constats, l'équipe du Livre Blanc Céréales a recommandé de suivre une fertilisation en trois fractions dans la plupart des situations culturales.

Si le printemps a pu être considéré comme normal, il y a toutefois eu de nombreuses situations extrêmes, tant au niveau des températures qu'au niveau des pluviosités. Le début de l'été s'est révélé quant à lui très maussade. Le mois de juin a été caractérisé par des précipitations élevées entraînant des niveaux d'insolation extrêmement faibles.

La Figure 4.1 donne les quantités de précipitations enregistrées durant les mois d'avril à juillet sur la station d'Ernage. Précisons néanmoins que certaines régions ont été plus abondamment arrosées que d'autres.

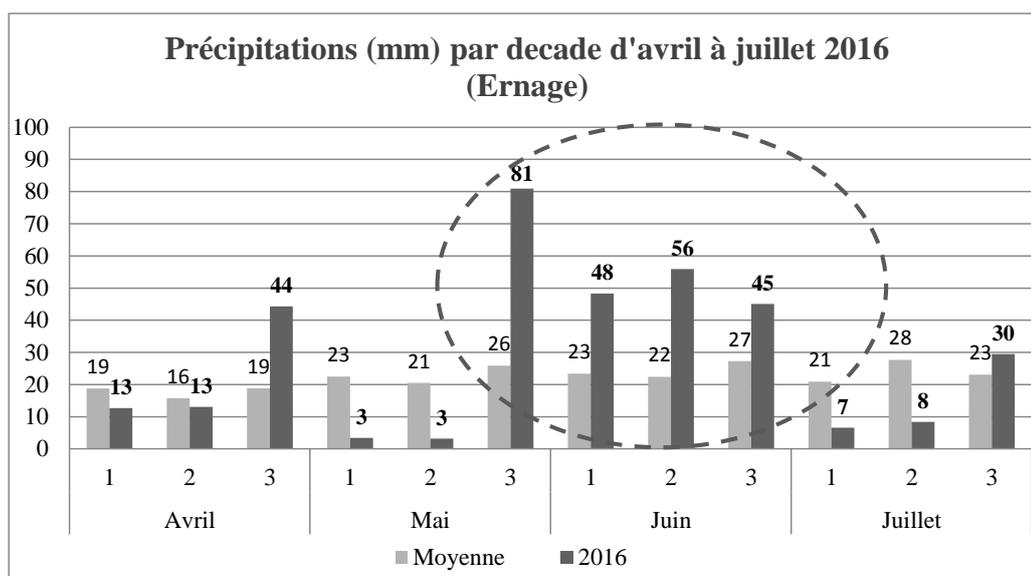


Figure 4.1 : Précipitations par décade d'avril à juillet 2016 (station d'Ernage).

4. Fumure azotée

Les mauvaises conditions climatiques que nous avons vécues durant les mois de mai et juin ont favorisé le développement de maladies des feuilles et des épis mais elles ont également affecté l'absorption de l'azote par les plantes. Les plantes se sont retrouvées dans des conditions d'anoxie, c'est-à-dire que les excès d'eau ont asphyxié les racines des plantes.

Avant ces mauvaises conditions météorologiques, l'état végétatif du blé nous permettait d'envisager de bons rendements voire des rendements supérieurs à ceux enregistrés en 2015 car le nombre d'épis/m² y était supérieur (voir graphique suivant). Encore une fois, la météo a fait des siennes et le remplissage des grains n'a pas été aussi bon qu'espéré vu les faibles niveaux d'ensoleillement du mois de juin ; mois très important pour la formation du grain. Ce mauvais remplissage des épis a influencé négativement le rendement final, qui s'est avéré nettement plus faible que celui des années précédentes.

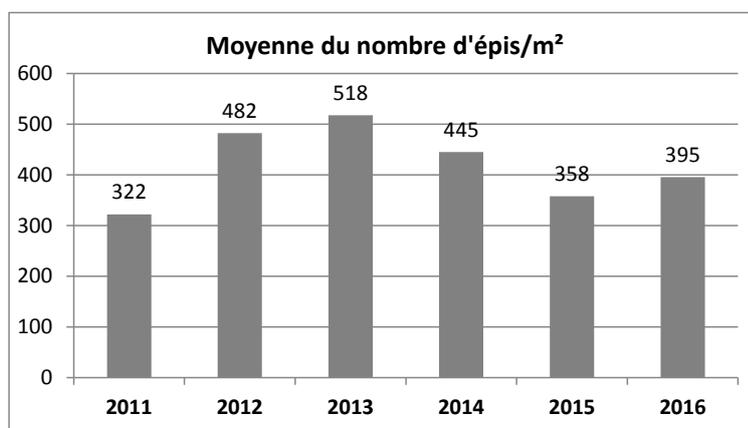


Figure 4.2 : Nombre d'épis par m² comptés de 2011 à 2016 à Lonzée.

Dans pratiquement toutes les situations, la qualité des grains a été médiocre suite à la présence de fusarioses et de cécidomyies orange. Les poids spécifiques enregistrés ont été très faibles.

1.2 Expérimentation, résultats, perspectives

Les résultats de 3 essais sont présentés ci-dessous : deux d'entre eux ont été mis en place dans la région de Gembloux (Lonzée) et le dernier a été implanté à Ath.

Pour l'interprétation des résultats, quelques définitions sont importantes :

- Le rendement phytotechnique est défini comme le rendement brut obtenu sur la parcelle ;
- Le rendement économique représente la valeur de la production (rendement phytotechnique) de laquelle on déduit l'équivalent en poids (q/ha) correspondant au coût de l'engrais azoté appliqué.

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.

L'ensemble des rendements économiques repris dans ce point « Expérimentation, résultats, perspectives » est exprimé selon le rapport 6.2 (1 kg N = 6.2 kg de froment). Le prix de vente retenu pour le froment est de 150 €/T et le prix de la tonne d'azote (ammonitrate 27%) est de 250 €.

1.2.1 Résultats obtenus dans les essais de Lonzée

A Lonzée, les essais fumure implantés après précédent betterave, ont été mis en place par l'Unité de Phytotechnie Tempérée de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg), en collaboration avec le Centre Pilote Wallon des Céréales et Olé-Protéagineux.

Le Tableau 4.1 précise la conduite culturale des essais avec les variétés Mentor et Anapolis.

Tableau 4.1 : Conduite culturale des essais « fumure azotée » 2016 à Lonzée.

Variété	FH16-16		FH16-28	
	Mentor	Panifiable	Anapolis	Fourragère
Date de semis	12-oct	250 grains/m ²	29-oct	300 grains/m ²
Précédent	Betterave		Betterave	
Teneur en N total en sortie hiver sur 90cm (uN)	28		31	
Apport de fumure	21-mars	Tallage (T)	21-mars	
	6-avr	Redressement (Red)	12-avr	
	16-mai	Dernière feuille (DF)	18-mai	
Désherbage	4-avr	Pacifica (300g) + Capri (250) + huile (1L)	8-avr	
Raccourcisseur	14-avr	Meteor 2L	14-avr	
Fongicide	11-mai	Opus plus 1,5 L/ha	11-mai	
	6-juin	Adexar 1,5 L/ha	7-juin	
Insecticide	26-mai	Karate Zeon (50ml/ha)	10-juin	
Récolte	8-août		9-août	

- Essai FH16-16 : Mentor

Le Tableau 4.2 reprend les rendements obtenus pour l'essai FH16-16.

Le rendement phytotechnique maximal, de 95 q/ha, a été obtenu avec une fumure totale de 180 kg N/ha (60-30-90). Des rendements équivalents statistiquement ont été obtenus avec des fumures égales mais dont les fractionnements étaient différents. Des fumures plus importantes peuvent dans certaines situations engendrer l'effet inverse, notamment lorsque une exagération se fait au premier apport, suivi par un deuxième apport trop important. Les objets 14-15-21 et 22 ont eu un indice de verse supérieure à 50.

Dans la colonne « Rdt éco », le rendement économique optimum est de 84 q/ha et il a été obtenu avec la même fumure de 180 kg N/ha (60-30-90). Des niveaux de fumure plus faibles, de 120 kg N/ha, ont permis d'obtenir des rendements statistiquement équivalents à l'optimal (cellules en gris dans la colonne). Lorsqu'on tient compte du coût de l'engrais, les fumures

4. Fumure azotée

excessives n'apportent pas de gain supplémentaire au rendement car elles sont pénalisées par les coûts excédentaires de la fertilisation.

La fumure « Livre Blanc Céréales » en 2 ou 3 apports a permis d'obtenir des rendements statistiquement équivalents au rendement maximal tant au niveau phytotechnique qu'au niveau économique. Dans l'objet 31, en complément des 50 unités d'azote, 61,5 unités de soufre ont été apportées au tallage. L'analyse statistique indique qu'il n'y a pas de différence significative de rendement en comparaison avec une fertilisation exempte en soufre (objet 29).

Tableau 4.2 : Rendements phytotechniques et économiques (q/ha), nombre d'épis/m², poids de 1 000 grains PMG (g), poids à l'hectolitre PHL (kg/hl) et teneurs en protéines (%) observés dans l'essai « fumure azotée » de Lonzeé 2016 – Variété Mentor, précédent betteraves.

N° Objet	T 21-mars	R 6-avril	DF 16-mai	Total	Rdt phytot (q/ha)	Rdt Eco (q/ha)	Nbre épis/m ²	PMG (g)	PHL (kg/hl)	Protéines (%)
1	-	-	-	0	56	56	268	47	77	9,6
2	-	-	60	60	63	59	275	46	78	10,4
3	-	60	-	60	78	75	370	45	76	9,8
4	60	-	-	60	76	73	325	45	77	9,5
5	-	60	60	120	85	78	353	44	78	11,0
6	60	-	60	120	80	72	352	45	77	10,3
7	60	60	-	120	88	81	442	41	76	10,4
8	60	60	60	180	93	82	418	42	77	11,7
9	-	-	90	90	78	72	288	45	78	11,7
10	-	90	-	90	83	78	374	45	77	10,0
11	90	-	-	90	82	77	383	44	76	9,8
12	-	90	90	180	93	82	379	44	78	11,9
13	90	-	90	180	93	82	412	42	77	11,8
14	90	90	-	180	90	79	444	39	75	11,7
15	90	90	90	270	87	71	492	37	74	12,7
16	-	-	120	120	75	67	263	44	78	12,4
17	-	120	-	120	88	81	396	42	76	10,9
18	120	-	-	120	90	82	405	43	76	10,5
19	-	120	120	240	91	76	405	41	76	12,9
20	120	-	120	240	92	77	419	40	77	12,4
21	120	120	-	240	85	70	508*	37	73	12,4
22	120	120	120	360	86	64	462	35	72	13,5*
23	30	60	90	180	93	82	403	42	77	12,2
24	30	90	60	180	90	79	408	42	76	11,5
25	90	30	60	180	93	82	420	42	77	11,7
26	60	90	30	180	90	79	463	40	76	11,7
27	60	30	90	180	95*	84*	401	44	77	11,7
28	90	60	30	180	89	78	442	39	75	11,9
29-LB	50	60	75	185	93	81	403	41	77	11,9
30-LB	-	85	100	185	93	82	343	43	77	12,3
31	50**	60	75	185	91	79	416	43	77	11,9

* 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.

** 61,5 unités de soufre ont été apportées également de l'azote (Sulfonitrate)

- Essai FH16-28 : Anapolis

Les rendements obtenus pour l'essai FH16-28 se retrouvent dans le Tableau 4.3.

Pour cet essai, le rendement phytotechnique maximal, de 92 q/ha, a été obtenu avec une fumure totale de 180kg N/ha (60-60-60). Des rendements phytotechniques statistiquement équivalents sont obtenus avec des fumures égales (fractionnement différent) et dans certains cas avec des fumures supérieures.

Des fumures plus importantes ont engendré l'effet inverse. Ceci s'explique notamment par la verse qu'il y a eu dans ces modalités (voir Figure 4.6).

Dans la colonne « Rdt éco », le rendement économique optimum est de 81 q/ha et il a été obtenu avec la même fumure de 180kg N/ha (60-60-60). Des niveaux de fumure plus faibles ou plus élevés n'ont pas permis d'obtenir des rendements statistiquement équivalents à l'optimal (cellules en gris dans la colonne). Lorsqu'on tient compte du coût de l'engrais, les fumures excessives n'apportent pas de gain supplémentaire au rendement car elles sont pénalisées par les coûts excédentaires de la fertilisation.

Tableau 4.3 : Rendements phytotechniques et économiques (q/ha), nombre d'épis/m², poids de 1 000 grains PMG (g), poids à l'hectolitre PHL (kg/hl) et teneur en protéines observés dans l'essai « fumure azotée » de Lonzée 2016 – Variété Anapolis, précédent betteraves.

N° Objet	T 21-mars	R 12-avril	DF 18-mai	Total	Rdt phytot (q/ha)	Rdt Eco (q/ha)	Nbre épis/m ²	PMG (g)	PHL (kg/hl)	Protéines (%)
1	-	-	-	0	52	52	282	52	77	9,5
2	-	-	60	60	68	64	296	50	78	11,4
3	-	60	-	60	71	67	403	52	76	9,7
4	60	-	-	60	69	66	441	51	77	9,5
5	-	60	60	120	84	77	387	52	78	11,6
6	60	-	60	120	82	75	438	50	78	11,5
7	60	60	-	120	85	77	491	47	77	11,1
8	60	60	60	180	92*	81*	495	49	77	12,7
9	-	-	120	120	76	69	394	49	78	13,2
10	-	120	-	120	84	77	428	50	77	11,5
11	120	-	-	120	80	73	471	47	76	10,7
12	-	120	120	240	89	74	478	48	76	14,2
13	120	-	120	240	88	74	482	47	75	14,0
14	120	120	-	240	77	62	514	41	72	14,1
15	120	120	120	360	76	53	518	40	71	15,3*
16	-	90	90	180	89	78	428	51	78	12,9
17	30	60	90	180	91	80	464	50	77	13,1
18	30	90	60	180	90	79	438	50	77	12,6
19	90	30	60	180	92	81	512	49	77	12,6
20	60	90	30	180	86	75	520*	46	76	12,5

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

4. Fumure azotée

Pour ces deux essais nous avons pu réaliser des surfaces de réponse en trois dimensions tant pour le rendement phytotechnique (Figure 4.3) que pour le rendement économique (Figure 4.4). Dans un contraste de couleurs de gris ; plus la couleur est foncée et plus le rendement est important. Trois axes sont présents : le rendement, le couple d'apport d'azote tallage-redressement et la fraction dernière feuille. Ces surfaces de réponse permettent d'observer l'évolution du rendement en fonction des doses totales mais également en fonction du mode de fractionnement.

Comme nous pouvons le constater, la surface de réponse pour le rendement phytotechnique, obtenue pour les deux variétés est assez plate, c'est-à-dire que les froments ont faiblement répondu à la fertilisation azotée. Ceci s'explique par les mauvaises conditions climatiques (voir chapitre 1 point 4) que nous avons subies fin mai et durant le mois de juin ; mois durant lesquels les racines de froments se sont retrouvées en situation d'anoxie et au cours desquels la mobilisation de l'azote a été difficile.

Cette année pour valoriser la fraction de dernière feuille il fallait que la somme de fractions de tallage et redressement n'excède pas 90kg N/ha. Lorsque cette somme était supérieure à 120 kg N/ha la culture a très mal valorisé le troisième apport. De la même manière, lorsque la somme de trois fractions dépassait 150 kg N/ha il n'y a plus eu de réponse à l'azote.

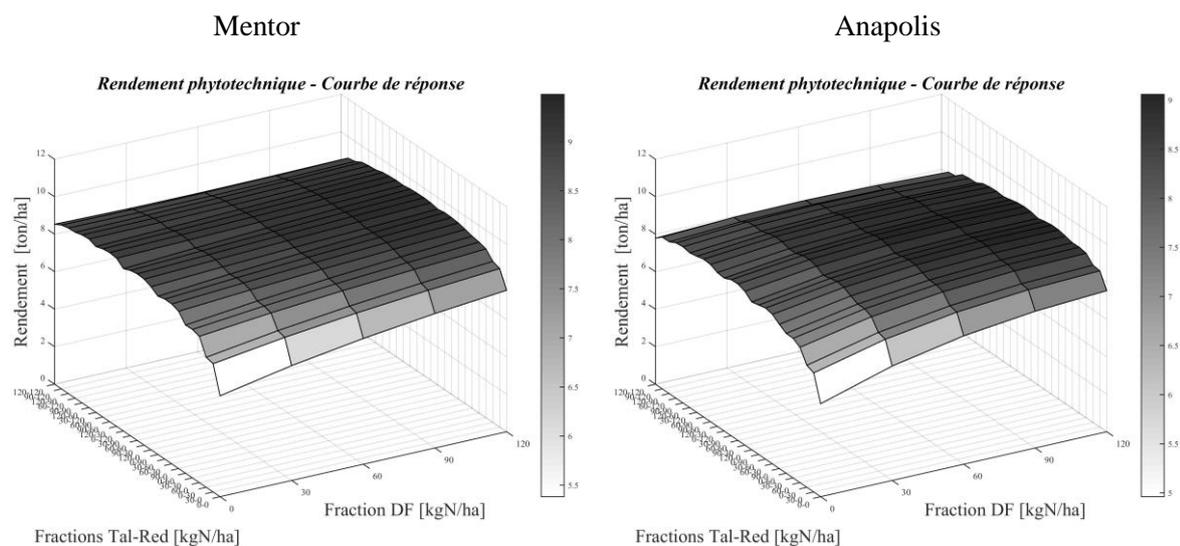


Figure 4.3 : Surfaces de réponse de l'essai fumure sur un plan à 3 dimensions pour les rendements phytotechniques. À gauche la variété Mentor et à droite la variété Anapolis – Lonzée 2016.

Lorsque nous réalisons la surface de réponse en trois dimensions pour le rendement économique, en tenant compte du coût de l'engrais (250 €/T) et du prix de vente du froment (150 €/T), pour les deux variétés (Figure 4.4), nous observons que la fraction azotée à la dernière feuille n'a pas été valorisée efficacement par les froments. Dans beaucoup de cas, on aurait pu faire l'impasse sur cette fraction.

La Figure 4.5, construite sur base des surfaces de réponse, montre les rendements économiques des deux essais, sur un plan en 2 dimensions. Grâce à cette représentation, nous pouvons mieux apprécier la fraction qui donne le meilleur rendement économique, représenté par les rectangles noirs. La meilleure dose totale, d'un point de vue économique, était de

120 kg N/ha (60-60-0) pour la variété Mentor, et de 150 kg N/ha (30-60-0) pour la variété Anapolis. Tous les autres rectangles en gris permettaient d'obtenir un rendement économique équivalent à l'optimum.

De cette analyse, il ressort que la fumure Livre Blanc Céréales ainsi que toute fumure dérivé de la méthode de calcul du Livre Blanc (illustré dans la Figure 4.5 par le fractionnement 60-60-60) auraient permis d'attendre un rendement économique équivalent à l'optimum.

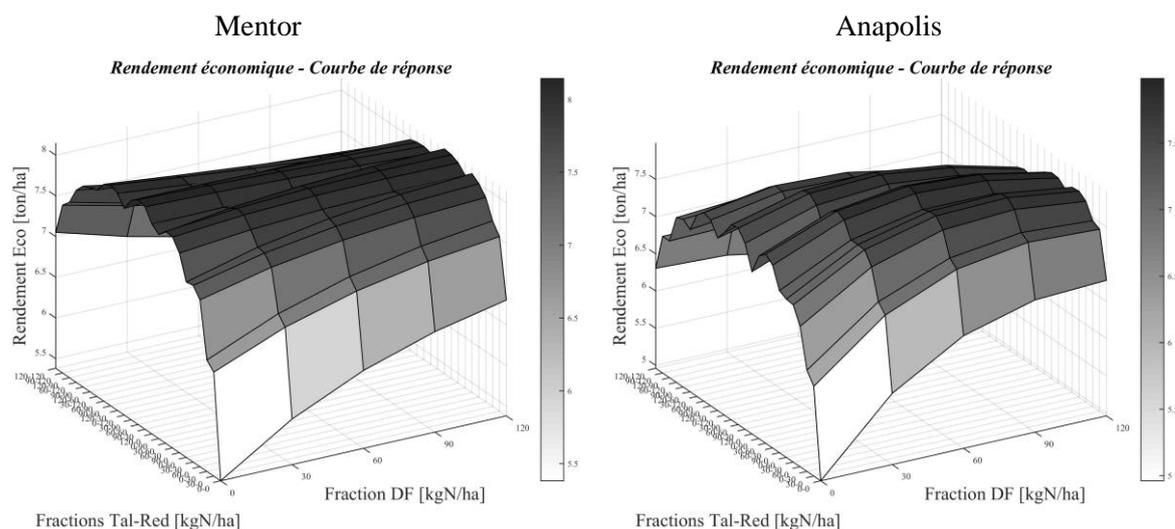


Figure 4.4 : Surfaces de réponse pour les rendements économiques des essais fumure sur un plan à 3 dimensions. À gauche la variété Mentor et à droite la variété Anapolis – Lonzée 2016.

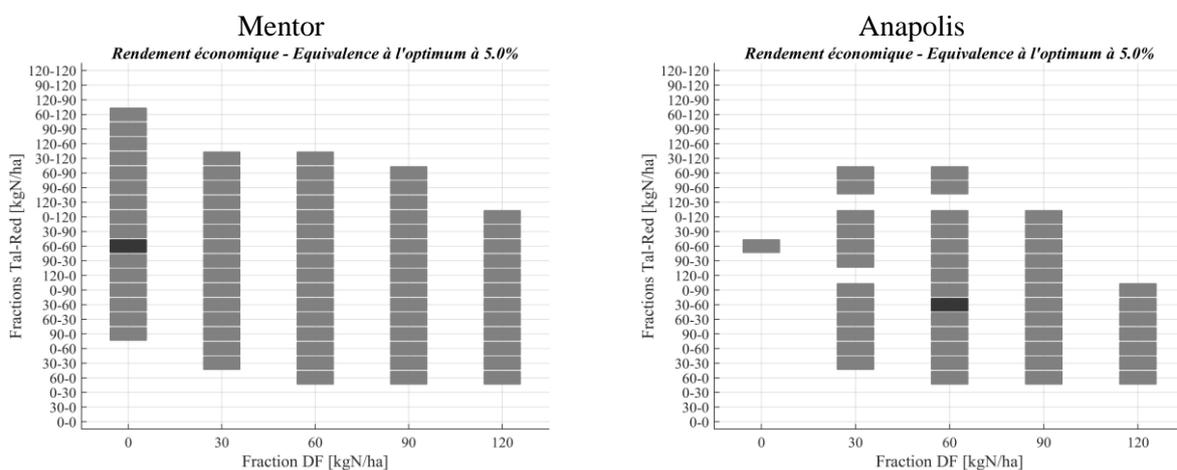


Figure 4.5 : Fractions équivalentes (en gris) au meilleur rendement économique (en noir), pour la variété Mentor (gauche) et la variété Anapolis (Droite) – Lonzée 2016.

4. Fumure azotée

Nombre d'épis/m²

Comme représenté en Figure 4.2 (page 3), le nombre d'épis/m² comptabilisé dans les deux essais a été supérieur à celui de l'an dernier mais il n'a toutefois pas permis d'obtenir un meilleur rendement suite à de mauvaises conditions climatiques lors du remplissage des grains.

La moyenne en 2016 a été de 395 épis/m² et pour 2015, elle a été de 358 épis/m². C'est en 2013 que nous avons enregistré le nombre d'épis/m² le plus élevé avec 518 épis/m².

Poids de mille grains (PMG) et poids à l'hectolitre (PHL)

Les PMG ainsi que les PHL ont été faibles en 2016.

La moyenne des poids de 1 000 grains a été de 42 grammes. Pour les années précédentes, cette valeur était plus élevée : 50 g en 2015 et 55 g en 2014.

En 2016, la moyenne des poids à l'hectolitre a été de 76 kg/hl avec un minima de 72 et un maxima de seulement 79 kg/hl. À titre de comparaison, la valeur minimale en 2015 était de 79 kg/hl.

1.2.2 La fertilisation, taux de protéines et verse

La Figure 4.6 présente les taux de protéines, les rendements phytotechniques et économiques ainsi que l'indice de verse, mesurés dans l'essai avec la variété Anapolis. Sur cette figure, seuls certains objets contrastés ont été repris pour mieux voir les différences.

Le taux de protéines le plus élevé a été de 15,3% avec la fumure maximale de 360 kg N/ha. Le témoin sans azote a donné un taux de protéines de seulement 9,5%. La fraction raisonnée de 180 kg N/ha donne un taux de 12,7%.

La dernière fraction a eu un effet positif sur le taux de protéines et plus particulièrement lorsque la fertilisation a été plus faible au niveau des deux premiers apports. Lorsque l'on compare les objets 7 – 8 et 14 – 15, on observe que nous augmentons de plus de 1% le taux de protéines grâce à l'apport de dernière feuille.

Si la fertilisation azotée influence le taux de protéines, elle influence également la verse. Les objets 12-13 et 15 avec une dose de 240 kg N/ha ont un indice de verse de 21 à 60. La fumure maximale de 360 kg N/ha a obtenu un indice de verse de 71. Pour rappel, l'échelle de l'indice de verse est 0 pour une parcelle non versée et 100 pour une parcelle 100% versée.

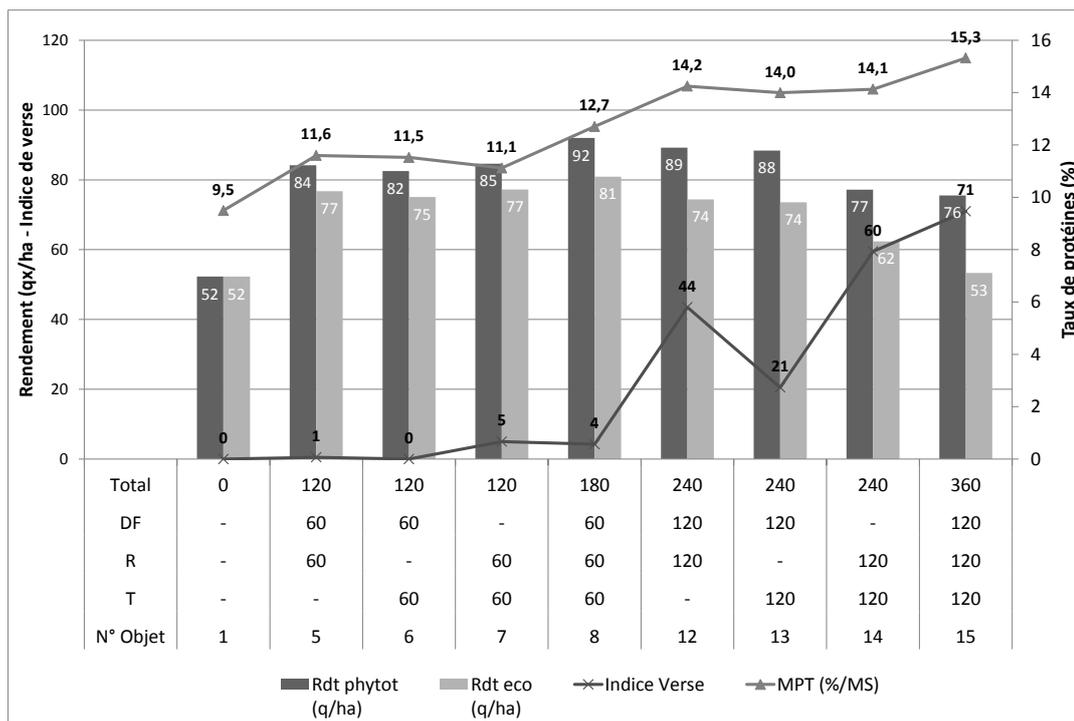


Figure 4.6 : Rendements phytotechniques et économiques (q/ha), indice de verse et teneur en protéines (%) pour certaines fumures testées.

Aujourd'hui, vu que la qualité du froment n'est pas payée, l'augmentation de la fumure azotée afin d'augmenter la teneur en protéines. Avec une fumure raisonnée, on obtient de très bons résultats au niveau du rendement phytotechnique ainsi qu'au niveau du rendement économique. La fertilisation raisonnée nous permet également d'obtenir des taux de protéines corrects et surtout de ne pas affecter négativement le rendement par un excès de verse (indice de verse faible).

1.2.3 Essai de comparaison de fumures réalisé à Ath

Le CARAH a mis en place un essai de comparaison entre 10 modalités de fumure azotée sur la variété Anapolis après précédent betteraves (Tableau 4.4). Dans cette situation culturale, la teneur en azote dans le sol en sortie d'hiver était de 19 kg N/ha sur 90 cm. Le conseil du laboratoire pour la parcelle était d'apporter 175 kg N/ha durant la saison.

L'analyse statistique montre une différence significative entre le témoin (objet 1) et les fumures azotées (objets de 2 à 10) pour les rendements phytotechniques et économiques.

Le rendement phytotechnique le plus élevé est obtenu avec la fumure de 175 kg N/ha. Les rendements obtenus avec les fumures testées à partir de 145 kg N/ha ne sont pas significativement différents de ceux obtenus avec la fumure la plus élevée (valeurs en gris dans le tableau).

L'objet 6, contrairement à l'objet 5, apporte du soufre en première application (sulfonitrate). L'analyse statistique ne montre pas de différence significative du rendement suite à cet ajout de soufre.

4. Fumure azotée

Tableau 4.4 : Rendements phytotechniques et économiques (q/ha), poids à l'hectolitre PHL (kg/hl), indice de Zélény et taux de protéines (%) observés dans l'essai « fumure azotée » à Ath 2016 – Variété Anapolis, précédent betteraves.

N° Objet	Fumure azotée (uN/ha)				Terroir				
	T 16-mars	R 15-avril	DF 15-mai	Total	Rdt phytot (q/ha)	Rdt Eco (q/ha)	PHL (kg/hl)	Zélény	Protéines (%)
1	0	0	0	0	58	58	75,8	19,7	9,9
2	30	40	45	115	84	75	75,1	25,9	12,1
3	25	45	75	145	86	76	75,1	27,4	12,5
4	50	50	60	160	88	76	74,4	28,8	12,9
5	40	60	75	175	90**	77**	75,3	26,6	12,5
6	40*	60	75	175	88	75	74,7	28,1	13,0
7	80	35	60	175	89	76	73,9	27,7	13,3
8	60	60	70	190	88	74	74,4	28,2	13,2
9	55	75	75	205	86	71	73,2	29,3	13,6
10	70	70	100	240	88	70	73,6	29,9	13,9

* N 24% + S 25%

** Les valeurs en gras représentent le rendement phytotechnique maximal observé et le rendement économique maximal. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale.

Le rendement économique optimal est obtenu avec 175 kg N/ha. Les résultats obtenus pour le rendement économique ne sont pas statistiquement différents pour des fumures allant de 115 à 190 kg N/ha. Les fumures au-dessus de 205 kg N/ha ne sont pas économiquement intéressantes.

Le faible niveau de rendement observé dans l'essai a eu une conséquence directe sur le taux de protéines par une concentration de celles-ci. Le taux le plus élevée, de 13,9 %, a été obtenu avec la fumure totale de 240 kg N/ha.

Les résultats de ces essais illustrent bien que les préconisations de fumure, selon le calcul proposé par le Livre Blanc Céréales, permettent d'atteindre ou de s'approcher de très près de la fumure économiquement optimale.

1.3 Recommandations pratiques

1.3.1 Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 09 fév. 2017

1.3.1.1 Climat en automne et hiver 2016-2017

La température du mois d'août 2016 a été égale à la normale (Tableau 4.5). Le mois de septembre a été sensiblement plus chaud que la normale. Les températures des mois d'octobre, novembre et décembre ont été similaires aux normales saisonnières. La température du mois de janvier est considéré comme anormalement basse.

La pluviosité observée depuis le mois d'août et ce jusqu'au mois de décembre a été très faible et bien en dessous des normales saisonnières à l'exception du mois de novembre. Cette saison peut être considérée comme une saison en déficit hydrique. La première quinzaine du mois de janvier 2017 a été anormalement humide mais elle a été suivie par une nouvelle période sèche de quinze jours ramenant la moyenne mensuelle à la normale.

Tableau 4.5 : Températures et précipitations moyennes enregistrées en 2016-2017 (Ernage - Gembloux).

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Température moyenne (°C)						
Observées	18,1	17,6	9,3	5,7	4,2	0,1
Normales	17,1	14,1	10,6	6,2	3,3	2,5
Précipitations (mm)						
Observées	51	16	39	65	20	64
Normales	82	62	69	68	76	69

1.3.1.2 Situation moyenne du profil en azote minéral du sol au 9 février 2017

Un échantillonnage des profils en froment d'hiver a été réalisé sur 90 cm (Tableau 4.6) dans 148 situations culturales. Ces profils ont été réalisés par l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W, par GRENeRA de Gx-ABT ainsi que par le laboratoire provincial de Liège (Tinlot).

Tableau 4.6 : Profil en azote minéral du sol sur 90 cm pour différents précédents (kg N-NO₃/ha).

	Précédents	Betterave	Pomme de terre	Colza	Légumineuses (pois, féveroles,)	Mais	Lin	Froment	Chicorée
	Nb de situations	34	34	23	10	24	8	15	15
Profondeur	0-30 cm	18	22	30	25	17	22	26	5
	30-60 cm	22	38	49	39	24	40	37	16
	60-90 cm	12	32	31	31	20	28	21	18
Total	0 - 90 cm	53	92	110	94	61	91	84	14
	Min	26	31	64	27	28	76	32	17
	Max	92	173	183	154	139	115	144	80

4. Fumure azotée

Tableau 4.7 : Comparaison pour les 12 dernières années des réserves en azote minéral du profil du sol (kg N-NO₃/ha) –CRA-W, Services provinciaux (Ath et Tinlot) et GRENeRA de GxABT.

	Année	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
	Nombre de situations	148	163	137	156	118	48	45	30	25	33	11	12
Profondeur (cm)	0-30	22	9	9	11	10	13	14	12	13	15	15	23
	30-60	34	12	13	14	13	20	19	17	21	25	26	24
	60-90	24	17	16	18	17	24	19	25	19	31	21	16
	Total 0-90	79	39	38	43	40	57	52	54	53	71	62	63
	90-120	*	*	*	*	*	*	14	12	10	18	12	10
	120-150	*	*	*	*	*	*	13	12	7	17	11	9
	Total 0-150	*	*	*	*	*	*	78	78	70	106	85	82

* : pas de mesures réalisées.

Tableau 4.8 : Evolution du profil azoté entre début décembre 2016 et fin janvier 2017. Comparaison avec la situation rencontrée en 2016.

Précédent	Betterave	Colza	Mais	PdT	Moyenne
Nbr situations	7	12	10	19	-
Δ N-NO ₃	+21	+26	+14	+4	+14 kg N/ha
Janvier 2016					-23 kg N/ha

Contrairement à ce qui peut être observé habituellement (Tableau 4.8 - exp : -23 kg N/ha dans le profil en 2016), on a pu observer cette année un accroissement des niveaux d'azote dans le sol durant la période hivernale (+14 kg N/ha). **Cet accroissement des teneurs en azote dans les profils de sols est du à divers facteurs :**

- des APL plus élevés observés en entrée d'hiver. Ceux-ci sont dus à des rendements plus faibles la saison dernière ;
- des sols historiquement secs. Le déficit de précipitation observé depuis août atteint 170 mm. Les précipitations importantes de la première quinzaine de janvier ont légèrement compensé cela, mais les sols présentent encore une sécheresse importante en profondeur. On estime que le déficit d'eau efficace dans le sol calculé sur 1m d'épaisseur est de 35 mm ;
- un mois de janvier particulièrement froid (0.1°C >< 2.5°C en normale) durant lequel la croissance des cultures a été quasi nulle ;
- une minéralisation importante, ayant sans doute eut lieu durant l'automne et jusqu'en décembre, mois durant lequel les températures ont été légèrement supérieures à la normale, et où les précipitations sont restées faibles mais régulières.

Vu l'état de sécheresse important observé dans les sols, et plus particulièrement au-delà de 90 cm, le risque de lixiviation est très faible. L'azote présent dans le sol au début du printemps sera donc entièrement disponible pour la culture. **Cela nous amène donc à revoir la fumure de référence, pour laquelle il conviendra en premier lieu de réduire le premier apport de fumure.** La réduction de la dose dépendra du schéma de fractionnement adopté. Concernant l'impact du précédent, une tendance générale à l'observation de reliquat plus important est observée cette année. L'accroissement est variable d'un précédent à l'autre :

- un reliquat supérieur de 20 kg N/ha en moyenne est observé en précédent betterave et maïs ;
- un reliquat supérieur en moyenne de 40 à 45 kg N/ha est observé pour les précédents pomme de terre, légumineuse, lin et froment ;
- un reliquat en moyenne supérieur de 60 kg N/ha est observé pour un précédent colza.

Ces reliquats plus importants auront un double effet, premièrement sur la fumure de référence qui sera revue à la baisse et deuxièmement sur les correctifs N.PREC à apporter selon le précédent.

1.3.1.3 Etat des cultures en sortie d'hiver

Dans les semis de la plateforme de Lonzée, à la date du 09 février 2017, les stades des froments observés dans les essais « dates de semis » sont :

- Semis de mi-octobre : début tallage ;
- Semis de mi-novembre : 1-2 feuille(s) ;
- Semis de mi-décembre : émergence.

Dans la majorité des emblavements, bien que le développement présente un léger retard, les cultures sont en bon état.

1.3.1.4 Conseils en fonction de l'état des cultures

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 :

- le schéma de fumure en 3 fractions sera donc privilégié dans les situations culturales où il y a un précédent betterave (arrachage effectué après le 15 octobre), chicorée et maïs. Dans le cas d'un précédent froment, nous recommandons toujours de s'orienter vers un schéma en 3 fractions, afin de favoriser la progression racinaire et compenser l'effet néfaste des maladies du système racinaire ;
- le schéma de fumure en 2 fractions sera pour sa part encouragé sur des précédents colza, légumineuse, pomme de terre et lin. Ce schéma pourra également convenir dans le cas d'un précédent betterave dont l'arrachage a été effectué précocement.

1.3.2 Les objectifs

Le raisonnement de la fumure selon la méthode du « Livre blanc Céréales » a pour objectif principal de s'approcher le plus près possible de l'**optimum économique** (rendement moins coûts de la fertilisation). Le raisonnement de la fumure est intégré dans un mode de conduite de la culture où la densité de végétation est modérée et où les interventions visant à protéger la culture de la verse et des maladies cryptogamiques sont raisonnées en fonction de leur rentabilité.

4. Fumure azotée

Le fractionnement et la répartition des doses entre fractions recommandées permettent :

- de réduire les risques de verse et de développement des maladies ;
- de satisfaire aux normes technologiques.

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

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

1.3.3 Les principes de base de la fixation de la fumure azotée

La fumure minérale azotée du froment d'hiver est calculée en confrontant **les besoins de la culture** (de l'ordre d'un peu plus de 3 kg d'azote par quintal de grains produits) et **les sources naturelles d'azote minéral dans le sol** que sont le reliquat de la culture précédente et la minéralisation nette de l'humus et des résidus de récolte.

Il faut, pour réaliser un ajustement de la fumure, disposer d'une bonne estimation de l'azote fourni par ces sources naturelles qui varie en fonction du type de précédent, de la nature du sol, du climat et de la gestion organique.

Le rythme d'absorption de l'azote par le froment est faible en début de culture et s'intensifie à partir du stade redressement. Il devient très important à l'approche du stade dernière feuille. C'est quasi 50 % du prélèvement total d'azote qui se produira encore à partir de ce stade.

Le rythme de minéralisation est quasi parallèle à celui du prélèvement par la plante, mais il est nettement insuffisant pour couvrir les besoins de la plante, sauf dans le cas d'apports organiques très élevés et pour certains précédents légumineuses. Les quantités fournies par la minéralisation sont généralement inférieures à 100 kg N/ha.

Le fractionnement de la fumure permet une alimentation continue et adaptée de la plante à chaque situation. Il accroît le rendement, garantit la qualité technologique de la récolte et permet d'utiliser avec plus d'efficacité chaque dose apportée.

On observe que l'utilisation réelle (emploi de l'azote lourd ^{15}N) de chaque fraction de la fumure est positivement influencée par le rythme d'absorption de l'azote par la culture. Par conséquent, pour l'apport hâtif de tallage, le coefficient d'utilisation (55 %) est sensiblement inférieur à celui de redressement (70 %) et de dernière feuille (75 % et plus).

1.3.4 Le rythme d'absorption de l'azote par la culture

La culture peut être scindée en trois phases :

1.3.4.1 Du semis à la fin tallage

La culture absorbe de 50 à 65 unités d'azote. Elle trouve principalement cet azote dans les reliquats de la culture précédente présents dans les couches supérieures du sol (0 à 50 - 60 cm) et les fournitures par la minéralisation automnale (surtout) et du début du printemps.

L'importance et les parts respectives de ces sources d'azote peuvent varier en fonction des situations pédoclimatiques et culturales (Figure 4.7).

Le complément qui doit être éventuellement apporté par la fraction de sortie d'hiver de la fumure en dépend largement. Ainsi, une culture semée début octobre dans de bonnes conditions pourra plus facilement mettre à profit les fournitures azotées du sol présentes avant l'hiver et explorer une plus grande partie du profil. En sortie d'hiver, elle aura déjà produit un nombre suffisant de talles et absorbé l'azote nécessaire. Une fumure azotée à cette époque sera donc inutile. A l'inverse, une culture implantée plus tardivement dans un sol dont la structure serait abîmée, présentera des difficultés à se procurer dans le sol les faibles réserves du fait notamment du développement racinaire peu important. Un apport d'engrais azoté en surface permettra à la culture de couvrir ses besoins indispensables pour produire un nombre suffisant de talles.

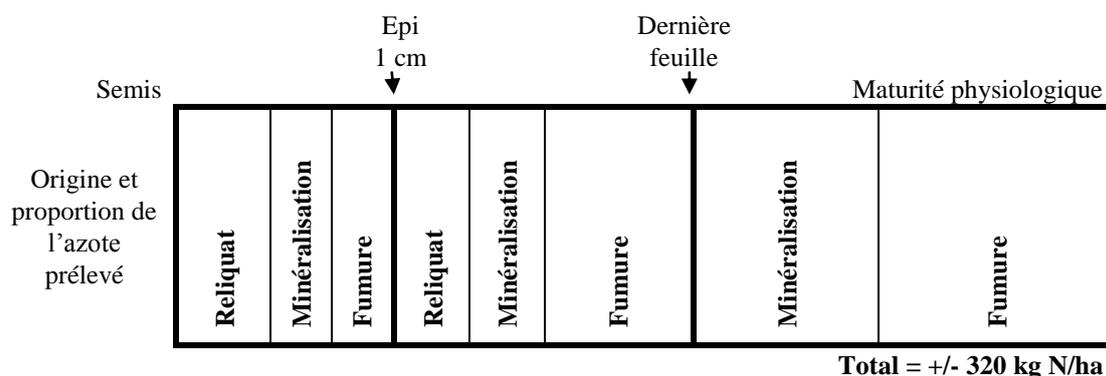


Figure 4.7 – Absorption d'azote par le froment d'hiver et son origine.

1.3.4.2 Du stade redressement (épi à 1 cm) au stade dernière feuille

Durant la mise en place de l'appareil photosynthétique (le feuillage) et le développement de l'épi, les besoins deviennent importants. La culture absorbe pendant cette phase une bonne centaine de kg N/ha. Cet azote sera fourni par :

- la minéralisation, qui avec le retour des bonnes températures au niveau du sol (entre la mi-avril et la mi-mai), peut selon les situations déjà fournir de 20 à 60 kg N/ha ;
- la descente du système racinaire dans le profil qui permettra d'exploiter les reliquats plus ou moins importants présents dans les couches profondes ;
- l'apport d'engrais azoté qui devra être bien adapté en tenant compte des fournitures du sol (minéralisation et reliquats) et de l'état de la culture. Cette fraction de la fumure permet en effet de réguler la densité de tiges qui montent en épi de manière à optimiser le

4. Fumure azotée

rendement photosynthétique de la culture (400 à 500 épis/m²) et à limiter les risques de verse.

1.3.4.3 Du stade dernière feuille à la maturité

Plus de deux tiers de la matière sèche est produite durant cette période, le rendement en grains sera directement fonction de la qualité et de la durée de l'activité photosynthétique des surfaces vertes de la culture. L'alimentation azotée ne peut pas, pendant cette phase, être limitante sous peine de réduction du potentiel de rendement et de la teneur en protéines du grain.

La minéralisation est, à ce moment, très active. Selon la teneur et surtout la qualité de la matière organique du sol, elle peut fournir de 30 à 80 unités d'azote à la culture.

En général, au stade dernière feuille, le système racinaire a atteint sa profondeur maximale (1,5 mètre dans les bons sols) et a épuisé les réserves du sol. Cependant, dans les situations plus difficiles où la culture a rencontré des difficultés de développement racinaire, le stock encore présent en profondeur peut être exploité tardivement par les racines.

L'apport d'une quantité élevée d'engrais au stade dernière feuille permet d'alimenter en suffisance la culture pour assurer une fertilité maximale des épis, un bon remplissage et une qualité maximale des grains. L'importance de la dose d'azote à fournir dépend du niveau des deux autres sources (stock éventuel encore présent dans le sol et minéralisation) et du potentiel de rendement pouvant raisonnablement être atteint par la culture compte tenu de son état et des conditions culturales.

Lorsque l'ajustement de chaque fraction d'azote a été correctement réalisé, le reliquat en N minéral du sol à la récolte est minime (+/- 20 kg N/ha) et localisé en surface (0-30 cm).

1.3.5 La détermination pratique de la fumure

1.3.5.1 Les principes

Le mode de raisonnement de la fumure est basé sur les principes suivants :

- **chaque parcelle doit être considérée individuellement.** Dans une même exploitation, les conditions culturales varient souvent entre parcelles (passé cultural, évolution de la culture) ;
- **la dose de chacune des fractions est déterminée juste avant l'application.** La fumure totale d'azote n'est pas 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 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).

Le calcul de la dose à apporter à chacune des 2 ou 3 fractions est basé sur une dose de référence à laquelle on ajoute ou soustrait des quantités d'azote qui reflètent l'influence des conditions particulières de la parcelle et de la culture qui y pousse.

Deux fumures de référence en 2017 :

En trois fractions

Fraction du tallage :	40 N
Fraction du redressement :	50 N
Fraction de la dernière feuille :	75 N

En deux fractions :

Fraction intermédiaire (tallage-redressement) :	60 N
Fraction de la dernière feuille :	105 N

Les fumures de référence doivent être adaptées à chaque situation, selon 5 termes correctifs :

- le contexte pédoclimatique de la parcelle (N.TER) ;
- le régime d'apport de matières organiques dans la parcelle (N.ORGAN) ;
- les caractéristiques de la culture qui précédait la céréale (N.PREC) ;
- l'état de la culture au moment de l'application (N.ETAT) ;
- des facteurs de correction (N.CORR).

Pour chaque fraction

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

La dose de référence est déterminée chaque année en sortie d'hiver en fonction de l'état de culture, de la richesse moyenne observée dans les profils azotés effectués dans des parcelles bien connues.

Les termes correctifs sont déterminés sur base d'une série de propositions simples qui permettent à l'agriculteur d'identifier la situation propre de chaque culture.

Les termes correctifs ne prennent pas seulement en compte les possibilités d'utilisation d'azote présent dans le sol, mais aussi le potentiel de rendement que les conditions culturales rencontrées permettent.

Il n'y a donc pas nécessité de calculer la fumure sur base d'un objectif de rendement, celle-ci étant adaptée en fonction des situations culturales et des observations qui seront faites en cours de saison.

Les modalités de calcul des doses à apporter à chaque parcelle sont exposées en détail dans le paragraphe 1.3.7 «

4. Fumure azotée

Calcul de la fumure azotée pour 2017 » (page 23).

1.3.6 Les modalités d'application des fumures

1.3.6.1 Les moments d'application

Deux modalités de fractionnement de la fumure azotée sont envisageables :

- **Apport en 3 fractions :**
 - Tallage
 - Redressement
 - Dernière feuille
- **Apport en 2 fractions :**
 - Intermédiaire tallage-redressement
 - Dernière feuille

1.3.6.1.1 Fumure azotée en trois apports

Fraction tallage

En cas de nécessité d'apporter de l'engrais azoté en sortie d'hiver, la première application ne doit être réalisée que lorsque les conditions climatiques sont redevenues favorables et que la culture a repris vigueur. Selon les années, la date d'application pourra donc se situer entre le début et la fin mars, voire au début avril lorsque l'hiver est particulièrement long.

Contrairement aux apparences et croyances de certains, des applications trop hâtives d'engrais (en février par exemple) n'apportent jamais de supplément de rendement; au contraire, ces applications sont moins profitables à la culture. Elles sont réalisées à un moment où les prélèvements par la culture sont quasi inexistantes et où l'engrais apporté est exposé aux aléas climatiques : lessivage si pluviosité très importante et entraînement par ruissellement en cas d'application sur sol gelé suivi de dégel en surface accompagné de précipitations.

Au début du printemps, les besoins de la culture sont encore peu importants et un retard dans l'application de fumure n'a pas de conséquence néfaste sur le rendement.

Fraction redressement

L'apport de cette fraction doit être fait au stade fin tallage-redressement, soit dans nos régions entre le 15 et le 30 avril, en moyenne autour de 20 - 25 avril, suivant l'état de développement de la culture. Un retard important dans l'application de cette fraction peut être préjudiciable au potentiel de rendement de la culture. Car elle est déterminante dans le nombre de talles qui vont pouvoir produire des épis.

Fraction dernière feuille

Cette fraction doit être idéalement appliquée entre les stades dernière feuille pointante et dernière feuille complètement déployée. A ce moment, elle n'a plus d'influence sur le peuplement en épis mais peut encore augmenter le nombre de grains par épis. Appliquée plus

tôt, elle favorisera la montée de tardillons qui nuiront au rendement; postposée, elle risque fort de perdre en efficacité.

1.3.6.1.2 Fumure azotée en deux apports

Fraction intermédiaire

Dans toutes les situations culturales où la culture a accès en suffisance aux réserves présentes dans le sol en sortie d'hiver, la date d'application du premier apport se fera au début avril en fin tallage, 10 à 15 jours avant le redressement. Cette fraction permettra de couvrir les besoins jusqu'au stade dernière feuille. Remplaçant les applications de tallage et de redressement, elle permet de limiter le nombre d'interventions dans la culture.

Fraction dernière feuille

Les modalités d'application sont identiques dans le rythme d'apport de l'azote en deux ou trois fractions (voir ci-dessus).

1.3.6.1.3 Une fraction complémentaire à l'épiaison ?

Lorsque la fumure a été correctement calculée, un apport d'azote supplémentaire à l'épiaison ne se justifie pas : les accroissements de rendement étant quasi nuls; cela aboutit à surfumer la culture et donc à augmenter le reliquat laissé par la culture.

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

Cependant, dans des circonstances exceptionnelles (faible minéralisation, absence de maladies et de verse, potentiel de rendement très élevé) ou lorsque la culture marque des signes évidents de faim d'azote (fumure mal adaptée), une application modérée (20-30 unités) peut être envisagée au stade épiaison.

Ce complément de fumure permet dans ces cas précis, mais uniquement dans ces cas-là, d'augmenter quelque peu le rendement et d'améliorer la qualité de la récolte (pour les variétés de bonne valeur technologique).

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

1.3.6.2 Deux ou trois fractions ?

L'analyse des conditions culturales qui prévalaient dans les essais où le fractionnement en deux apports s'avère pénalisant permet déjà d'exclure le recours à cette modalité d'application de la fumure dans un certain nombre de situations culturales.

Une fumure de tallage et donc un fractionnement en **trois apports est indispensable** dans les circonstances suivantes :

- structure de sol abîmée par des récoltes tardives ou en mauvaises conditions ;

4. Fumure azotée

- terre à mauvais drainage naturel ;
- sol complètement glacé ou refermé, dégâts d'hiver, de traitements herbicides, de parasites, déchaussements, ... plus généralement dans 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 ;
- sol avec de faibles disponibilités en azote en sortie hiver.

Une fumure de tallage et donc un fractionnement en **trois apports est plus prudent** dans les situations culturales suivantes :

- les parcelles où l'indice TER est égal ou inférieur à 3 ;
- les parcelles à très faibles restitutions de matières organiques ;
- les parcelles semées tardivement (à partir de la dernière décade de novembre) ;
- les exploitations où les besoins en pailles sont importants ;
- les exploitations où l'on ne dispose pas de l'équipement pour épandre de manière suffisamment homogène une dernière fraction très importante ;
- les précédents culturaux : froment, autres céréales et maïs grain.

L'impasse sur la fumure de tallage et donc un fractionnement en **deux apports est particulièrement indiqué** dans le cas de :

- semis précoces puisqu'en sortie d'hiver ils ont déjà produit un nombre suffisant de talles ;
- précédents culturaux laissant des reliquats élevés ; légumineuses, pomme de terre, colza, légumes, lin ... ;
- parcelles où les restitutions de matières organiques sont importantes et/ou fréquentes ;
- parcelles où en sortie d'hiver la densité de plantes est trop élevée ;
- productions de froment destinées à une valorisation en meunerie.

1.3.7 Calcul de la fumure azotée pour 2017

La fumure de référence pour 2017 est diminuée de 20 unités par rapport aux années antérieures, soit -10 unités au tallage et au redressement pour un schéma en trois apports, et -20 unités sur un schéma en deux apports. Cette valeur correspond au minimum d'accroissement observé (précédent betterave) sur les différentes situations culturales par rapport aux dernières années. Soyez également vigilants aux correctifs N.PREC qu'il conviendra d'apporter, particulièrement sur les précédents colza, pomme de terre, légumineuses et froment. Pour ces précédents, les correctifs subissent une modification importante cette année.

Deux fumures de références en 2017 :

En trois fractions :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction):	40 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction):	50 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction):	75 N

En deux fractions :

Fraction intermédiaire « T-R »	60 N
Fraction de la dernière feuille	105 N

Cas où l'application de la fumure en deux apports doit être évitée :

- *Problème de structure*
- *Problème de drainage*
- *Sol glacé, dégâts d'hiver ou d'herbicide, déchaussement ...*
- *Besoin en paille élevé sur l'exploitation*
- *Semis tardif (décembre) et précédent arraché tardivement (épuisement du profil N)*
- *Végétation trop claire en sortie hiver*
- *Classe N ORGA 1 (voir définition de la classe de richesse des matières organiques, page 25 de cet article)*

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

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

Les adaptations de chaque fraction se calculent sur base des tableaux présentés ci-après.

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.).

4. Fumure azotée

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
Famennne, 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>		

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 à reporter dans le tableau 1.2.

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. 35)					
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					
Parcelle 3					

2 Détermination de N. ORGA, fonction de la richesse organique du sol

2.1 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.

4. Fumure azotée

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>	

2.2 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. 35)					
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					
Parcelle 3					

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 2017 dans 148 situations.**

PRECEDENT CULTURAL	N.PREC POUR				
	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} T	2 ^{ème} R	3 ^{ème} DF	T-R	3 ^{ème} DF
Betteraves et chicorées arrachées avant le 15 octobre	-10	0	0	-10	0
Betteraves et chicorées arrachées après le 15 octobre	0	0	0	0	0
Pois protéagineux	-10	-10	0	-20	0
Féveroles, pois de conserverie, haricots	-10	-10	0	-20	0
Colza suivi de repousses	-10	-10	0	-20	0
Colza dont l'interculture est travaillée	Non recommandé			-20	-10
Lin	-15	-10	0	-25	0
Pomme de terre	-10	-10	0	-20	0
Maïs ensilage	-10	0	0	Non recommandé	
Chaumes	0	-10	0		
Pailles sans azote et maïs grain	0	0	0		
Ray-grass de 2-3 ans ou prairies temporaires	+10	+10	0	+20	0
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 4.6 : 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.

4. Fumure azotée

N. PREC RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 35)					
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					
Parcelle 3					

4 Détermination de N.ETAT, 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 Pour la fraction du TALLAGE

Détermination de l'état de la culture

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 m²	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>	

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
4.1.2.**

Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction du tallage

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. 35)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

**4.2 Pour la fraction de 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

4. Fumure azotée

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.

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. 35)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

4.3 Pour la 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. 35)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

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. 35)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

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

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.

4. Fumure azotée

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 24).

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	...

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

Fraction intermédiaire (2 apports)

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

5.3 Pour la fraction de dernière feuille

Toujours pour éviter une surfumure 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).

Fumure en trois apports

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

4. Fumure azotée

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 35)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

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. 35)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

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. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	40	-						
Intermédiaire T-R		60						
Redressement	50	-						
Dernière feuille	75	105						

(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. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	40	-						
Intermédiaire T-R		60						
Redress.	50	-						
Dernière feuille	75	105						

Parcelle 3

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	40	-						
Intermédiaire T-R		60						
Redress.	50	-						
Dernière feuille	75	105						

7 Exemple de calcul de la fumure pour le froment d'hiver

Ferme de la région d'Éghezée, orientée principalement sur la culture. Parcelle à drainage normal, froment semé à la mi-octobre après betteraves feuilles enfouies récoltées après le 15 octobre.

Fractionnement en trois apports

Fumure de tallage

1. Détermination de N.TER		
Région.....	4	
Drainage	0	
Structure	0	
Total TER	4	N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION		
ORGANISATION = 2.....		N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PRECIPITATION		
Bett. fe. enf.		N.PRECIPITATION = 0
4. Détermination de N.ÉTAT		
Stade début tallage.....	6	
Densité normale.....	0	
Accidents culturels	0	
Sol normal (sinon)	0	
Total ETAT	6	N.ÉTAT = 0
5. Détermination de N.CORRECTION		
N.TER + N.PRECIPITATION + N.ÉTAT < 50		N.CORRECTION = 0

$$\text{Dose de tallage} = 40 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 40$$

Fumure de redressement

1. Détermination de N.TER		
TER.....	4	N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION		
ORGANISATION.....	2	N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PRECIPITATION		
Bett. fe. enf.		N.PRECIPITATION = 0
4. Détermination de N.ÉTAT		
Végétation normale.....		N.ÉTAT = 0
Dose de redressement: 50 + 0 + 0 + 0 + 0 = 50		
5. Détermination d'un éventuel N.CORRECTION		
Fraction de tallage + fraction redressement = 40 + 50 = 90		
On ne dépasse pas le maximum de 110 N (TER= 4) d'où		N.CORRECTION = 0

$$\text{Dose de redressement} = 50 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 50$$

Fumure de dernière feuille

1. Détermination de N.TER		
TER.....	4	N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION		
ORGANISATION.....	2	N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PRECIPITATION		
Bett. fe. enf.		N.PRECIPITATION = 0
4. Détermination de N.ÉTAT		
Végétation normale.....	ÉTAT 2	N.ÉTAT = 0
5. Détermination de N.CORRECTION		
TER4 : pas de report depuis redressement	0	
La somme des 2 premières fractions = 90 N.....	0	
Total CORR	0	N.CORRECTION = 0

$$\text{Dose de la dernière feuille} = 75 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 75 \text{ N}$$

La fumure de la parcelle est 40 N + 50 N + 75 N soit 165 N au total.

Voici un exemple de fractionnement en 2 apports avec les mêmes caractéristiques parcellaires mais sur un précédent colza :

Fractionnement en deux apports

Fumure de la fraction intermédiaire

1. Détermination de N.TER		
TER	4.....	N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION		
ORGANISATION	2.....	N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PREC		
Colza.		N.PREC = -20
4. Détermination de N.ETAT		
Densité normale.....		N.ETAT = 0
5. Détermination d'un éventuel N.CORR		
TER= 4 : on ne dépasse pas le maximum de 120 N d'où		N.CORR = 0

$$\text{Dose de redressement} = 60 + 0 + 0 - 20 + 0 = 40$$

Fumure de dernière feuille

1. Détermination de N.TER		
TER	4.....	N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION		
ORGANISATION.....	2.....	N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PREC		
Bett. fe. enf.		N.PREC = 0
4. Détermination de N.ETAT		
Végétation normale	ETAT 2	N.ETAT = 0
5. Détermination de N.CORR		
TER= 4 & fraction intermédiaire \leq à 40 : +10		N.CORR = +10

$$\text{Dose de la dernière feuille calculée} = 105 + 0 + 0 + 0 + 0 + 10 = 115 \text{ N}$$

La fumure de la parcelle est 40 N + 115 N soit 155 N au total.

2 La fumure en escourgeon

2.1 Une année culturale 2015-2016 à oublier

Année à oublier et on ne reviendra pas ici sur toutes les raisons essentiellement climatiques expliquant les mauvais rendements de toutes les céréales de la région en 2016. Le pire est vécu en escourgeon car outre les rendements, les prix cultures ont aussi été très mauvais.

Le plus étonnant est l'improbable meilleur fractionnement de la fumure azotée observé dans les essais : 140-0-0 !?!

2.2 Résultats des expérimentations en 2016

En 2016 les résultats d'essais sur la fumure azotée proviennent des plateformes de Lonzée (Gx-ABT) et de Ath (CARAH).

2.2.1 L'essai fumure à Ath en 2016

Le Tableau 4.9 donne les résultats de l'essai « fumures » mené dans le Hainaut par le CARAH sur la variété Etincel.

Tableau 4.9 : Essai « fumures » à Ath (CARAH) en 2016.

N°	Fumures (KgN/ha)				RDT Kg/ha	P/hl Kg	P1000g gr	Protéines %
	Fract.1 18-mars	Fract.2 07-avr	Fract.3 18-avr	TOT				
1	0	0	0	0	5199	60,9	34,1	9,0
2	30	30	30	90	7699	60,2	31,1	11,0
3	25	35	60	120	7970	60,0	31,3	12,1
4	40	40	55	135	7913	59,2	30,0	12,1
5	50	50	50	150	8066	58,4	28,5	12,6
7	60	45	60	165	8606	58,9	29,1	12,5
8	90	0	75	165	8384	60,0	30,7	12,8
9	60	60	60	180	8042	58,3	28,7	12,9
10	70	70	70	210	8407	58,1	28,9	13,3
6	60 (*)	45	60	165	8224	57,3	27,8	13,3

(*) : sulfonitrate N 24% + S 25%

Le témoin 0 kg N/ha se situait à 52 q/ha et le rendement le plus élevé (86 q/ha) a été obtenu avec une fumure de 165 kg N/ha. A ce niveau, le report de la 2^{ème} fraction sur les 2 autres n'a pas été favorable (objets 7 et 8) et l'engrais azoté enrichi en soufre n'a pas amélioré les rendements ni les critères poids spécifique et poids de mille grains mais bien la teneur en protéines (objet 6).

2.2.2 Une fumure azotée optimale à Lonzée en 2016 très anormale

Deux essais jointifs mis en place à Lonzée (Gx-ABT) ont étudié le fractionnement de la fumure azotée en 2016 ; le premier a été réalisé sur Etincel (brassicole et variété lignée), le second sur Volume (variété hybride).

Tableau 4.10 : Essais « fumures » à Lonzée (Gx-ABT) sur Volume (ES16-03) et Etincel (ES16-05) en 2016.

	tal			df	tot	Etincel		Volume	
	29/2	red 23/3	28/4			RDT	Prot	RDT	prot
1	0	0	0	0	0	3330	7,2	3660	8,8
2	35	0	0	35	35	5140	7,4	5026	8,7
3	70	0	0	70	70	6255	8,1	5935	8,9
4	140	0	0	140	140	7706	9,7	7998	11,5
5	0	70	0	70	70	5927	8,8	6210	9,7
6	0	105	0	105	105	6274	9,4	6916	10,7
7	0	140	0	140	140	6794	10,8	7469	11,6
8	0	70	70	140	140	6537	11,2	6807	11,9
9	0	70	105	175	175	6418	12,2	6783	12,7
10	0	70	140	210	210	6808	13,3	6643	14,4
11	0	105	35	140	140	6733	10,6	7232	11,6
12	0	105	70	175	175	6667	11,2	7180	12,3
13	0	105	105	210	210	6971	12,6	6933	13,5
14	35	35	0	70	70	6226	8,5	6169	9,4
15	35	70	0	105	105	7178	9,3	6886	9,9
16	35	105	0	140	140	7334	10,4	7842	11,8
17	35	70	35	140	140	7332	10,2	7261	11,5
18	35	70	70	175	175	7203	11,5	7151	12,3
19	35	70	105	210	210	7494	12,3	7378	13,7
20	70	35	0	105	105	6930	9,7	7367	10,6
21	70	70	0	140	140	7410	10,4	7917	11,1
22	70	105	0	175	175	8098	11,0	7888	12,2
23	70	35	35	140	140	7634	10,3	7254	11,4
24	70	35	70	175	175	8032	11,1	7494	12,4
25	70	35	105	210	210	7507	12,6	7530	13,3
						6797	10,4	6917	11,4

Ces deux variétés ont répondu identiquement à la fumure azotée et au climat en 2016 et leurs courbes de réponse des rendements à la fumure azotée se superposent parfaitement. Dans les deux essais ces courbes donnent (à l'unité près) :

- des fumures maximales de 165 kg N/ha et des rendements correspondants de 78,5 q/ha. Les valeurs observées et les plus proches de ces valeurs maximales calculées donnent pour meilleur fractionnement 70-105-0 ;
- des fumures optimales de 143 kg N/ha et des rendements correspondants de 78 q/ha. Les valeurs observées et les plus proches de ces valeurs optimales donnent pour meilleur fractionnement 140-0-0.

Les densités en sortie d'hiver semblaient visuellement excessives et en cours de montaison les minéralisations du sol étaient soupçonnées être déficitaires ; or la fumure azotée de 0-105-70= 175 kg N/ha proche de la fumure azotée raisonnée appliquée au champ a été excessive de 30 N et la mauvaise répartition a été punie par un déficit d'environ 9 q/ha. Le niveau relativement bas des fumures caractéristiques peut s'expliquer (après récolte) logiquement par le bas niveau des rendements. Le fractionnement idéal inhabituel est expliqué (après récolte) par un besoin accru de fumure hâtive pour effectuer une montaison normale et l'incapacité de la plante à valoriser la 3^{ème} fraction à cause du gros déficit d'ensoleillement pendant le remplissage des grains.

4. Fumure azotée

2.2.3 Fumure azotée économiquement optimale à Gembloux de 2011 à 2016

L'analyse des résultats des essais sur la fumure azotée de l'escourgeon sur la période 2004 à 2015 à Lonzée (zone de référence) a été exposée dans le Livre Blanc Céréales de février 2016. On y constatait une progression du potentiel de rendement corrélée à une progression parallèle de la fumure économiquement optimale traduisant des besoins accrus en fumure azotée. Ces constatations avaient amené à adapter la fumure optimale de référence auparavant de 150 kg N/ha à 175 kg N/ha avec pour fractionnement : 25-75-75.

Le prix de vente et le coût de l'engrais influencent le résultat du calcul de la fumure optimale ; les valeurs appliquées cette année sont respectivement de 150 €/t (minimum espéré en moyenne) et 250 €/t.

Le Tableau 4.11 compare les résultats moyens de la quinquennale 2011-2015 et la moyenne des 2 essais sur la fumure azotée en 2016 (voir 2.2.2.). Ces moyennes respectives sont très contrastées, la mauvaise récolte 2016 étant la conséquence du climat défavorable et très exceptionnel durant toute la saison de culture.

Tableau 4.11 : Fumures maximales et optimales (et rendements correspondants) moyennes pour la période quinquennale 2011-2015 et l'année 2016 à Gembloux (Gx-ABT).

année(s)	Rdt 0 N	Rdt max	N max	RDT opt	N opt
2011-2015	5719	11508	190	11448	171
2016	3495	7851	165	7792	145

L'anormalité la plus grande se trouve dans le fractionnement de 145-0-0 qui s'est révélé le plus adapté en 2016 ; un fractionnement idéal imprévisible.

En espérant ne plus devoir subir pareille situation, le conseil est d'oublier actuellement cette récolte et de garder en 2017 la fumure de référence au niveau de 175 kg N/ha avec un fractionnement de 25-75-75. Cependant, vu les hautes valeurs des reliquats mesurés en février 2017, ce fractionnement sera diminué de 35 kg N/ha.

2.2.4 La forme de l'engrais (solide ou liquide) influence son efficacité

Plusieurs types d'engrais azotés ont été testés ces dernières années à Lonzée, et plus spécifiquement l'engrais appliqué en solution (N 39 %) ou en solide (N 27 %).

Tableau 4.12 : Comparaisons des formes d'engrais azotés à Gembloux (Gx-ABT) en 2016.

rendement kg/ha à 15 %		0-40-30	0-78-62	0-105-105	
engrais	0N	70 N	140N	210N	
N27 %	3611	5839	6877	7437	5941
N39 % (T-R-DF)	3382	5585	6388	6744	5525
N39% (T-R-2N)	3582	5072	6438	6827	5480
N39% (T-R) N27% (DF)	3813	5725	6829	7270	5909
	3597	5555	6633	7070	

Dans la plupart des essais l'engrais solide (N 27 %) est plus efficace que l'engrais liquide (N 39 %) mais cette supériorité n'est pas toujours significative et bien souvent est très atténuée lorsque la 3^{ème} fraction est appliquée en solide (N 27%). Il est donc conseillé de réserver

l'engrais liquide pour les deux premières fractions. Avancer l'application de la 3^{ème} fraction au stade 2 nœuds avec l'engrais liquide n'est pas une pratique satisfaisante.

2.3 Les recommandations pratiques

2.3.1 Conditions particulières de 2017, profil en azote minéral du sol en escourgeon et état des cultures en sortie d'hiver

Tableau 4.13 : Profils moyens en azote minéral du sol observés sous culture d'escourgeon en sortie d'hiver.

	2017 (30)	2016 (34)	2015 (21)	2014 (29)	2013 (22)	2012 (10)	2011 (6)	2010 (5)
Profondeur (cm)	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha
0-30	21	7	6	5	8	9	10	9
30-60	32	5	5	5	8	9	12	7
60-90	22	7	5	8	10	12	10	9
Total	75	19	16	18	26	30	32	25

Trente parcelles d'escourgeon ont été échantillonnées en ce début d'année 2017. Les quantités d'azote disponibles dans les 90 premiers cm du profil sont exceptionnellement élevées, par rapport aux années précédentes. Elles s'élèvent à 75 kg N/ha en moyenne, avec des extrêmes se situant à 26 et 138 kg N/ha.

Le profil sous sol nu à Lonzée est de 120 kgN-NO₃/ha et montre que l'escourgeon y a déjà prélevé plus ou moins 60 kg N/ha provenant de la minéralisation du sol.

L'azote supplémentaire observé en moyenne dans le profil de sol par rapport aux années antérieures doit être pris en compte dans la détermination de la fumure de référence. **Il est recommandé cette année de ne pas apporter d'azote au tallage afin de ne pas multiplier inutilement le nombre de talles.**

2.3.2 La détermination pratique de la fumure

La fumure azotée doit être raisonnée pour chaque parcelle individuellement.

Fumure de référence pour l'escourgeon en 2017 :

Fraction du tallage (1 ^{ère} fraction) :	0 N
Fraction du redressement (2 ^{ème} fraction) :	75 N
Fraction de la dernière feuille (3 ^{ème} fraction) :	65 N

2.3.3 Les modalités d'application de la fumure azotée

2.3.3.1 La fraction au tallage

Cette année, la fraction de tallage n'est pas recommandée dans les bonnes situations.

Toutefois, vu la variabilité des reliquats extrêmes observés dans les situations échantillonnées, il conviendra de bien observer les parcelles. Les situations les plus faibles ont été observées dans le Condroz, et il conviendra de bien appliquer le correctif N.TER. Dans les situations où l'état de la végétation serait plus faible, il conviendra de bien suivre la recommandation N.ETAT.

Lorsqu'on fait l'impasse de la fumure du tallage, il est important de respecter le stade d'application de la fumure du redressement. Faire l'impasse de toute fumure avant le stade 1^{er} nœud est souvent très pénalisant. Il est préférable d'anticiper et d'appliquer la fumure tallage + redressement quelques jours avant le stade « épis à 1 cm ».

Il ne convient pas de faire l'impasse sur la fumure de tallage dans les parcelles peu fertiles ou trop froides, même en Hesbaye ou encore lorsque comme en 2012 les sols restent gorgés en eau au mois de mars. Mais une dose d'azote trop importante (au delà de 50 unités) aurait comme effet 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, ...).

Une majoration des doses préconisées ne peut se concevoir que dans les situations particulières : dans le cas d'une emblavure claire ou peu développée à la sortie de l'hiver (cas de semis tardifs ou suite à l'arrêt précoce de la végétation à l'arrière-saison, déchaussement, ...).

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.

2.3.3.2 La fraction au redressement

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, ...

2.3.3.3 La fraction à la dernière feuille

Cette dernière fraction est destinée à assurer le remplissage maximum des grains en maintenant une activité photosynthétique la plus longue possible et 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 65 kg N/ha.

2.3.4 Calcul de la fumure azotée pour 2017

Fumure de référence pour l'escourgeon :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) :	0 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction) :	75 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) :	65 N

Les adaptations de chaque fraction se calculent comme ci-dessous.

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

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

DRAINAGE	Valeur
Pour la région, le drainage de la parcelle est:	
MAUVAIS	-1
NORMAL	0
EXCELLENT (uniquement dans le Condroz)	1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

STRUCTURE ET ARGILE	Valeur
Si mauvaise structure	-1
Si terre argileuse, très lourde	-1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur pour votre parcelle</i>	

Total des trois valeurs retenues = indice TER à reporter dans le tableau du point 1.2.

4. Fumure azotée

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 (Type de terre)	VALEUR DE N.TER POUR LA		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
TER 0 et 1	+ 15	+ 20	+ 5
TER 2	+ 15	+ 15	0
TER 3	0	+ 20	0
TER 4	0	0	0
TER 5	- 10	- 20	+ 10

Vos parcelles	N.TER RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 48)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			
Parcelle 3			

2 Détermination de N.ORG, fonction de la richesse organique du sol

2.1. Définition de la classe de richesse organique des sols pour la parcelle

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 (= > fractionnement en deux apports)	4
<i>Inscrire ici la classe ORGA correspondant à votre cas</i>	

2.2. Détermination des valeurs de N.ORG pour chaque fraction

CLASSES	1 ^{ère} FRACTION	2 ^{ème} FRACTION	3 ^{ème} FRACTION
ORGA 1	+10	+10	0
ORGA 2	0	0	0
ORGA 3	-20	-10	0
ORGA 4	-30	-20	-10

Vos parcelles	N.ORGANES RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 48)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			
Parcelle 3			

3 Détermination de N.PREC, fonction du précédent

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

Vos parcelles	N.PREC RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 48)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			
Parcelle 3			

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

4.1. Pour la fraction du TALLAGE

4.1.1. Détermination de l'état de la culture

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>	

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>	

4. Fumure azotée

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 4.1.2.

4.1.2. Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction du tallage

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

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

4.2. Pour la fraction de REDRESSEMENT

Détermination de N.ETAT pour la fraction du redressement

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible ou irrégulière	+ 20
Végétation normale	0
Végétation trop forte	- 20

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

4.3. Pour la fraction de la DERNIERE FEUILLE

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

VOS PARCELLES	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5 Détermination DE N.CORR

Ces correctifs permettent de corriger d'éventuels surdosages ou sous-dosages compte tenu des apports antérieurs.

5.1. Pour la fraction de tallage

La fraction de tallage ne doit pas dépasser 50 unités par hectare. Si la culture présente trop de facteurs défavorables (terre mal drainée, à très mauvaise structure, précédent paille sans azote, 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
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5.2. Pour la fraction de redressement

La détermination de N.CORR pour la fraction du redressement se fait en fonction de la somme des premières fractions (tallage appliquée + redressement calculée) et du type de terre TER (voir 1.1 indice TER, page 43).

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, TER 1,	Si fractions tallage + redressement = 160 ou moins	0
TER 2	Sinon $N.CORR = 160 - \text{fraction tallage} - \text{fraction redressement calculée}$...
TER 3, TER 4	Si tallage + redressement = 140 ou moins	0
	Sinon $N.CORR = 140 - \text{fraction tallage} - \text{fraction redressement calculée}$...
TER 5	Si fractions tallage + redressement = 120 ou moins	0
	Sinon $N.CORR = 120 - \text{fraction tallage} - \text{fraction redressement calculée}$...

Si PREC paille enfouie sans azote remplacer les valeurs 160, 140 et 120 par respectivement 175, 155 et 135.

4. Fumure azotée

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5.3. Pour la fraction de dernière feuille

N.CORR dépend de la somme des premières fractions réellement appliquées.

Si fraction tallage + fraction redressement	N.CORR.
= 55 N ou moins	+ 20
= + de 55 N	0

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

6 Calcul de la fumure

FUMURE	DOSE REF.	N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
<i>Au tallage</i>	0						
<i>Au redress.</i>	75						
<i>A la dern. fe.</i>	65						

(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.

LES CONSEILS DE FUMURE AZOTEE DE
L'ORGE D'HIVER À DESTINATION
BRASSICOLE SONT REPRIS DANS LE
CHAPITRE 8 « ORGES BRASSICOLES ».

5. Régulateurs de croissance

F. Henriet¹, B. Monfort² et R. Meza³

1	Froment d'hiver	2
1.1	De bonnes conditions pour réguler, mais de la verse due à des orages	2
1.2	Expérimentations, résultats et perspectives	2
1.2.1	Efficacité et positionnement des régulateurs de croissance.....	2
1.2.2	Interaction entre traitements régulateurs et modalités de fumure azotée	7
1.2.3	Sensibilité variétale à la verse	10
1.3	Recommandations pratiques	10
1.3.1	Les précautions : les bonnes pratiques agricoles.....	11
1.3.2	Les traitements régulateurs de croissance	11
2	Escourgeon et orge d'hiver	14
2.1	2016 : généralement peu de verse en escourgeon.....	14
2.2	Résultats d'expérimentation sur les régulateurs	14
2.2.1	Effet des régulateurs de croissance.....	14
2.2.2	Les variétés et leur sensibilité à la verse en 2016.....	15
2.2.3	Les variétés et les bris de tiges en 2016.....	15
2.3	Les recommandations	16

¹ CRA-W – Cellule transversale de Recherche en agriculture biologique (CtRab) – Dpt Productions et Filières – Unité Stratégies phytotechniques

² Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

³ ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

1 Froment d'hiver

F. Henriët et R. Meza

1.1 De bonnes conditions pour réguler, mais de la verse due à des orages

L'application des régulateurs de croissance, de la mi-avril à début mai, a eu lieu sur des froments en pleine croissance. Les conditions de températures furent généralement bonnes, même si dans certaines situations, elles ont pu être plutôt fraîches. Cela ne semble pas avoir influencé l'activité des produits.

La fin du mois de juin fut marquée par des épisodes orageux. Ces orages ont pu faire apparaître de la verse dans des parcelles à variété sensible ou dans des parcelles à variété moins sensible mais non régulées.

1.2 Expérimentations, résultats et perspectives

1.2.1 Efficacité et positionnement des régulateurs de croissance

Trois essais ont été installés au printemps 2016 afin de comparer l'efficacité des différents produits disponibles sur le marché et de déterminer le moment idéal d'application. Deux de ces essais ont été implantés à Lonzée (Gembloux) tandis que le troisième était installé à Wasmes-Audemez-Briffueil (Tournaisis).

Les itinéraires techniques des trois essais sont décrits dans le Tableau 5.1 tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le Tableau 5.2. Le protocole propre à chaque essai ainsi que les résultats sont repris dans les Figures 5.1 (Lonzée - Graham), 5.2 (Lonzée - kws Smart) et 5.3 (Wasmes - Elixer).

Les données collectées dans les essais furent la hauteur finale des plantes de froment, le rendement et, si nécessaire, 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 l'ensemble de la parcelle est complètement couché sur le sol.

Tableau 5.1 : Itinéraire technique des essais.

	Lonzée	Lonzée	Wasmès
Variété	Graham	kws Smart	Elixer
Date de semis	29 octobre 2015	29 octobre 2015	15 octobre 2015
Densité de semis	300 gr/m ²	300 gr/m ²	155 kg/ha
Précédent	Betterave	Betterave	Betterave
Apport de la fumure	Tallage (T)	23 mars (60 uN/ha)	23 mars (60 uN/ha)
	Redressement (R)	12 avril (60 uN/ha)	12 avril (60 uN/ha)
	Dernière feuille (DF)	19 mai (75 uN/ha)	19 mai (75 uN/ha)

Tableau 5.2 : Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Lonzée	12 avril 2016	BBCH 30 (épis 1 cm)	9.8 °C	96%
	02 mai 2016	BBCH 31 (1 ^{er} nœud)	8.8 °C	77%
	09 mai 2016	BBCH 32 (2 ^{ème} nœud)	16.7 °C	67%
Wasmès	14 avril 2016	BBCH 30 (épis 1 cm)	18.4 °C	57%
	22 avril 2016	BBCH 31 (1 ^{er} nœud)	13.4 °C	60%
	06 mai 2016	BBCH 32 (2 ^{ème} nœud)	16.2 °C	58%

Essai de Lonzée - variété Graham

Tous les traitements testés ont permis de diminuer significativement la taille du froment par rapport au témoin (80cm) mais un seul traitement se démarquait des autres : l'application du mélange CCC + MEDAX TOP au stade 32 était le traitement qui raccourcissait le plus les froments (-11.0cm).

A l'exception du mélange CCC + MODDUS appliqué au stade 32 (94.6 q/ha), tous les traitements présentaient des rendements statistiquement équivalents à celui observé dans le témoin (89,2 q/ha).

Graham étant une variété peu sensible à la verse, seul le témoin a été touché par un peu de verse (indice 23), les parcelles traitées restant peu impactées (indice maximum de 6 pour le CCC appliqué au stade 31).

5. Régulateurs de croissance

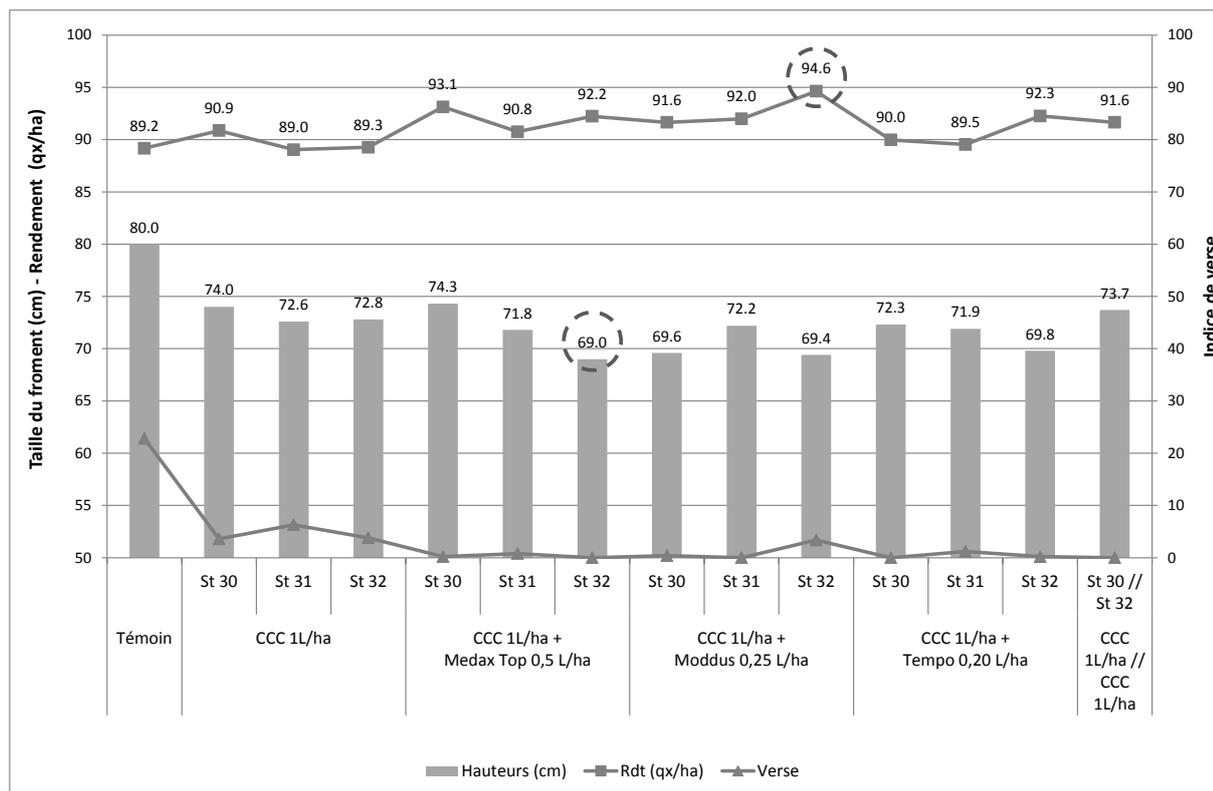


Figure 5.1 : Essai de Lonzée – variété Graham ; taille du froment, indice de verse et rendement observés.

Essai de Lonzée - variété kws Smart

Dans cet essai, certains traitements n'ont curieusement pas réduit la taille du froment par rapport au témoin (85.5cm). Un seul traitement réduisait significativement la taille du froment, le même que dans celui de l'essai mené sur la variété Graham, à savoir l'application du mélange CCC + MEDAX TOP au stade 32 (-5.8cm).

Tous les traitements testés présentaient un rendement statistiquement supérieur à celui observé dans le témoin (88,5 q/ha) mais l'application du mélange CCC + MODDUS au stade 31 se démarquait des autres (96.1 q/ha).

Kws Smart étant une variété moyennement sensible à la verse, le témoin a montré plus de verse (indice 46) que Graham (indice 23). Les parcelles traitées au CCC ou au MODDUS seuls furent bien impactées par la verse (indice de verse de 17 à 26). L'indice de verse observé dans les autres traitements restait faible (inférieur à 11).

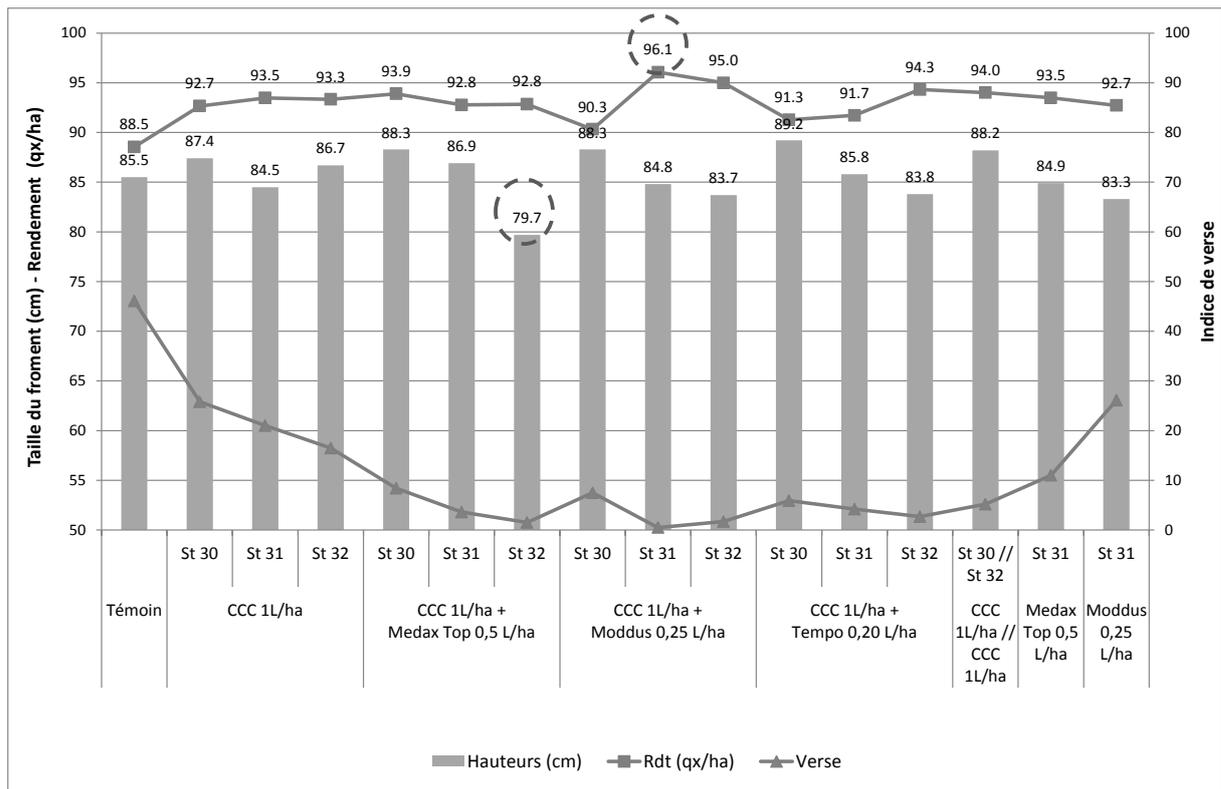


Figure 5.2. : Essai de Lonzée – variété kws Smart ; taille du froment, indice de verse et rendement observés.

Essai de Wasmes-Audemez-Briffoeil - variété Elixer

Si tous les traitements ont permis de réduire la taille du froment, seule l’application du mélange CCC + MODDUS appliqué au stade 31 a permis une réduction significative (-6.4cm) par rapport au témoin (92.6cm).

Les rendements n’ont révélé aucune différence significative avec le témoin (82 q/ha) même si 1300 kg/ha séparent le rendement le plus élevé (95 q/ha - CCC + MEDAX TOP au stade 30) du rendement le plus faible (82 q/ha - témoin).

Elixer étant une variété sensible à la verse, le témoin a montré un indice de verse de 56. Les parcelles traitées au MEDAX TOP ou au MODDUS seuls au stade 31 furent bien impactées par la verse (indice de verse de 34 et 28, respectivement), de même que les parcelles traitées au CCC seul au stade 30 (indice de 26) et d’autres traitées en deux passages (indice de 24 pour le CCC au stade 30 suivi de MEDAX TOP au stade 31 et indice de 22 pour le CCC au stade 30 suivi de CCC au stade 32). L’indice de verse observé dans les autres traitements restait faible (inférieur à 15).

5. Régulateurs de croissance

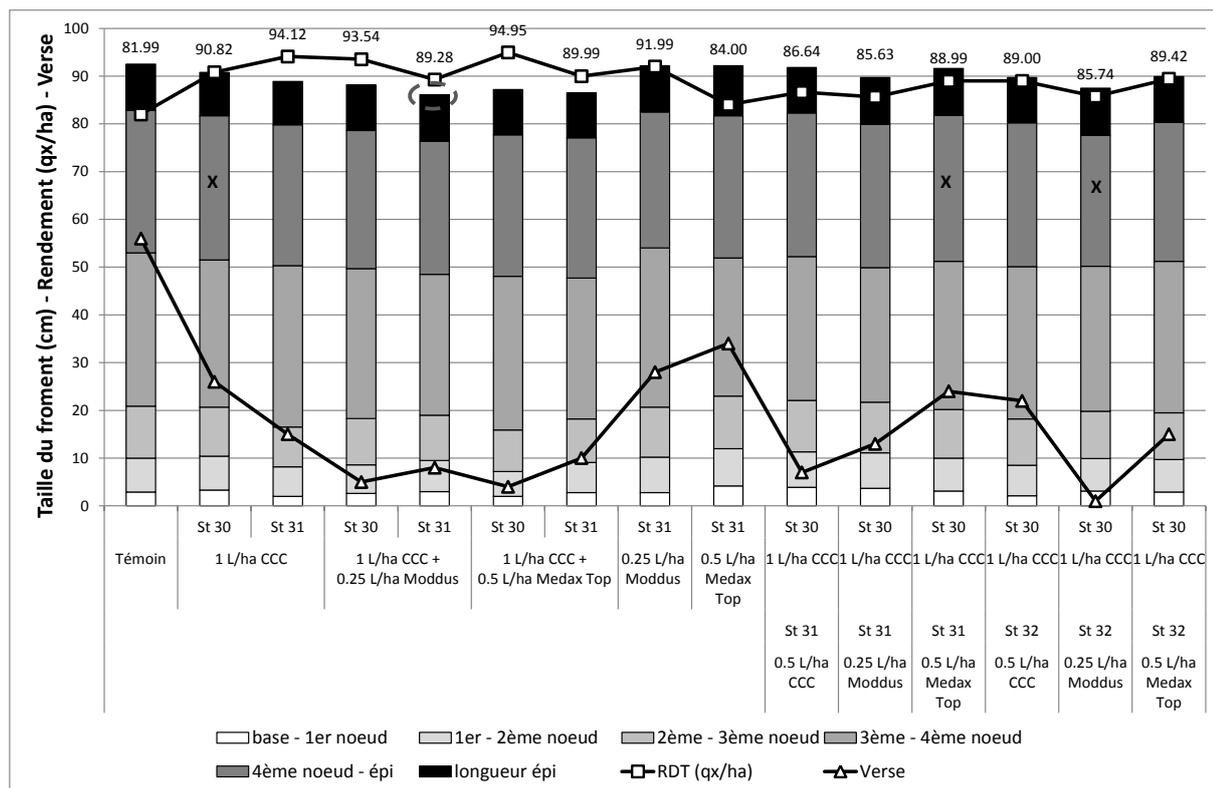


Figure 5.3 : Essai de Wasmes – variété Elixir ; taille du froment, indice de verse et rendement observés. Les bâtonnets marqués d'un « x » présentent une taille statistiquement différente de celle du témoin.

Discussion - conclusions

Aucun traitement régulateur n'a pénalisé le rendement.

Les parcelles témoins des trois variétés testées ont toutes présenté de la verse, mais d'intensité variable, fonction de leur sensibilité vis-à-vis de la verse (cfr point 1.2.3.). L'intensité du traitement régulateur est bien à raisonner en fonction de la sensibilité variétale. En effet, si tous les traitements testés suffisaient pour contrôler la verse dans un essai mené sur une parcelle de Graham (variété résistante), cela n'était pas le cas pour les essais installés dans des parcelles de kws Smart ou d'Elixir. Plusieurs stratégies sont envisageables. Des essais de cette année, et comme conseillé par ailleurs (cfr point 1.3.), il semble toutefois préférable d'éviter l'utilisation de MODDUS ou de MEDAX TOP seul (à ces doses en tout cas) et privilégier leur emploi en mélange avec du CCC. Certaines stratégies en deux passages sont également possibles.

Dans les essais de Loncée, deux formulations titrant chacune 250 g/L de *trinexapac-ethyl*, MODDUS (formulation EC) et TEMPO (formulation DC), ont été appliquées en mélange avec CCC, mais à des doses différentes (0.25 L/ha et 0.20 L/ha, respectivement). Elles ont toutefois montré des résultats comparables.

1.2.2 Interaction entre traitements régulateurs et modalités de fumure azotée

Un essai a été installé à Lonzée au printemps 2016 afin d'étudier l'interaction entre le positionnement du traitement régulateur et différentes modalités d'apport de la fumure azotée.

Trois traitements régulateurs (1 L/ha CCC, le mélange 1 L/ha CCC + 0.25 L/ha MODDUS et le mélange 1 L/ha CCC + 0.5 L/ha MEDAX TOP) ont été appliqués à trois stades (BBCH 30, BBCH 31 et BBCH 32).

Les trois modalités de fumures employées étaient (Tableau 5.3) :

- la fumure recommandée par le Livre Blanc Céréales en 3 fractions ;
- la fumure recommandée par le Livre Blanc Céréales en 2 fractions ;
- une fumure en 3 fractions renforcées de 20 kg N/ha pour les 2 premiers apports.

L'itinéraire technique de l'essai est décrit dans le Tableau 5.3, tandis que les conditions d'application sont détaillées dans le Tableau 5.4. Le protocole ainsi que les résultats sont repris dans la Figure 5.4.

Tableau 5.3 : Itinéraire technique de l'essai.

		Lonzée			
Variété		Elixir			
Date de semis		12 octobre 2015			
Densité de semis		250 gr/m ²			
Précédent		Betterave			
Apport de la fumure	Tallage (T)	21 mars	50 uN/ha		70 uN/ha
	Tallage-redressement (T-R)	4 avril 2016		80 uN/ha	
	Redressement (R)	6 avril 2016	60 uN/ha		80 uN/ha
	Dernière feuille (DF)	16 mai 2016	75 uN/ha	105 uN/ha	75 uN/ha

Tableau 5.4 : Conditions d'application.

Essai	Date	Stade	Température	Humidité relative
Lonzée	08 avril 2016	BBCH 30 (épis 1 cm)	7.7 °C	87%
	19 avril 2016	BBCH 31 (1 ^{er} nœud)	7.8 °C	82%
	04 mai 2016	BBCH 32 (2 ^{ème} nœud)	7.8 °C	71%

Compte tenu des conditions de l'année, les rendements obtenus peuvent être considérés comme « bons », même si, dans l'absolu, ils ne sont pas très élevés.

La modalité d'apport de la fumure a logiquement impacté le rendement. Le meilleur rendement était obtenu avec la fumure Livre Blanc Céréales en deux fractions (83 q/ha dans le témoin) tandis que le moins bon l'était avec la fumure renforcée en trois fractions (71 q/ha dans le témoin), la fumure Livre Blanc Céréales en trois apports se situant entre les deux (79 q/ha dans le témoin).

5. Régulateurs de croissance

Au sein d'une même modalité de fumure, les différents traitements régulateurs testés ont tous permis d'améliorer le rendement, mais certains étaient significativement supérieurs aux autres. Ce fut le cas pour :

- le mélange CCC + MODDUS au stade 30 pour la fumure LB en 3 fractions,
- le mélange CCC + MEDAX TOP au stade 32 pour la fumure LB en 2 fractions,
- le mélange CCC + MODDUS au stade 30 pour la fumure renforcée en trois fractions,
- le mélange CCC + MODDUS au stade 31 pour la fumure renforcée en trois fractions.

Considérant la moyenne des parcelles ayant reçu un traitement régulateur, les meilleurs rendements ont été obtenus avec la fumure Livre Blanc Céréales en deux fractions (87.0 q/ha), mais ils sont fort proches de ceux obtenus avec la fumure Livre Blanc Céréales en trois fractions (86.8 q/ha), la fumure renforcée étant en retrait (85.5 q/ha).

Le rendement de la parcelle témoin avec la fumure renforcée a été pénalisé en moyenne de 12 quintaux par rapport aux parcelles ayant reçu un traitement. Cette différence entre témoin et parcelles traitées est plus faible en présence d'une fertilisation raisonnée, conseillée par le Livre Blanc Céréales (en moyenne 8 quintaux). Le témoin qui a subi le moins de perte est celui de la fumure en deux passages.

Cet essai a été touché par la verse d'une façon très importante, notamment à cause de l'orage du 23 juin. La cotation de verse a été réalisée le 12 juillet (3 semaines après l'orage) en espérant que les froments se redressent un peu. Les témoins ont été fort impactés (indice de verse allant de 57 à 67). Aucun traitement n'a semblé être en mesure de limiter correctement la verse (indice de verse allant de 41 à 66). La fumure renforcée en trois fractions présentait un indice de verse moyen de 61 tandis que la fumure LB en deux fractions montrait un indice de verse moyen de 47, la fumure LB en trois fractions étant intermédiaire (indice de verse moyen de 52).

Il est plus que probable que les moins bons rendements observés dans le cas de la fumure renforcée en trois fractions soient liés à l'intensité de la verse. La verse serait plus marquée dans cette modalité de fumure en raison de la quantité de biomasse produite.

La mesure des tailles des froments n'a pas pu être réalisée dû à la verse hâtive des parcelles.

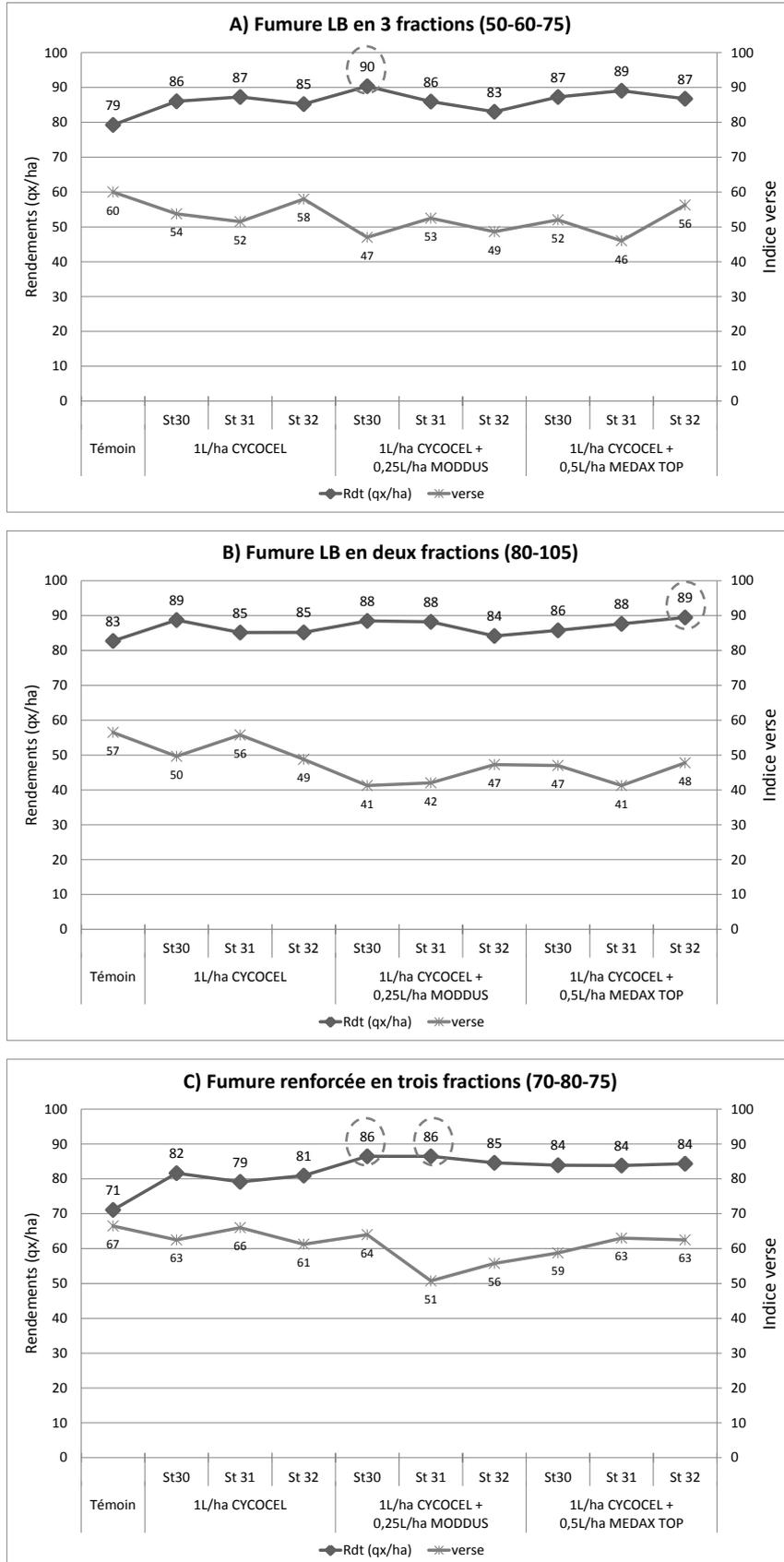


Figure 5.4 : Interaction traitements régulateurs et modalités de fumure ; rendement et indice de verse.

1.2.3 Sensibilité variétale à la verse

Les résultats détaillés dans la Figure 5.5 et déjà publiés dans le Livre blanc Céréales de septembre 2016 proviennent d'essais mis en place par le CRA-W, le CPL-végémar, le CARAH et l'ULg-GxABT.

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.

RESISTANT A LA VERSE							
Edgar	JB Diego	Mosaïc	Reflection	Sahara	sv Epsom	Terroir	Triumph
Anapolis	<i>Bodecor</i>	Collector	Graham				
Rubisko	Sherlock						
Atomic	Cellule	Gedser	Henrik	kws Ozon	RGT Reform	RGT Sacramento	
Bergamo	Diderot	Faustus	kws Smart	Lithium	Mentor	Popeye	
Benchmark	Expert	Forum	Lyrik	Mystic			
RGT Texaco							
Albert	Valdo						
Limabel	Tobak						
Creek							
Advisor							
SENSIBLE A LA VERSE							

Figure 5.5 : Classement de la résistance à la verse de 40 variétés de froment d'hiver : plus la variété est située dans le haut du tableau, plus elle est résistante à la verse. Le classement des variétés en italiques n'est basé que sur un faible nombre d'essais.

1.3 Recommandations pratiques

La verse peut avoir des origines différentes, soit parasitaires (Piétin-verse, *cfr* chapitre 6. « Lutte intégrée contre les maladies »), soit non parasitaires. Dans ce second cas, elle provient :

- de mauvaises conditions climatiques (orages violents, pluies battantes, rafales de vent...);
- de mauvaises pratiques culturales.

Pour lutter efficacement contre la verse, il faut à la fois :

- prendre des précautions, au niveau des modalités culturales ;
- utiliser correctement le ou les régulateurs de croissance.

Le risque de verse est particulièrement à prendre en considération dans les semis précoces, dans des champs où l'on suspecte des disponibilités importantes en azote minéral, notamment

dans le cas d'apports importants de matières organiques au cours de la rotation et/ou de précédent du type légumineuse, colza, pomme de terre, ou encore dans des systèmes de cultures excluant l'emploi d'anti-verse.

1.3.1 Les précautions : les bonnes pratiques agricoles

➤ **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.

➤ **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**

Eviter les apports excessifs lors des applications de tallage et de redressement (1^{ère} et 2^{ème} fractions) ; 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 est conseillé, en veillant à bien apporter les corrections nécessaires lors du calcul de la fumure (*cf*r chapitre : 4. « La fumure azotée »).

1.3.2 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 en tout cas n'autorisent pas des renforcements injustifiés de densité de semis et/ou de fumure azotée;
- Quel que soit le régulateur utilisé, il ne peut être appliqué que sur des céréales en bon état et en pleine croissance et ce, dans des conditions climatiques favorables.

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 produit 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

5. Régulateurs de croissance

MEDAX TOP au traitement à base de CCC 1L ;

- ❖ 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 !)
- ❖ une application à $\frac{1}{2}$ dose avec un produit à base d'éthéphon.

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

Une liste des régulateurs de croissance agréés est reprise dans les **pages jaunes**. Il est recommandé de **toujours lire l'étiquette** du produit avant son utilisation.

Dose conseillée à l'hectare	Stades	Conditions	Remarques
Le CCC ou chlorméquat (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 hauts risques 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 trinexapac-éthyl (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.	Déconseillé : 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 prohexadione-calcium (50 g/L) + chlorure de mépiquat (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 chlorméquat (368 g/l) et d'imazaquin (0.8g/L) => METEOR 369 SL et MONDIUM			
2 L/ha	30-32	T° > 10°C	
Les produits à base d'éthéphon (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 l'éthéphon (155 g/L) avec du chlorure de mépiquat (305 g/L) => TERPAL			
2,5 à 3 L/ha	37-39	!!! à la sélectivité en cas de 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 cryptogamiques.

2 Escourgeon et orge d'hiver

B. Monfort

2.1 2016 : généralement peu de verse en escourgeon

De la verse a été observée dans les essais de Lonzée suite au gros orage du 28 juin, essentiellement pour quelques variétés dans le mode de culture sans régulateur de croissance. Arrivée en fin de végétation et les tiges malades étant affaiblies, la verse était accentuée en absence de traitement fongicide.

Le bris de tiges en fin de maturation a également été observé plus important en 2016 en absence de régulateur et d'un fongicide en montaison. Toutes les variétés y ont été sensibles en absence de régulateur et de protection fongicide. Alors que la verse était totalement absente des essais (protégés) sur la fertilisation azotée en Volume et Etincel, les tiges coudées y étaient bien présentes corrélées avec les fumures azotées croissantes, elles même corrélées en principe avec la présence des maladies.

2.2 Résultats d'expérimentation sur les régulateurs

2.2.1 Effet des régulateurs de croissance

Le Tableau 5.1 présente, pour les 7 dernières années dans les essais de comparaison des variétés, les moyennes de rendement en présence ou en absence de régulateur, on observe en moyenne une légère amélioration des rendements de 2 quintaux.

Tableau 5.1 : Moyennes des rendements (q/ha) des objets avec ou sans régulateurs dans les essais en 2015, 2014, 2013, 2012, 2011 et 2010 et leur PPDS 05 (q/ha) - GxABT.

Référence de l'essai	Moyenne de	Sans régulateur (q/ha)	Avec régulateur (q/ha)	PPDS 0,05 (q/ha)
2010 ES01	20 variétés	107	108	3
2011 ES01	20 variétés	92	92	5
2012 ES01	20 variétés	94	94	3
2013 ES01	20 variétés	110	114	4
2014 ES01	20 variétés	107	109	1
2011 ES02	10 variétés	86	85	4
2012 ES02	10 variétés	90	90	4
2013 ES02	10 variétés	106	111	5
2014 ES02	20 variétés	103	104	1
2015 ES01	30 variétés	126	128	1
2016 ES01	30 variétés	75	79	1
moyennes		100	102	

Bien souvent le traitement raccourcisseur n'améliore pas les rendements mais son intérêt est essentiellement une pratique préventive assurant la facilité de la moisson et la qualité de la récolte lorsque des conditions climatiques défavorables induisent de la verse.

2.2.2 Les variétés et leur sensibilité à la verse en 2016

Tableau 5.2 : Sensibilités variétales à la verse observées dans les essais en 2016 - GxABT.

Variétés les plus sensibles à la verse Anja, Domino, Etincel, Veronika et surtout Tequila
Variétés sensibles à la verse Hobbit, Meridian, Rafaela, Tonic, Volume
Variétés peu sensibles à la verse Berline, Keeper, Kosmos, Quadra, Tenor, Zzoom
Variétés les plus résistantes à la verse Daxor, Monique, Quadriga, Smooth, Unival, Trooper, Verity, Wootan

Ces données proviennent des essais cultivés à fumure raisonnée. Elles ne sont pas une assurance d'absence de verse, même avec une double protection anti-verse.

2.2.3 Les variétés et les bris de tiges en 2016

Le bris des tiges est un terme peut être exagéré et ne concerne pas une cassure du col de l'épi ; il s'agit en fait de la formation d'un coude au niveau d'un nœud de la tige en fin de maturation de la plante. Quand la pliure est peu importante ce phénomène n'est pas dommageable, mais quelquefois la pliure peut être telle que les épis se trouvent proches du sol et ne peuvent être ramassés en totalité par la moissonneuse surtout dans les traces de roues. Par commodité et pour faire le lien avec les tableaux des précédents Livre Blanc Céréales l'expression « bris de tiges » est maintenue pour ce symptôme.

Ce phénomène est très présent pour toutes les variétés en 2016 en absence de traitement régulateur et fongicide. Il diminue avec un traitement en montaison et plus encore avec le régulateur de croissance. Pour quelques variétés il est resté toutefois important malgré les traitements. Dans les essais sur la fumure azotée les tiges coudées augmentent avec la fumure azotée dès qu'elle dépassait 100 N pour Etincel et pour la variété Volume lorsqu'une fraction azotée de dernière feuille, inutile en 2016, était apportée.

Le tableau suivant reprend les données observées en 2016 à Lonzée.

Tableau 5.3 : Sensibilités variétales au bris des tiges observées à Lonzée en 2016 - GxABT.

Variétés les plus sensibles aux tiges coudées à maturité Anja, Berline, Etincel, Keeper, Quadra, Tequila, Unival, Veronika, Volume, Zzoom
Variétés moyennes pour la sensibilité au bris de tiges Hobbit, Domino, Meridian, Monique, Tenor, Trooper, Wootan
Variétés les plus résistantes au bris de tiges Daxor, Kosmos, Quadriga, Rafaela, Smooth, Tonic, Verity

2.3 Les recommandations

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.

➤ **Variétés**

Le Tableau 5.2 résume les observations de ces dernières années. Le classement est indicatif de la sensibilité des variétés, mais ne préjuge pas du caractère dommageable de la verse : les essais ne permettent pas de mettre systématiquement en évidence une liaison sensibilité à la verse – amélioration des rendements par les régulateurs.

➤ **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 où l'on suspecte des 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 (2 nœuds + dernière feuille).

➤ **Un traitement anti-verse est recommandé au stade « dernière feuille étalée »**

Généralement avec les variétés moyennement sensibles, un traitement régulateur à base d'éthéphon appliqué à dose normale sur la dernière feuille jusqu'au stade barbe est largement suffisant. L'anti-verse sera le plus souvent mélangé avec le fongicide systématiquement appliqué à ce stade. Les doses maximales agréées sont reprises dans les pages jaunes du Livre Blanc Céréales.

➤ **Pour les parcelles à fort risque de verse**

Dans ces situations, un traitement supplémentaire avec du Moddus ou Medax Top pendant la montaison, suivi du traitement recommandé au stade dernière feuille étalée est une technique efficace mais coûteuse et présentant un risque de phytotoxicité en cas de stress de la culture.

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 conditions de déficit hydrique au moment du traitement.

6. Lutte intégrée contre les maladies

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

1	Protection du froment.....	3
1.1	La saison culturale 2015-2016.....	3
1.1.1	Développement des plantes	3
1.1.2	Rendements	6
1.2	Efficacité des fongicides	7
1.2.1	Efficacité contre le piétin-verse.....	7
1.2.2	Efficacité contre la rouille jaune.....	10
1.2.3	Efficacité contre septoriose et la fusariose sur feuille	14
1.2.4	Efficacité contre septoriose, fusariose sur feuille et helminthosporiose	18
1.3	Schémas de protection fongicide : expérimentation en réseau	22
1.3.1	Le Réseau d'Essais Fongicides wallons	22
1.3.2	Etablissement du protocole.....	23
1.3.3	Saison 2015-2016, un fort impact des maladies sur le rendement	25
1.3.4	La septoriose et la fusariose, les maladies dominantes	28
1.3.5	Fusariose sur épis, oui mais laquelle ?	31
1.3.6	Si en plus, la rouille jaune s'en mêle... ..	33
1.3.7	Le potentiel du chlorothalonil.....	35
1.3.8	Retour sur les avis du CADCO (en collaboration avec M. Liépin, M. Delitte, O. De Vuyst et A. Legrève)	37
1.4	Recommandations pratiques en protection du froment	40
1.4.1	Connaître les pathogènes et cibler les plus importants.....	40
1.4.2	Connaître les sensibilités des variétés aux différentes maladies et stratégies de protection des froments.....	44
1.4.3	Le prix du blé dans la rentabilité de la protection	50

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

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

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

⁴ ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée – Production intégrée des céréales en Région Wallonne – Projet CePiCOP (DGARNE, du Service Public de Wallonie)

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

2	Protection de l'escourgeon	56
2.1	La saison culturale 2015-2016	56
2.2	Efficacité des fongicides en escourgeon	57
2.2.1	Résultats des essais de programme et de comparaison de produits fongicides du CARAH, du CRA-W et de Gx ABT	57
2.2.2	Résultats d'essais multiloaux et pluriannuels sur escourgeon	64
2.2.3	Essais réductions de dose des fongicides en escourgeon à Lonzée	68
2.3	Les variétés répondent différemment à la protection fongicide	73
2.3.1	Caractéristiques des variétés testées dans le réseau post inscription	73
2.4	Valorisation de la protection fongicide par les principales variétés en 2016.....	74
2.5	Recommandations pratiques en protection de l'escourgeon	77
2.5.1	Connaître les pathogènes et cibler les plus importants	77
2.5.2	Stratégies de protection des escourgeons.....	79

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 2015-2016

C. Bataille, B. Heens

1.1.1 Développement des plantes

Le mois d'octobre 2015 était caractérisé par deux périodes chaudes (au début et à la fin du mois) dont les températures pouvaient parfois dépasser les 20°C. Les conditions étaient donc propices au semis des froments. Ceux-ci ont pu se prolonger durant la première décennie de novembre avant l'arrivée des pluies.

L'hiver a été humide et exceptionnellement chaud. Ces conditions clémentes ont favorisé la levée et la forte croissance de la végétation. La septoriose et les rouilles ont progressé sur les jeunes plantules de céréales jusqu'au retour de petites gelées à la mi-janvier. Février a été frais et pluvieux et cette météo s'est poursuivie jusqu'à la mi-mars.

Malgré les températures fraîches et la pluie, les conditions météo de mars et avril étaient proches des normales saisonnières. Avril était plus froid en moyenne que décembre et du gel tardif était même observé le 28. Ces conditions plus froides ont ralenti le développement des cultures. Fin avril début mai, les froments avaient atteint le stade « 2^{ème} nœud » (32).

Les deux premières semaines de mai étaient printanières avec un temps sec et ensoleillé. A la fin de cette première décennie, les premiers froments avaient atteint le stade « dernière feuille étalée » (39). Après la mi-mai et jusqu'à la fin juin, il n'a pas cessé de pleuvoir sur l'ensemble du territoire. Le déficit de rayonnement durant cette période a limité l'activité photosynthétique des plantes et donc le remplissage du grain malgré une courbe de croissance végétative normale. En outre, le développement parfois spectaculaire des fusarioses a bénéficié de conditions très favorables à l'infection généralisée des froments de l'épiaison (51) jusqu'à la fin de la floraison (69).

Le mois de juillet peut être résumé comme une alternance d'orages et d'éclaircies. Les froments ont atteint leur complète maturité au début du mois d'août. Le retour du beau temps dès la mi-août a permis de terminer les récoltes sans interruption.

Pression des maladies

Le développement des principaux pathogènes du froment en 2016 en Wallonie est détaillé dans les points ci-dessous. La Figure 6.1 représente la pression en maladies évaluée sur les 5 variétés les plus sensibles pour chaque maladie et ceci depuis 2014 à partir des cotations des essais variétaux wallons. Elle permet d'apprécier les différentes pressions en maladies

6. Lutte intégrée contre les maladies

suivant les années.

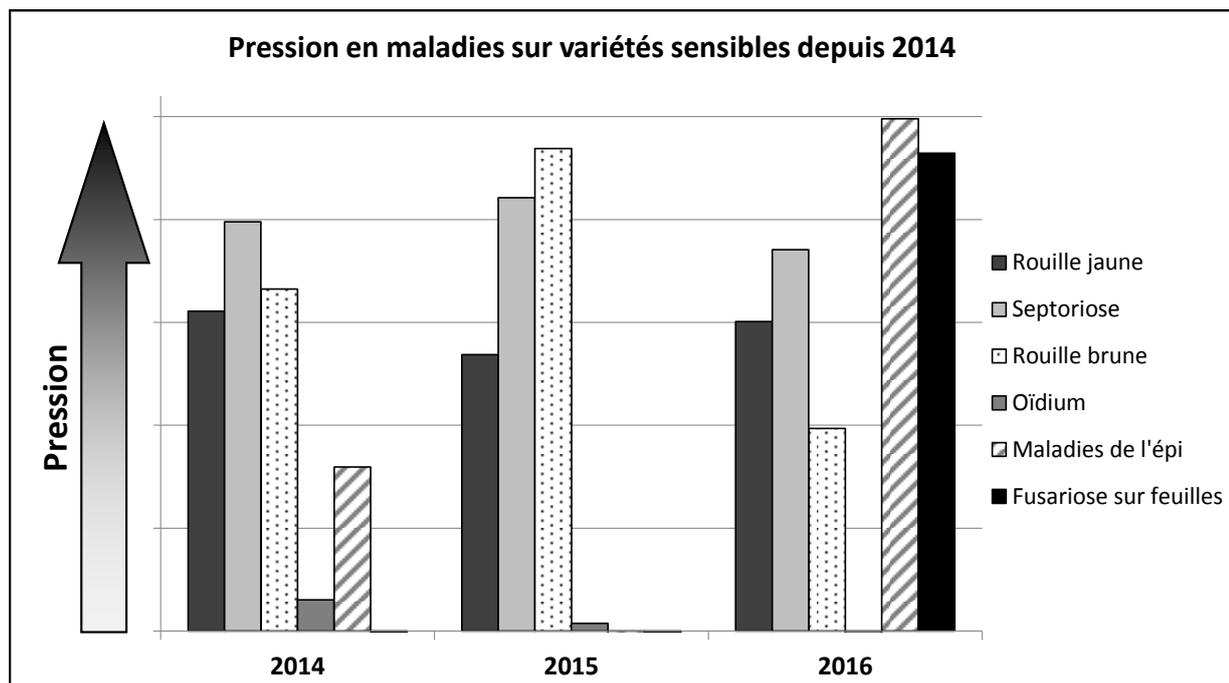


Figure 6.1 : Pression relative des maladies de 2014 à 2016. Cette pression est calculée sur base de cotations de sévérité relevées dans le réseau d'essais variétaux wallon sur 5 variétés sensibles à chaque maladie.

Rouille jaune (*Puccinia striiformis*)

En sortie d'hiver, la rouille jaune était déjà présente sur les variétés les plus sensibles. Son développement s'était cependant ralenti en début de printemps à cause du temps froid. Fin avril-début mai, à la faveur de la remontée des températures, la rouille jaune s'est développée de plus belle. Dans de rares cas cette année, un traitement précoce spécifique au stade « 1^{er} nœud » (31) était nécessaire. Il faut noter que la sélection drastique des variétés de froments commercialisées depuis quelques années a permis d'éviter de grosses épidémies de rouille jaune. En effet, la plupart des variétés actuellement sur le marché ont une cotation de résistance à la rouille jaune qui dépasse bien souvent la cote de 6 (1= très sensible et 9 = résistante). Il est cependant nécessaire de rester vigilant avec des variétés telles que : Atomic, Benchmark, Lyrik, Reflection, RGT Reform et RGT Texaco.

D'après nos voisins (France, Danemark), la race dominante de rouille jaune en Europe en 2016 semblait être Warrior (-). Cette race a un spectre de virulence (= gènes de résistance qu'elle est capable de contourner) plus étroit que Warrior 1 de 2014. Le groupe Warrior possède une diversité génétique beaucoup plus importante que les anciennes races européennes telles que Robigus, Oakley/Solstice ou Tulsa (présentes avant 2010). Par le biais de mutation, il est probable de voir apparaître d'autres variantes de Warrior d'ici quelques années. La vigilance reste donc toujours de mise face à cette maladie.

Rouille brune (*Puccinia recondita*)

A partir de la fin du mois d'avril, quelques pustules de rouille brune pouvaient déjà être

observées sur les variétés les plus sensibles comme Tobak et Creek. En effet, l'hiver relativement chaud a permis la survie de l'inoculum primaire de cette maladie, première condition nécessaire pour observer une forte pression plus tard dans la saison. Néanmoins, la rouille brune s'est très peu développée jusqu'à la fin du mois de mai à cause des températures fraîches du printemps. Durant le mois de juin, l'infection du pathogène a fortement progressé sur les variétés les plus sensibles et dans les régions à risque. Quelques symptômes ont pu être observés sur les variétés tolérantes mais sans développement significatif en fin de saison.

Septoriose (*Mycosphaerella graminicola*)

Des symptômes de septoriose étaient facilement observables sur les feuilles basses des variétés sensibles, dès la sortie de l'hiver. Les conditions n'étaient cependant pas propices à son développement au début du printemps 2016 (sec et frais). Ainsi jusqu'au stade 39, la croissance des froments était souvent plus rapide que la progression de la maladie. Après les fortes pluies de mai-juin, une impressionnante remontée de la septoriose sur les feuilles supérieures des plantes a été observée. L'infection a été favorisée par les pluies et les températures des mois de mai-juin si bien que les pertes de rendement occasionnées par la septoriose étaient importantes en 2016.

Les fusarioses (*Microdochium spp.* et *Fusarium spp.*)

La fusariose sur épis est une maladie causée par un complexe de pathogènes appartenant aux genres *Microdochium* et *Fusarium*.

Le genre *Microdochium* est divisé en deux espèces : *Microdochium nivale* et *Microdochium majus*⁶. Leur inoculum provient des semences contaminées et des résidus de culture. *Microdochium spp.* est un des acteurs responsables de la fonte des semis. Les spores sont transportées par le vent et la pluie, jusqu'aux feuilles de céréales qu'elles infectent. En effet, contrairement à *Fusarium spp.*, *Microdochium spp.* peut produire des symptômes ovales et délavés sur feuilles. Avec la progression de la lésion, la couleur vire au brun et une déchirure apparaît au centre de la nécrose. Ces pathogènes, habituellement peu présents en Belgique, ont profité des pluies importantes de la fin du printemps pour se développer de façon exceptionnelle sur les étages foliaires supérieurs. Il semblerait que les infections de feuillage ont ensuite servi de tremplin à *Microdochium spp.*, pour atteindre les épis, à la faveur des premières pluies, lors de la floraison de ceux-ci. *Microdochium spp.* ne produit pas de mycotoxines. Il réduit cependant le rendement en diminuant l'activité photosynthétique des feuilles, en perturbant le remplissage des grains ou en stérilisant les épillets infectés.

Fusarium spp. était également présent sur les épis de froment cette année, suite aux fortes pluies durant la floraison. N'étant cependant pas capable d'infecter les feuilles, ce genre de fusariose a pris plus de temps pour atteindre les épis. La compétition entre *Microdochium spp.* et *Fusarium spp.* au niveau des épis était donc bien souvent à la faveur de *Microdochium spp.*, comme pouvait le suggérer la forme des symptômes sur épis.

⁶ Nouvelle taxonomie proposée par Glynn et al. en 2005.

Source : N.C. Glynn, M.C Hare, D.W. Parry and S.G. Edwards. 2005. Phylogenetic analysis of EF-1 alpha gene sequences from isolates of *Microdochium nivale* leads to elevation varieties majus and nivale to species status. *Mycological Research*, 109, 8, 872-880.

6. Lutte intégrée contre les maladies

Les pertes de rendement dues aux fusarioses et particulièrement à *Microdochium spp.* ont été difficiles à évaluer cette année. En effet, les symptômes de *Microdochium spp.* sur feuille se sont bien souvent mélangés à ceux de la septoriose, ne permettant pas de bien distinguer les deux maladies. Vu l'importance de l'infection, on peut raisonnablement conclure à un effet dépressif important de *Microdochium spp.* sur le rendement. La forte pression en *Microdochium spp.* n'a pas permis aux *Fusarium spp.* de s'implanter dans les épis malgré les conditions favorables. Ceci a eu pour conséquence de limiter la production de mycotoxines (déoxynivalénol) à un niveau généralement sous la norme autorisée de 1250 ppb pour le blé panifiable.

L'helminthosporiose (*Pyrenophora (Drechslera) tritici-repentis*)

Avec l'importante pression des autres maladies ayant sévi cette année, l'helminthosporiose n'a pas été observée, ou, n'a pas pu être identifiée dans les parcelles d'essais.

L'oïdium (*Blumeria graminis*)

Le temps frais et sec du début de printemps (mars-avril) n'a pas permis à l'oïdium de se développer dans les froments. Cette maladie a donc été très peu observée en 2016. De plus, la plupart des variétés présentes sur le marché belge sont résistantes à ce pathogène.

1.1.2 Rendements

Les grains récoltés en 2016 ne pesaient pas lourd dans les trémies. En effet, les rendements obtenus ont plafonné autour de 6 à 8.5 T/ha, soit l'équivalent des rendements obtenus il y a plus de 30 ans. Mais que s'est-il passé ?

Outre la présence de jaunisse nanisante dans certaines parcelles et l'importante pression en maladies et en cécidomyie orange dans la plupart des régions de Belgique, ces faibles rendements peuvent majoritairement s'expliquer par le temps exceptionnel de la fin du printemps. En effet, le manque de rayonnement, l'excès d'eau et l'anoxie racinaire ont, dans un premier temps, perturbé la fertilité des froments durant la floraison et, dans un deuxième temps, empêché les plantes de remplir convenablement leurs grains. Ce qui a eu de graves conséquences sur les rendements obtenus.

Etait-il vraiment nécessaire de protéger les blés d'hiver au vu des rendements obtenus ?

Une réponse détaillée se trouve dans ce chapitre. De manière générale, il est certain qu'une protection fongicide efficace était nécessaire pour atteindre le meilleur rendement cette année. En moyenne, la **nuisibilité des maladies pour la saison culturale 2016 s'élève à 31%** des rendements contre 10% en 2015 et 15% en 2014. La nuisibilité des maladies est 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 3 dernières années au sein des essais variétaux wallons.

1.2 Efficacité des fongicides

C. Bataille

La pression en maladies était importante durant cette année culturale 2015-2016. En effet, les conditions douces de l'automne ont favorisé l'infection des jeunes emblavures par la septoriose, la rouille jaune et la rouille brune. L'hiver a également été particulièrement pluvieux ce qui a favorisé l'infection du piétin-verse dans les parcelles à risque. Après une accalmie en début de printemps, la météo exceptionnelle des mois de mai et juin a permis à un cortège de maladies virulentes d'infecter les froments en fin de saison. Ce chapitre vous présentera les résultats d'efficacité des fongicides face à chacune des maladies ou à un complexe de pathogènes indissociables.

1.2.1 Efficacité contre le piétin-verse

Le piétin-verse dépend fortement des conditions agronomiques de la parcelle. L'estimation du risque d'infection peut être complétée par les paramètres climatiques du semis à la montaison (stade 30) des céréales. Cette maladie affecte principalement le froment mais aussi, dans de rares cas, l'orge et le triticale. En Belgique, deux espèces de piétin-verse coexistent. Elles se distinguent par leur vitesse de croissance *in vitro* : lente pour *Oculimacula acufomis* et rapide pour *Oculimacula yallundae*.

L'hiver doux et humide de 2015-2016 était propice à l'installation du piétin-verse dans les terres à risque. L'essai présenté ci-dessous a été installé sur une parcelle à charge élevée en froment (un an sur deux) et emblavée avec une variété très sensible au piétin-verse : **Rubisko**⁷. Les modalités testées ont été traitées au stade « montaison » (30), « 1^{er} nœud » (31) ou « 2^{ème} nœud » (32). Afin d'éviter le biais que pourraient apporter les maladies foliaires, 2 L/ha de Citadelle (C) (produit n'ayant aucun effet sur le piétin-verse) ont été appliqués sur l'ensemble des parcelles (sauf le témoin) au stade 32. Un mois plus tard, ce traitement a été relayé par une application d'1.5 L/ha d'Adexar (A) au stade floraison (65), après les pluies.

Objectif de l'essai :

- Détermination du meilleur timing d'application pour lutter contre cette maladie. Pour cela, le produit de référence, Flexity, a été testé au stade 30 (non homologué), 31 et 32 de la culture.
- Comparaison de l'efficacité de différentes substances actives susceptibles de lutter efficacement contre le pathogène ciblé.

⁷ Rubisko est classée comme très sensible au piétin-verse par Arvalis-Institut du végétale (France). Elle a une cote de 2 sur une échelle de 9 (avec 1= très sensible ; 9= Résistante).

Essai piétin-verse CRA-W

Carte d'identité de l'essai	
Localisation :	Sart-Risbart
Variété :	Rubisko
Précédent :	Pommes de terre
Anté-précédent :	Blé d'hiver
Semis :	14/10/15
Densité :	170 kg/ha
Récolte :	16/08/16
Rendement parcelle témoin :	6.38 T/ha
Pulvérisation stade 30 :	08/04/16
Pulvérisation stade 31 :	20/04/16
Pulvérisation stade 32 :	04/05/16
Pulvérisation stade 65 :	06/06/16
Maladies présentes :	Piétin-verse Septoriose

Résultats :

Timing d'application

Les applications de metrafenone (substance active du Flexity) au stade « montaison » (30) et « 1^{er} nœud » (31) ont été plus efficaces que l'application au stade « 2^{ème} nœud » (32) de la culture (Figure 6.2). A ce stade, la biomasse foliaire était trop développée pour que l'aspersion de produit fongicide puisse atteindre la base des tiges, où se loge le piétin-verse. Très peu de produits sont homologués au stade 30. De plus, le piétin-verse est plus facilement détectable au stade « 1^{er} nœud » qu'au stade « montaison ». C'est pourquoi il est recommandé de traiter cette maladie au

stade 31 et non avant.

Efficacité des produits

Tous les produits ont été testés à leur dose homologuée. L'Opus Plus et le Tebucur ne sont pas agréés contre le piétin-verse mais ont cependant été appliqués afin de comparer leur efficacité avec les substances actives de références : la metrafenone (Flexity et Ceando), le prochloraz (Sportak EW), le prothioconazole (Kestrel et Fandango Pro) et le boscalid (Granovo).

Le produit de référence, Flexity, a démontré une efficacité suffisante contre le piétin-verse (Figure 6.2). Ce produit est principalement utilisé comme anti-oïdium mais il est également homologué contre le piétin-verse. Il est très peu commercialisé à cause de la faible utilisation de ce type de produit dans les céréales. La metrafenone peut cependant être retrouvée dans le Palazzo, le Capalo et le Ceando.

Le prochloraz contenu dans le Sportak EW était autrefois très efficace contre le piétin-verse. Il n'a cependant démontré aucun effet anti-piétin, ce qui laisse supposer que, tout comme en France, la population de ce pathogène présente lors de l'essai était résistante au prochloraz.

L'epoxyconazole (Opus Plus) et le tebuconazole (Tebucur) n'ont pas montré d'efficacité significative contre le piétin-verse.

Le boscalid (SDHI), contenu dans le Granovo, était autrefois une substance active de référence contre le piétin-verse. Celui-ci conserve une bonne efficacité. Il n'est cependant pas recommandé d'appliquer un fongicide SDHI à ce stade de la culture.

Le prothioconazole (Kestrel et Fandango Pro) a démontré une très bonne efficacité contre le piétin-verse, parfois même meilleure que celle de la metrafenone.

Impact sur la verse

Au terme de la culture, un indice de verse (I) a été calculé en utilisant la formule suivante (Rixhon et Parmentier),

$$I = [(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2) + \dots + (S_n \times V_n)]/100, \text{ où:}$$

- V_x = niveau d'inclinaison des tiges (0 = tiges verticales, 100 = tiges horizontales),
- S_x = Pourcentage de la parcelle versée au niveau d'inclinaison V_x .

Dans cet essai, l'indice de verse du témoin est le plus élevé (Figure 6.3). Les parcelles n'ayant reçu que les traitements foliaires généralisés, et celles traitées au Flexity au stade « 2^{ème} nœud » (32) ont également un indice de verse assez élevé. Ceci concorde avec les résultats d'efficacité sur piétin-verse. Les autres traitements, même ceux dont l'efficacité était faible, ont engendré un indice de verse faible.

Impact sur le rendement

La lutte contre le piétin-verse n'a pas engendré de rendement significativement plus élevé (Figure 6.3). Une différence de 5.5 q/ha est observée entre la modalité traitée avec les applications foliaires (2L/ha Citadelle (32) + 1.5L/ha Adexar (65)) et la modalité traitée au Fandango Pro 2L/ha. Cette différence ne peut cependant pas être imputée uniquement à la lutte contre le piétin-verse car le Fandango Pro interagit également avec les maladies foliaires.

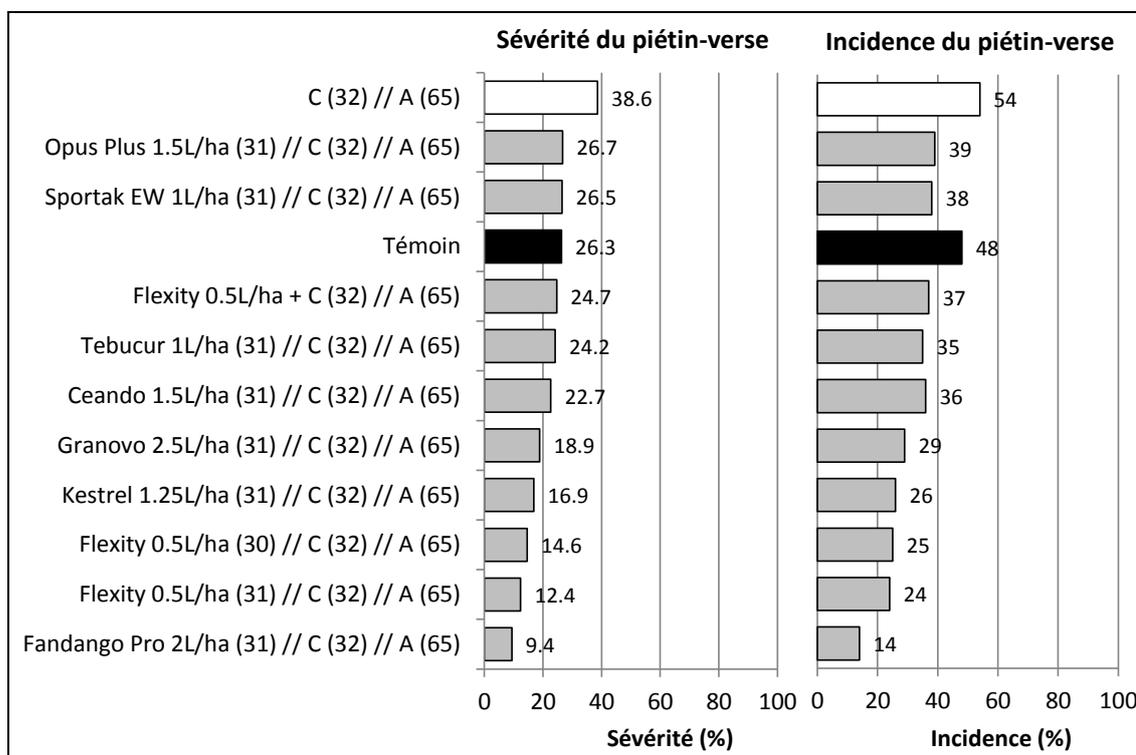


Figure 6.2 : Sévérité (= % moyen de circonférence de tige présentant des symptômes de piétin-verse entre le plateau de tallage et le premier nœud) et incidence (= % de tiges atteintes) du piétin-verse évalué le 5 juillet 2016 dans l'essai. Bâtonnet noir= témoin ; bâtonnet blanc = objet n'ayant reçu que les traitements généralisés au Citadelle (C ; 2L/ha) et à l'Adexar (A ; 1.5 L/ha).

6. Lutte intégrée contre les maladies

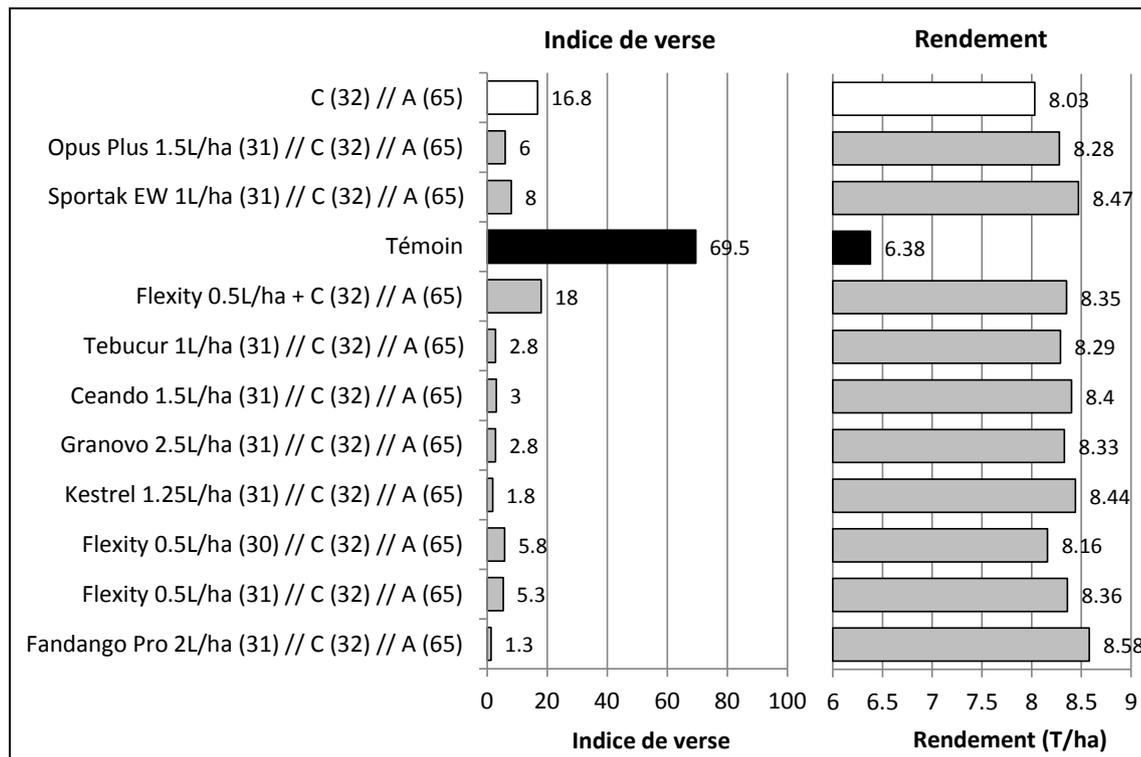


Figure 6.3 : Indice de verse (0= pas de verse ; 100= parcelle complètement versée et à plat sur le sol) et rendement de l'essai (T/ha). Bâtonnet noir= témoin ; bâtonnet blanc = objet n'ayant reçu que les traitements généralisés au Citadelle (C ; 2L/ha) et à l'Adexar (A ; 1.5 L/ha).

Sur les parcelles à risque piétin-verse (variété sensible, rotation courte, date de semis précoce et sol humide) dont les froments emblavés présentent plus de 35%⁸ des tiges infectées au stade « 1^{er} nœud » (31), un traitement peut être envisagé avant le stade « 2^{ème} nœud » (32). Les produits à utiliser sont ceux qui contiennent de la **metrafenone** (Capalo, Ceando, Palazzo et Flexity) ou du **prothioconazole** (Kestrel, Fandango Pro, Fandango, Delaro et Input).

Les produits cités (sauf le Flexity) ont également une efficacité suffisante contre les maladies foliaires précoces comme la septoriose et la rouille jaune s'ils sont utilisés à la pleine dose.

1.2.2 Efficacité contre la rouille jaune

La race de rouille jaune Warrior est arrivée en Europe en 2011. Elle s'est rapidement répandue sur le continent allant jusqu'à supplanter toutes les races déjà présentes comme Oakley/Solstice et Robigus. Cette race provient directement des régions Himalayenne, berceau de la diversité génétique de la rouille jaune, véhiculée par le vent et/ou par les activités humaines. Elle est capable de supporter une gamme de températures beaucoup plus large que les précédentes races européennes et son cycle de développement est également plus

⁸ Seuil utilisé par Arvalis –Institut du végétal (France)

court. Warrior est donc beaucoup plus agressive que les races qui l'ont précédé. La diversité génétique de cette race lui permet d'évoluer par mutation en Europe. Ainsi, la troisième variante de Warrior, Warrior 3 ou Warrior (-), sévirait déjà dans notre pays depuis 2015 (<http://eurowheat.au.dk>). Cette variante se caractérise par une virulence (gènes de résistance qu'elle est capable de contourner) plus étroite que Warrior 1 de 2014.

Cette année encore, un essai d'efficacité a été installé par le CRA-W sur une variété très sensible à la rouille jaune : **Matrix**. Le protocole de l'essai se trouve dans le Tableau 6.1 ci-dessous. Chaque stade d'application devait être espacé des autres d'exactly 2 semaines. Cependant, les fortes pluies de juin n'ont pas permis d'effectuer le traitement au stade 55 et celui-ci a été décalé d'une semaine (stade 61). Les objets n° 3 à 7 varient en moment d'application et en dose. Pour ces modalités, lorsqu'un produit était appliqué à dose pleine, le traitement suivant était effectué 4 semaines plus tard ; si au contraire la dose avait été réduite, alors seulement deux semaines devaient séparer ce traitement du suivant. Le principe d'alternance des matières actives entre traitements a été respecté autant que possible. Les objets n° 8 à 18 ont été traités au stade « 2^{ème} nœud » (32) avec des produits différents. Un traitement généralisé à l'Adexar 1.5 L/ha (A) a ensuite été appliqué sur l'ensemble des parcelles sauf le témoin et l'objet 6 dont le traitement relai devait être plus tardif.

Tableau 6.1 : Protocole de l'essai rouille jaune du CRA-W.

N°	Stades d'application (BBCH)									
	31 (20/04/16)		32 (04/05/16)		37 (18/05/16)		61 (06/06/16)		65 (14/06/16)	
	Dose (L/ha)	Nom Produit	Dose (L/ha)	Nom Produit	Dose (L/ha)	Nom Produit	Dose (L/ha)	Nom Produit	Dose (L/ha)	Nom Produit
1		Témoin								
2							1.50	Adexar		
3	0.20	Tebucur	0.60	Opus Team	0.30	Input	1.50	Adexar		
4	0.50	Tebucur	0.75	Opus Team	0.63	Input	1.50	Adexar		
5	0.50	Tebucur	1.50	Opus Team			1.50	Adexar		
6	1.50	Opus Team			1.25	Input			1.50	Adexar
7			0.75	Opus Team	0.63	Input	1.50	Adexar		
8			1.50	Opus Team			1.50	Adexar		
9			1.25	Input			1.50	Adexar		
10			1.00	Tebucur			1.50	Adexar		
11			1.50	Ampera			1.50	Adexar		
12			3.00	Osiris			1.50	Adexar		
13			1.25	Kestrel			1.50	Adexar		
14			1.00	Delaro			1.50	Adexar		
15			1.50	Fandango			1.50	Adexar		
16			1.50 + 0.40	Opus Plus Comet			1.50	Adexar		
17			2.00	Cherokee			1.50	Adexar		
18			0.50	Bumper 25 EC			1.50	Adexar		

Essai Rouille jaune CRA-W

Carte d'identité de l'essai	
Localisation :	Sart-Risbart
Variété :	Matrix
Précédent :	Lin
Anté-précédent :	Blé d'hiver
Semis :	10/10/15
Densité :	270 grains/m ²
Récolte :	16/08/16
Rendement parcelle témoin :	3.99 T/ha
Pulvérisation stade 31 :	20/04/16
Pulvérisation stade 32 :	04/05/16
Pulvérisation stade 37 :	18/05/16
Pulvérisation stade 61 :	06/06/16
Pulvérisation stade 65 :	14/06/16
<i>Maladies présentes</i>	
<i>(par ordre d'apparition):</i>	Rouille jaune Septoriose

Objectif de l'essai :

- Déterminer à quel stade faut-il traiter et à quelle dose pour lutter efficacement contre la rouille jaune.
- Comparer les efficacités des produits testés et appliqués de façon curative.

Résultats :

Timing et dose d'application

Comme l'indique la Figure 6.4, les meilleures efficacités contre la rouille jaune ont été obtenues via l'application de 3 à 4 fongicides. Cette constatation se traduit également en rendements avec une augmentation moyenne

de plus d'une tonne/ha par rapport à des schémas à deux traitements fongicides. Les objets n° 3 et 4 (Tableau 6.1, Figure 6.4) ont été traités 4 fois dont le premier avec de très petites doses de produits. Du point de vue efficacité, au moment de la sortie de la dernière feuille (Figure 6.4), ces deux modalités sont similaires. En termes de rendement (Figure 6.5), l'utilisation de demi-doses (objet n°4) engendre un rendement supérieur de 7.0 q/ha par rapport à l'utilisation de très petites doses (objet n°3). L'économie faite par l'utilisation de très faibles doses ne permet pas de combler l'écart de rendement entre les deux traitements. Comme il est répété chaque année dans ce Livre Blanc Céréales, **plus la dose de produit est diminuée, plus sa rémanence est courte et moins le produit est efficace**. Même à cette cadence de traitement élevée, il a suffi d'un retard d'une semaine imposé par les pluies pour diminuer le rendement. Il faut donc privilégier au moins des demi-doses lors de traitement contre la rouille jaune. Enfin, tout comme en 2014, il était possible d'attendre le stade « 2^{ème} nœud » (32) avant de commencer à traiter, sans que le rendement en soit impacté significativement. Le principal était de bien relayer ce traitement après 2 ou 3 semaines en fonction de la dose appliquée.

Efficacité des produits (schéma à 2 traitements fongicides)

L'efficacité des produits a été évaluée le 30 mai 2016 au stade « dernière feuille déployée » (39), soit 2 semaines après l'application au stade « dernière feuille pointante » (37). Globalement les produits testés avaient une bonne efficacité contre la rouille jaune. Le Delaro a apporté la meilleure protection (Figure 6.4). En effet, la combinaison de prothioconazole et de trifloxystrobine renforce l'efficacité (89%) de ce produit. Les efficacités des autres produits sont aussi bonnes et similaires entre elles. Elles oscillent entre 75 et 85%. L'Osiris (mélange epoxyconazole et metconazole) et Bumper 25 EC (contenant du propiconazole) sont restés un peu en retrait, avec des efficacités de 71 et 65% respectivement.

Du point de vue des rendements (Figure 6.5), le traitement généralisé à l'Adexar au stade 61 (objet n° 2) a déjà permis de gagner 1.3 T/ha de rendement grâce à la protection apportée contre la septoriose. En effet, cette maladie a commencé à se développer dans l'essai à partir du mois de juin. Les traitements au stade 32 (objet n° 8 à 18) ont, quant à eux, engendré une augmentation de rendement moyenne de 1.8 T/ha par rapport au traitement unique à l'Adexar. Deux traitements fongicides, aux stades 32 et 61, ont donc augmenté le rendement de 3.1 T/ha par rapport au témoin. L'ajout d'un traitement relais au stade 37 (objet n°7) a généré la production d'1.4T/ha supplémentaire. Les parcelles ayant donc reçu au moins trois applications de fongicide ont produit, en moyenne, 4.5 T/ha de plus que le témoin. Ce chapitre se focalisant uniquement sur les efficacités des produits fongicides, l'obtention du meilleur rendement net entre les programmes à 1, 2, 3 ou 4 traitements fongicides est discuté dans la partie « expérimentation en réseau », au point 1.3 et dans la partie « prix du blé dans la rentabilité de la protection » au point 1.4.4.

Les meilleurs rendements ont été obtenus par le Delaro et le Fandango. Ceci permet de confirmer une observation qui a déjà été faite en 2014 : le mélange triazole + strobilurine permet d'augmenter la rémanence du produit. Cette longue rémanence s'est avérée très utile cette année à cause des intempéries de fin mai qui ont empêché le relai correct entre les premiers traitements. Cette synergie ne se manifeste cependant pas aussi bien dans le cas de la combinaison Opus Plus + Comet.

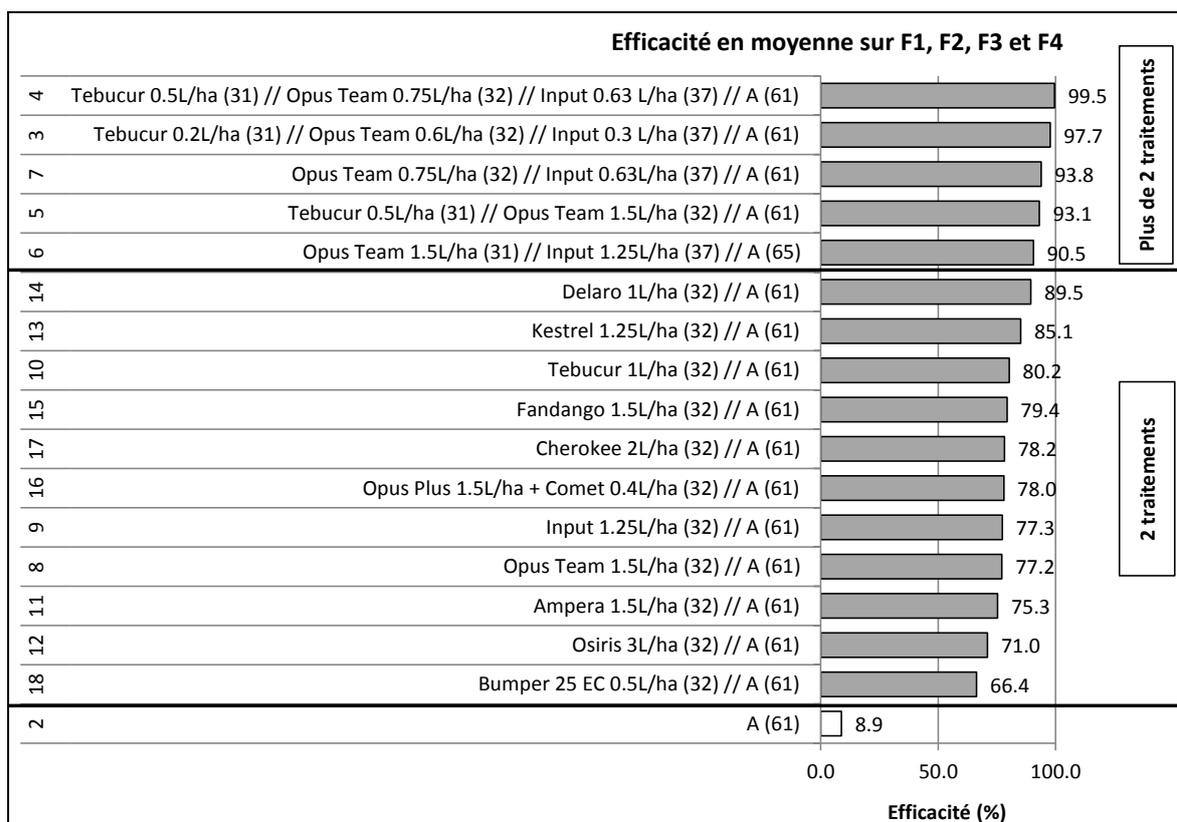


Figure 6.4 : Efficacité (%) des produits face à la rouille jaune en moyenne sur F1, F2, F3 et F4 le 30/05/16. Cette évaluation a été réalisée au stade 39 de la culture, deux semaines après le traitement au stade 37. L'Adexar 1.5L/ha (A) n'a donc pas encore été appliqué au moment de cette observation. Les numéros de chacun des objets sont repris tout à gauche du graphique.

6. Lutte intégrée contre les maladies

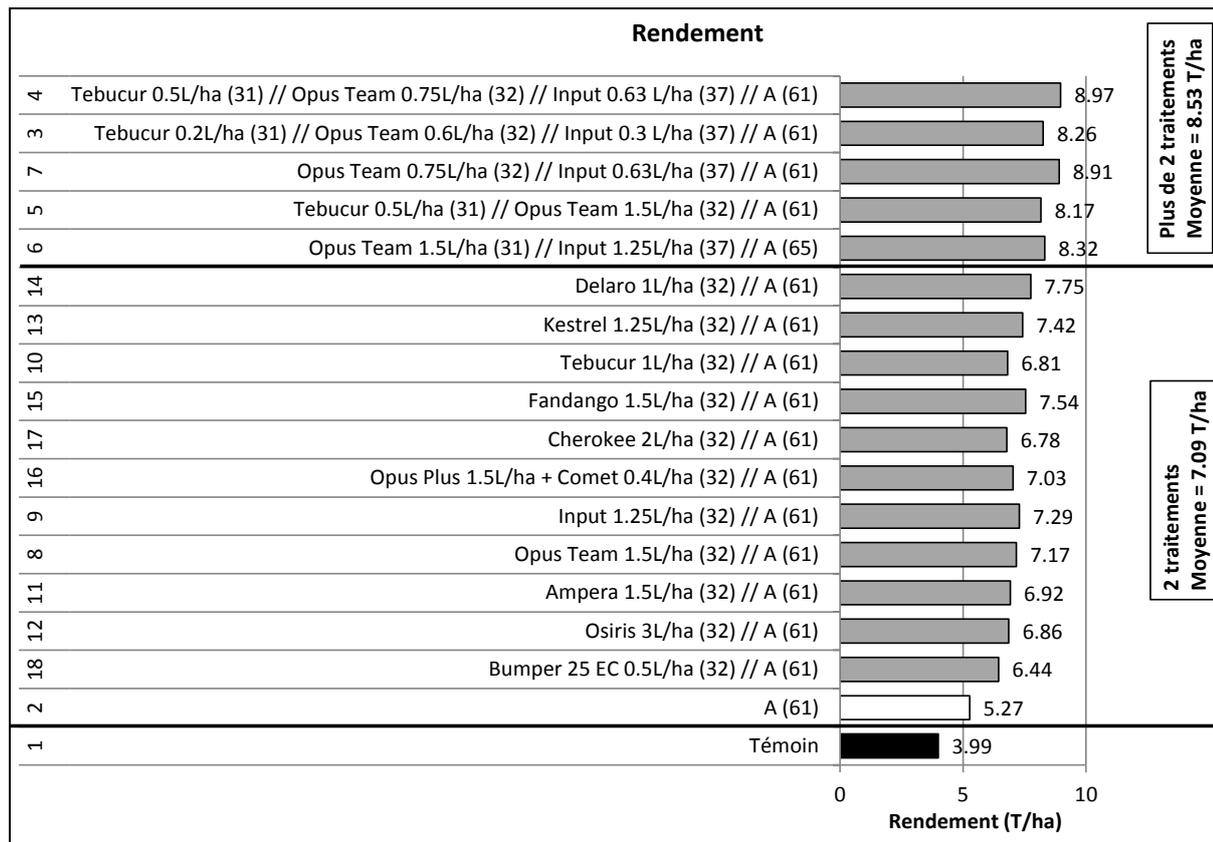


Figure 6.5 : Rendement (T/ha) obtenus par objet. A = traitement à l'Adexar 1.5L/ha. Les numéros de chacun des objets sont repris tout à gauche du graphique.

Contre la rouille jaune, rien ne sert de courir, il faut traiter à temps:

- Le premier traitement peut, bien souvent, attendre le stade « 2^{ème} nœud » (32) sans que le rendement n'en soit affecté ;
- Ce premier traitement peut être réalisé à dose réduite mais devra être relayé dans les 2 à 3 semaines qui suivent en fonction de la dose appliquée ;
- Il ne faut pas diminuer les doses de plus de la moitié de la dose agréé du produit au risque de perdre en rendement final ;
- La plupart des triazoles sont efficaces contre la rouille jaune (voir recommandations pratiques) ;
- Enfin, l'association d'une triazole avec une strobilurine renforce l'efficacité et la rémanence. Ce constat n'est cependant pas applicable à l'Opus Plus + Comet.

1.2.3 Efficacité contre septoriose et la fusariose sur feuille

Comme chaque année, la septoriose était présente dans les cultures dès la sortie de l'hiver. Les températures fraîches en début de printemps n'ont cependant pas permis à cette maladie de progresser rapidement dans les froments. Ce n'est que lors des fortes pluies de mai-juin qu'elle a infecté les étages foliaires supérieurs des plantes.

Durant cette période, la septoriose a été rejointe par la fusariose sur les trois dernières feuilles.

Les symptômes de fusariose sur feuille sont causés par deux espèces de pathogènes appartenant au genre *Microdochium* : *M. majus* et *M. nivale*. Leurs hôtes principaux sont le blé, l'orge, le seigle, l'avoine ainsi que les graminées de prairies et autres terrains enherbés. Ils se propagent par les semences contaminées et par l'inoculum (mycélium, conidies et ascospores) provenant des débris ou des plantes infectées. Ils sont favorisés par les températures fraîches à modérées accompagnées de fréquentes pluies de courte durée. 2016 était donc idéale pour leurs développements.

Dans la plupart des cas, les symptômes de *Microdochium spp.* se sont mélangés à ceux de la septoriose, rendant ces deux maladies difficiles à évaluer en 2016. Ci-dessous, un essai du CRA-W tente de mettre en lumière l'efficacité des différents produits contenant un SDHI face à ces deux maladies. Pour cela, huit produits contenant un SDHI ont été appliqués au stade « dernière feuille étalée » (39). Des programmes à deux traitements fongicides ont également été évalués. Ceux-ci comportaient un T1 (premier traitement fongicide au stade 32) soit à base d'epoxyconazole (Opus Plus) auquel avait été ajouté du prochloraz (Sportak EW), de la pyraclostrobine (Comet) ou du chlorothalonil (Bravo) soit à base de prothioconazole et de tebuconazole (Kestrel).

Essai Septoriose (et *Microdochium spp.*) CRA-W

Carte d'identité de l'essai	
Localisation :	Wasmes-Audemez- Briffoeil
Variété :	KWS Ozon
Précédent :	Betterave
Anté-précédent :	Blé d'hiver
Semis :	04/11/15
Densité :	170 kg/ha
Récolte :	08/08/16
Rendement parcelle témoin :	5.34 T/ha
Pulvérisation stade 32 :	06/05/16
Pulvérisation stade 39 :	19/05/16
Pulvérisation stade 65 :	09/06/16
<i>Maladies présentes</i> (par ordre d'apparition):	Septoriose Rouille brune Fusariose sur feuille

Objectif de l'essai :

- Évaluer l'efficacité des carboxamides (SDHI) en traitement unique (stade 39) sur septoriose.
- Dans un schéma à deux traitements fongicides, tester l'efficacité du T1 lors de l'ajout de prochloraz, de pyraclostrobine ou de chlorothalonil à de l'epoxyconazole ou lors de l'application de Kestrel.

Résultats

Stade d'application

Cette année, le traitement SDHI était bien mieux placé au stade « dernière feuille étalée » (39) qu'au stade « pleine floraison » (65) (Figure 6.6). En effet, les pluies qui ont permis la remontée de la septoriose sur les étages foliaires supérieurs sont survenues après la sortie de la dernière feuille. L'application d'une carboxamide à ce moment-là a donc permis de protéger préventivement la dernière feuille. En revanche, après les pluies, la septoriose avait déjà commencé son développement sur les feuilles supérieures. L'application de SDHI à ce

6. Lutte intégrée contre les maladies

moment-là faisait appel à la capacité curative de ces substances actives qui est bien souvent moins efficace.

En termes de rendement (Figure 6.7), les schémas à deux traitements fongicides ont généré, en moyenne, 4.8 q/ha de plus que les schémas à traitement unique. Cette différence s'explique facilement : les produits appliqués au stade 39 sont arrivés au bout de leur rémanence avant que la fin du remplissage des grains. De plus, les fortes pluies ont vraisemblablement lessivé une partie du produit appliqué. Un traitement était donc nécessaire au moment de la floraison pour relayer l'action des traitements précédents et lutter contre la fusariose qui s'est installée dans les épis.

Schémas à un traitement fongicide : comparaison des carboxamides

Bien que les produits testés en traitement unique ne se soient pas distingués statistiquement les uns des autres, le Ceriax et le Skyway Xpro ont tout de même montré une bonne protection contre la septoriose (Figure 6.6). La combinaison du fluxapyroxad, de la pyraclostrobine et de l'epoxyconazole du Ceriax fonctionne souvent très bien sur l'ensemble des maladies foliaires du froment. Des échantillons de septoriose provenant de ce champ ont été envoyés à l'INRA (France) pour l'analyse de leur sensibilité face aux triazoles. Les résultats des analyses ont montré que le tebuconazole était plus efficace sur cette population de septoriose que l'epoxyconazole, le metconazole ou le prothioconazole. Ceci peut expliquer la très bonne efficacité du Skyway Xpro dans cet essai. Les résultats des analyses étaient cependant très variables d'un site à l'autre et donc d'une population de septoriose à une autre.

L'Adexar, le Librax, le Variano Xpro et l'Aviator Xpro ont montré des efficacités similaires contre la septoriose. Le Granovo et le Seguris étaient, quant à eux, un peu en retrait.

Schémas à deux traitements fongicides : variation du T1

La meilleure efficacité contre la septoriose a été atteinte par l'application d'Opus Plus et de Bravo en T1, suivi d'Adexar en T2 (Figure 6.6). Le traitement au Kestrel en T1 permet de placer cette modalité en position intermédiaire dans le classement. L'ajout du Sportak EW ou du Comet à l'Opus Plus n'a apporté aucune efficacité supplémentaire au T1 dans cet essai.

L'utilisation de chlorothalonil (Bravo) au stade « 2^{ème} nœud » apporte une efficacité supplémentaire dans ce type de programme fongicide pour parvenir aux meilleurs rendements (Figure 6.7).

Quelle stratégie appliquer en cas d'attaque tardive en septoriose et de risque de fusariose ?

- Si la pression en septoriose est faible au stade « 2^{ème} nœud » (32) de la culture et si peu de pluies sont annoncées, le premier traitement peut être repoussé au stade « dernière feuille étalée » (39).
- Le stade 39 est le stade idéal pour traiter avec un SDHI. En effet, la F1 sera ainsi protégée dès sa sortie et pour plusieurs semaines.
- Une forte humidité au moment de la **floraison** s'accompagne souvent de fusariose de l'épi et d'infection des feuilles par d'autres maladies. Un traitement devra être envisagé à ce stade, lorsqu'aucun traitement n'a été effectué après le stade 39. Privilégier dans ce cas des produits à base de prothioconazole, pour son efficacité sur la fusariose.

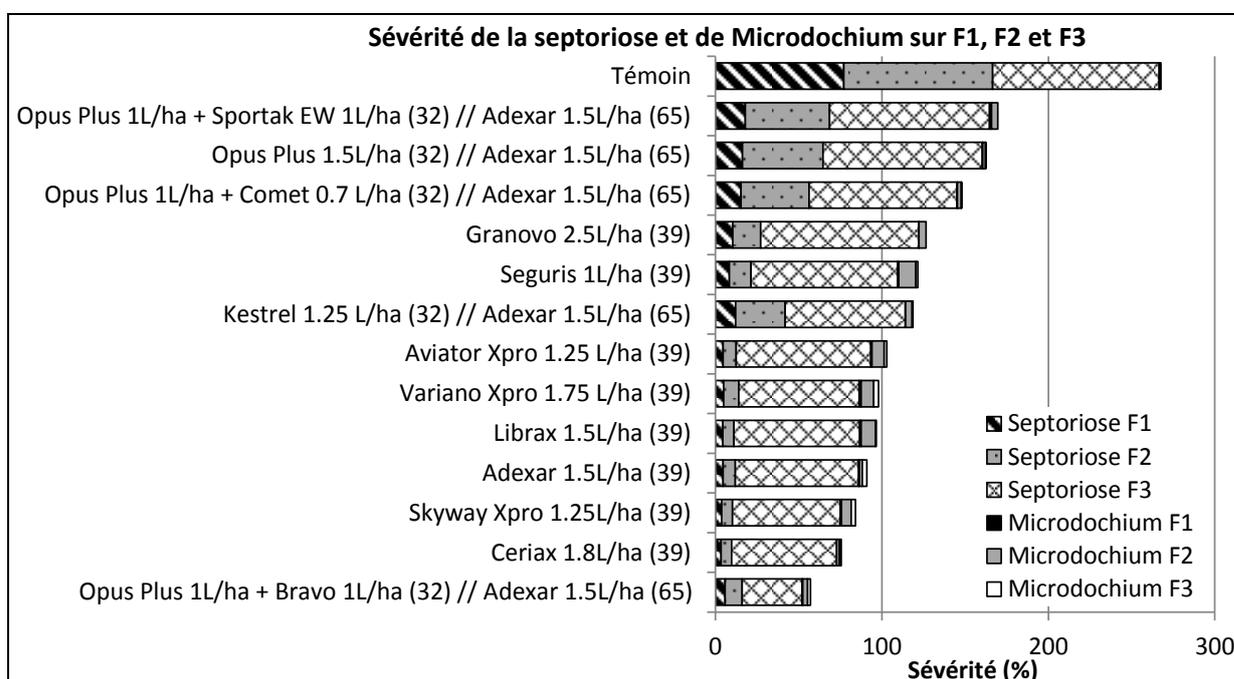


Figure 6.6 : Sévérité (importance des symptômes) de la septoriose et de *Microdochium* sp. sur les trois dernières feuilles (F1, F2 et F3) le 27/06/16. Les barres grisées avec motifs représentent la septoriose. Les barres grisées sans motif représentent la fusariose sur feuille.

6. Lutte intégrée contre les maladies

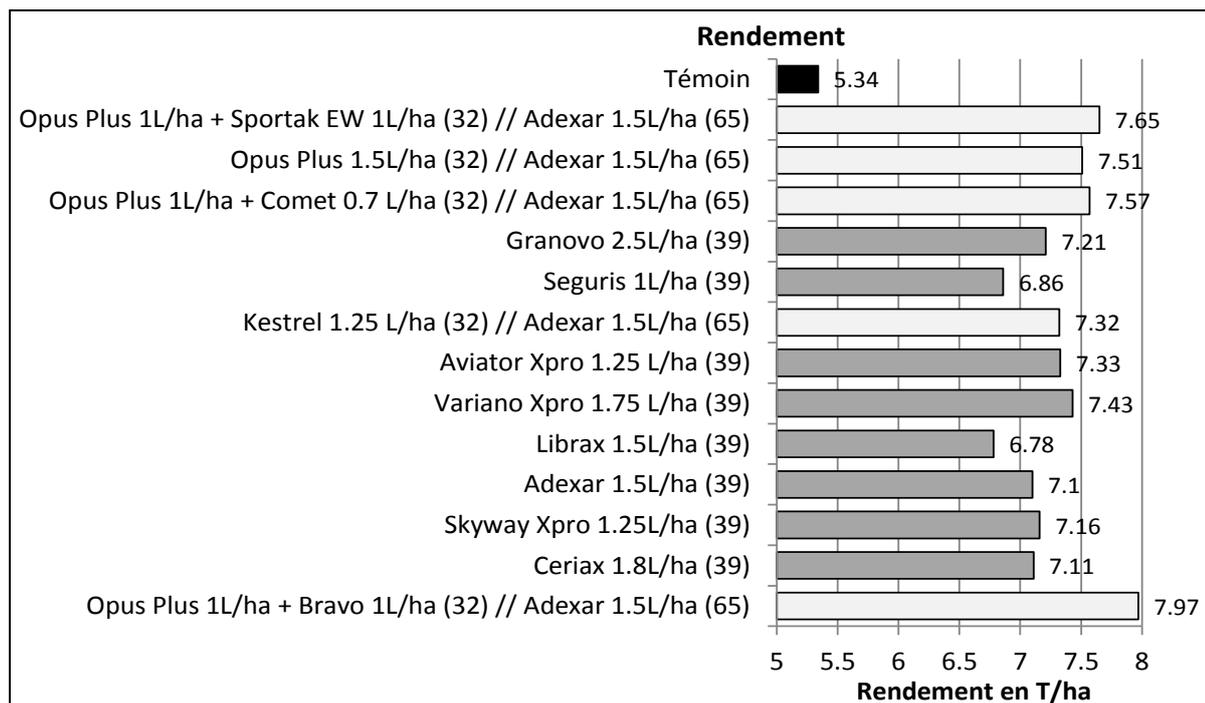


Figure 6.7 : Rendement en T/ha le 16/08/16. Les barres gris clair représentent les schémas à deux traitements fongicides. Les barres gris foncé représentent les schémas à un seul traitement fongicide. La barre noire représente le témoin.

1.2.4 Efficacité contre septoriose, fusariose sur feuille et helminthosporiose

Bien que très peu présente cette année, l'helminthosporiose du blé a pu être observée sur les variétés les plus sensibles comme Cellule. Cette maladie est causée par le pathogène *Pyrenophora tritici repentis* (forme sexuée) aussi appelé *Drehslera tritici repentis* (forme asexuée), d'où l'emploi parfois du terme « DTR » pour le désigner. Ce pathogène survit durant l'hiver sur les résidus de blé et menace particulièrement les blés sur blé. Il se développe durant le printemps et l'été à la faveur d'une humidité relative élevée et de températures supérieures à 10°C. Les symptômes produits sont souvent confondus avec ceux de la septoriose. Deux essais de même protocole ont été installés par le CRA-W sur la variété Cellule, dans deux sites différents. Malheureusement cette année, la pression des maladies fut telle qu'il n'a pas été possible de faire la distinction entre les symptômes de septoriose, de fusariose sur feuille et d'helminthosporiose. Les résultats présentés ci-dessous englobent donc la surface nécrosée par le complexe de ces trois maladies.

Essai Helminthosporiose (septoriose et fusariose sur feuilles) du CRA-W

Carte d'identité de l'essai		
Localisation :	Thy-le-Château	Baileux
Variété :	Cellule	Cellule
Précédent :	Pomme de terre	Froment
Anté-précédent :	Escourgeon	Maïs
Semis :	05/10/15	15/10/15
Densité :	130 kg/ha	165 kg/ha
Récolte :	09/08/16	07/08/16
Rendement parcelle témoin :	4.75 T/ha	3.87 T/ha
Pulvérisation stade 32 :	21/04/16	02/05/16
Pulvérisation stade 39 :	17/05/16	17/05/16
Pulvérisation stade 65 :	07/06/16	08/06/16
<i>Maladies présentes (par ordre d'apparition):</i>	Septoriose Helminthosporiose Rouille brune Fusariose sur feuille	Septoriose Helminthosporiose Fusariose sur feuille

Objectif de l'essai :

- Déterminer le meilleur moment d'application des fongicides pour lutter contre ces maladies foliaires. Pour cela une association de produits (Ceriax 1.5L/ha + Input 1L/ha) offrant un spectre d'efficacité complet a été appliqué à différents stades de la culture. Les essais n'ont malheureusement pas pu être pulvérisés au stade « mi-épiaison » (55) à cause des pluies incessantes, et les traitements prévus à ce moment-là ont été reportés à la « pleine floraison » (65).
- Comparer les efficacités de différentes spécialités fongicides contre le complexe de maladies en présence. Les produits ont été appliqués à deux reprises : au stade « 2^{ème} nœud » (32) puis au stade « pleine floraison » (65). Ce régime de traitement ne vise qu'à évaluer l'efficacité des produits et n'est évidemment pas recommandée en pratique. L'alternance des substances actives est à privilégier.

Résultats :*Timing d'application :*

Les observations du 29/06/2016 (Figure 6.8 à gauche) ont révélé que la surface foliaire nécrosée par les maladies était moins importante dans les parcelles traitées aux stades 39, 32//65 et 39//65. En traitement unique, le stade 39 était donc le stade idéal de traitement. Sans relais, celui-ci a cependant décroché avant la maturation des froments. Dans ces essais, un double traitement était nécessaire et idéalement placé en 39 et 65.

Selon les résultats de rendement (Figure 6.8 à droite), il semble que les traitements au stade 65 aient été les plus rentables. En effet, un traitement unique au stade 65 a engendré une augmentation de rendement de 2 T/ha, contre 1.7 T/ha au stade 39, malgré le développement pris par les maladies foliaires entre les deux dates de traitement.

6. Lutte intégrée contre les maladies

Les doubles traitements aux stades 32//65 ou 39//65 ont généré une augmentation de plus de 3 T/ha. Le T1 (soit en 32 ou en 39) a donc permis d'aller chercher 1 T/ha de rendement supplémentaire. L'équation, cette année, était donc simple :

T1 = 1/3 de gain de rendement → protection contre les maladies foliaires

T2 = 2/3 de gain de rendement → protection contre les maladies foliaires et de l'épi !

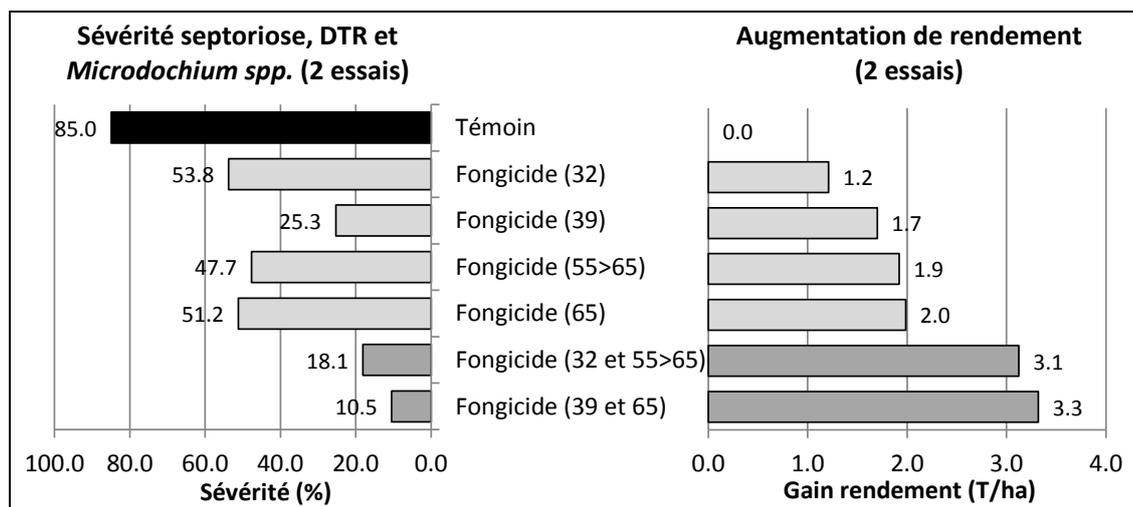


Figure 6.8 : à gauche : sévérité (surface nécrosée) par la septoriose, l'helminthosporiose (DTR) et la fusariose sur feuilles (*Microdochium spp.*) en moyenne sur F1 et F2 et sur 2 essais le 29/06/16. À droite : augmentation de rendement en moyenne sur 2 essais. Les traitements qui devaient à l'origine être réalisés au stade 55 ont dû être reportés au stade 65.

Efficacité des produits :

Les résultats des deux essais prouvent que la maladie dominante était l'helminthosporiose, surtout à Thy-le-Château (Figure 6.9). En effet, les produits contenant du prothioconazole (Input, Aviator Xpro, Fandango) dominent le classement en termes d'efficacité mais aussi de rendement. Le prothioconazole est très efficace contre le DTR. Un autre indice est la bonne efficacité des produits contenant un mélange de triazole + strobilurine (Ceriax, Fandango, Opus Plus + Comet). De tels mélanges sont également efficaces contre cette maladie mais pas contre la fusariose de épis. Bien que l'époxyconazole (Opus Plus) ne soit pas réputé très efficace contre l'helminthosporiose, cette substance active a mieux jugulé la maladie que le tebuconazole (Tebucur) ou le propiconazole (Bumper 25 EC), réputés efficaces. Les SDHI (Imtrex) ont montré peu d'efficacité contre l'helminthosporiose ; en revanche, elles ont permis de lutter contre la septoriose dans les essais et surtout dans l'essai de Baileux qui semblait être plus infecté que celui de Thy-le-Château.

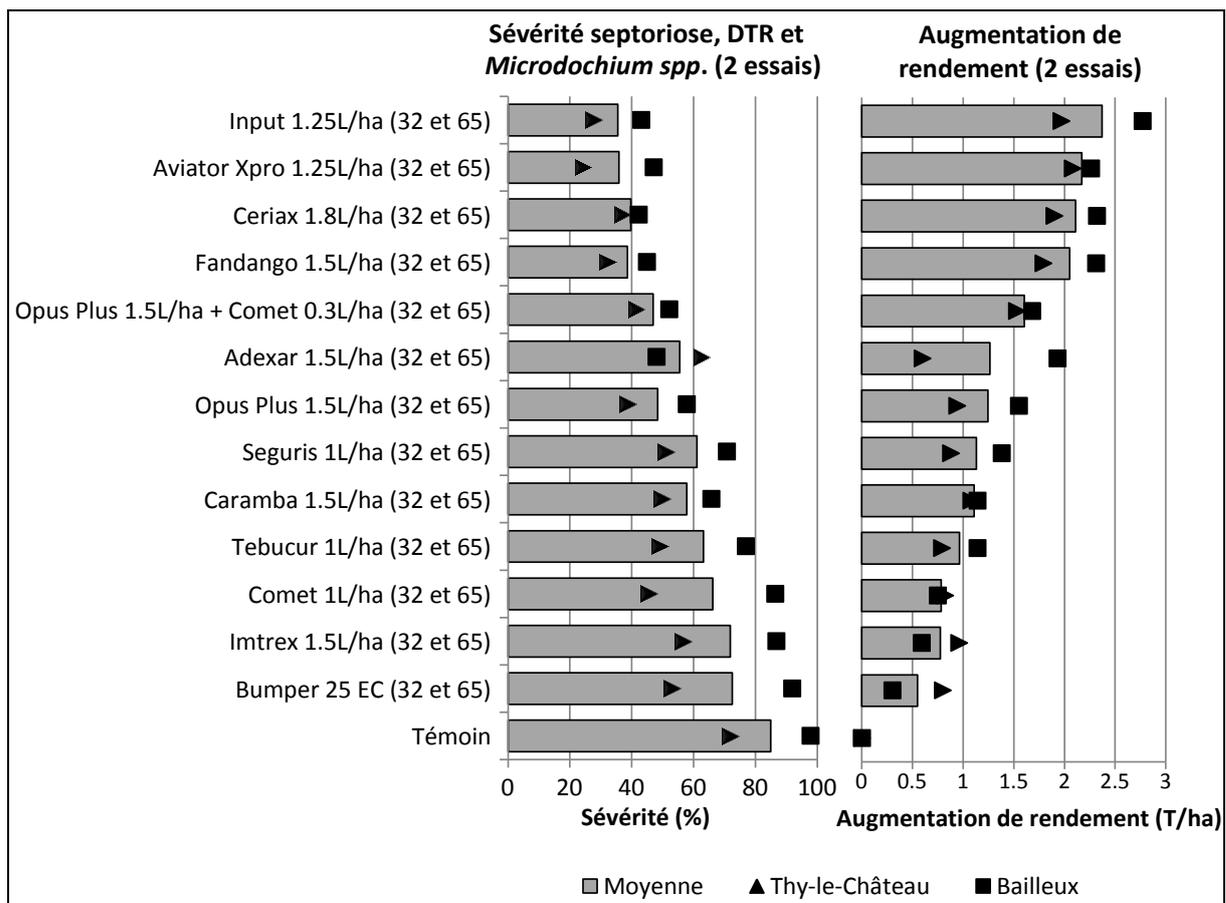


Figure 6.9 : à gauche : sévérité (surface nécrosée) de la septoriose, de l'helminthosporiose du blé (DTR) et de la fusariose sur feuilles (*Microdochium spp.*) en moyenne sur F1 et F2 sur 2 essais le 29/06/16. À droite : augmentation de rendement généré par les différents produits.

Face à un tel complexe de maladies et surtout face à l'**helminthosporiose du blé**, les solutions suivantes sont à privilégier :

- Les produits à base de **prothioconazole** (protection du feuillage et de l'épi) ;
- Les mélanges à base de **triazole + strobilurine** (protection du feuillage) ;
- Si présence de septoriose, l'ajout d'une SDHI peut s'avérer utile.

1.3 Schémas de protection fongicide : expérimentation en réseau

Duvivier M.

1.3.1 Le Réseau d'Essais Fongicides wallons

Pour la 4^{ème} saison culturale consécutive, des essais fongicides suivant un protocole expérimental commun ont été mis en place dans plusieurs régions de Wallonie. Cette expérimentation en réseau est le fruit d'une collaboration des centres d'expérimentations : le CARAH, le CPL-Végémar, Gembloux Agro Bio-Tech et le CRA-W.

Emettre des avis pour ajuster les programmes fongicides n'est pas chose aisée. Pour être prédictif, il faut forcément se baser sur l'expérience passée et/ou sur l'utilisation de modèles validés. Récolter des informations sur l'efficacité des traitements en fonction des conditions environnementales, de la pression de maladies et du type de variété demeure donc essentiel.

Les principaux objectifs du réseau d'essais fongicides wallons peuvent se résumer comme suit:

1. Déterminer le ou les programmes fongicides optimaux en fonction des situations rencontrées ;
2. Alimenter une base de données qui sera le fondement d'un outil d'aide à la décision
3. Vérifier et améliorer les avis émis chaque saison culturale par le CADCO ;
4. Répondre à des questions spécifiques pour atteindre les 3 premiers objectifs.

Cette année, le réseau comprenait 11 essais basés sur un protocole à large tronc commun. Les essais étaient répartis sur 6 sites repris sur la carte de la Wallonie ci-dessous (Figure 6.10). Les essais couvraient une bonne partie du territoire céréalier wallon dont la diversité des conditions environnementales et climatiques engendre chaque saison des pressions en maladies variées.

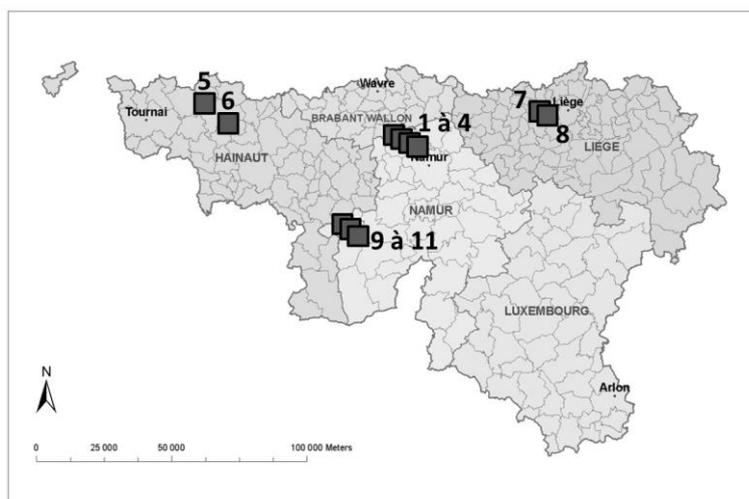


Figure 10 : Carte de répartition géographique des essais faisant partie du réseau d'expérimentation. Les numéros correspondent aux numéros d'essais repris dans le Tableau 6.2.

Huit variétés très différentes en termes de résistance aux maladies ont été emblavées sur ces parcelles d'essai. Les sensibilités des variétés par rapport aux maladies du blé sont reprises dans le Tableau 6.2 ci-dessous.

Tableau 6.2 : Liste des essais constituant le réseau d'essais fongicides 2016.

Partenaire	N°	Localité	Variété	Résistance aux maladies						
				Septoriose	Rouille brune	Rouille jaune	Fusariose feuilles	Fusariose épis		
Gbx ABT	1	Lonzée	Avatar	--	+	+	ND	ND	--	Très sensible
	2		Edgar	+	=	++	-	+	-	Assez sensible
	3		Gedser	=	--	+	=	-	=	Moyennement sensible
	4		Reflection	=	++	=	=	-	+	Peu sensible
CARAH	5	Ath	Henrik	--	=	++	+	=	++	Résistante
	6	Melles	Kws Ozon	=	-	+	+	-	ND	Non disponible
CPL-Vegemar	7	Geer	Tobak	=	--	++	-	=		
	8	Limont	Henrik	--	=	++	+	=		
CRA-W	9	Thy-le-Château	Edgar	+	=	++	-	+		
	10		Jb Diego	--	-	+	+	=		
	11		Atomic	=	+	-	+	=		

1.3.2 Etablissement du protocole

Cette année, le protocole comparait 16 modalités construites sur 7 schémas de protection distincts (Tableau 6.3).

Tableau 6.3 : Types de schémas de protection utilisés dans le protocole.

Schémas	31	32	39	55	65		
1			x			31	1 ^{er} noeud
2				x		32	2 ^{ème} noeud
3		x		x		39	Dernière feuille
4			x		x	55	Epiaison
5	x	x		x		65	Floraison
6		x	x		x		
7	x	x	x		x		

Comme les années antérieures, les schémas de protection ont été construits de manière à respecter deux principes de base :

- 1) **L'alternance des substances actives ;**
- 2) **L'association de substances actives d'au moins deux modes d'action différents**

Le respect de ces principes permet de limiter le développement de populations fongiques résistantes.

Le protocole détaillé est repris dans le Tableau 6.4 ci-dessous. Celui-ci comptait 15 modalités communes à tous les essais. Une modalité spécifique a été testée dans un nombre plus réduit

6. Lutte intégrée contre les maladies

d'essais. Il s'agit d'un traitement unique à la dernière feuille avec un mélange d'Adexar à dose réduite (0.8L/ha) et de Bravo (1L/ha).

Tableau 6.4 : Liste des traitements.

Le coût du traitement est exprimé en kg de blé. Il a été calculé en comptant le prix des fongicides (en €), le coût du passage (estimé à 10 €/ha jusqu'au stade 32 inclus, et à 15€/ha après le stade 32), et le prix du blé (fixé ici à 150 €/T). Le prix des fongicides a été estimé sur base d'une moyenne des prix d'au moins 3 fournisseurs. Les lettres des cellules grisées désignent les modes d'action des fongicides mis en œuvre. A : triazole (inhibiteur de synthèse de l'ergostérol); B: SDHI (inhibiteur de la succinate déshydrogénase); Cx: autres modes d'action. Les produits appliqués à dose réduite sont surlignés en gris.

Shéma de protection	Programme	Stade 31	Stade 32	Stade 39	Stade 55	Stade 65	Coût (kg)	Essai
Témoin	P1						0	C o m m u n
39	P2			Adexar 1,5L A+B			687	
	P3			Adexar 1,5L A+B			749	
				Bravo 1L C ₃				
	P4			Aviator Xpro 1,25L A+B			670	
P5			Adexar 0,8L A+B			475	5,6,7,8, 9,10,11	
			Bravo 1L C ₃					
55	P6				Aviator Xpro 1,25L A+B		670	C o m m u n
32//55	P7		Input 1,25L A+C ₂		Osiris 2L A		1060	
			Bravo 1L C ₃					
	P8		Input 1,25L A+C ₂		Adexar 1.5L A+B		1233	
			Bravo 1L C ₃					
	P9		Input 1,25L A+C ₂		Adexar 0,8L A+B		959	
		Bravo 1L C ₃						
P10		Opus Team 1,5L A+C ₁		Aviator Xpro 1,25L A+B		1173		
		Bravo 1.0L C ₃						
P11		Opus Team 0,8L A+C ₁		Aviator Xpro 1,25L A+B		999		
		Bravo 1.0L C ₃						
39//65	P12			Adexar 1,5L A+B		Prosaro 1.0L A	1120	
	P13			Aviator Xpro 1,25L A+B		Caramba 1.5 L A	1108	
31//32//55	P14	Tebucur 1.0L A	Opus Team 1,5L A+C ₁		Aviator Xpro 1,25L A+B		1413	
32//39//65	P15		Input 1,25L A+C ₂	Adexar 0,8L A+B		Prosaro 0.5L A	1226	
			Bravo 1L C ₃					
31//32//39//65	P16	Tebucur 0,6L A	Input 0,65L A+C ₂	Adexar 0,8L A+B		Prosaro 0.5L A	1196	
			Bravo 1L C ₃					

Cela fait maintenant 2 années que des modalités comprenant des doses réduites ont été intégrées dans le protocole. Dans un schéma de protection classique « 2^{ème} nœud - épiaison » (32//55), la réduction des doses peut être envisagée en première ou seconde partie de programme si la pression des maladies est faible à ce moment (ex : programme P9 et P11 du Tableau 6.4). La réduction de doses peut aussi être utilisée dans des schémas de traitement comprenant 3 ou 4 pulvérisations (ex : programme P15 et P16) de façon à obtenir une protection tout au long du développement des plantes à un prix similaire à un schéma de traitement en deux passages à dose pleine.

Les réductions de doses ont été étudiées, malgré les controverses existantes à leur sujet notamment quant à leur faculté réelle ou supposée à favoriser le développement de populations fongiques résistantes. En effet ce type de schéma de protection est souvent réalisé en pratique et est fréquemment conseillé dans le Nord de la France par nos collègues

d'Arvalis, Institut du Végétal.

Selon une base de données collectée au CRA-W, en Wallonie, les froments reçoivent de 1 à 3 traitements fongicides avec une moyenne de 2.3 passages. Il a été décidé d'expérimenter également des schémas de protection comprenant 3, voire 4 traitements.

Ces données montrent aussi que si les fongicides sont dans presque 60% des cas appliqués seuls, ils sont aussi régulièrement appliqués en mélange avec un régulateur de croissance (30%, Tableau 6.5). Le reste des pulvérisations concerne des mélanges de 2 ou 3 types produits (engrais, herbicides et insecticides).

Tableau 6.5 : Fréquence des types de mélanges impliquant au moins un fongicide. F=Fongicide, R=Régulateur, I=Insecticide, E=Engrais et H=Herbicide. Source = 24 champs répartis en Wallonie sur les 3 dernières années pour un total de 53 applications de mélanges avec au moins un fongicide.

Type de mélange	F	F+R	F+I	F+E	H+F+R	TOTAL
Jusqu'au stade 2 ^{ème} noeud inclus	11,3%	18,9%	0,0%	0,0%	3,8%	34,0%
Après stade 2 ^{ème} noeud	47,2%	7,5%	9,4%	1,9%	0,0%	66,0%
TOTAL	58,5%	26,4%	9,4%	1,9%	3,8%	100,0%

Aussi, le coût du passage du pulvérisateur anciennement fixé à 20€/ha a été réduit. Pour les applications fongicides à la montaison (31) et au 2^{ème} noeud (32), le prix a été fixé à 10€/ha car en début de saison, ils sont souvent appliqués avec un régulateur. Le coût du passage du pulvérisateur à d'autres stades (39, 55 et 65) a été fixé à 15€/ha car les fongicides sont la majeure partie du temps appliqués seuls.

1.3.3 Saison 2015-2016, un fort impact des maladies sur le rendement

Tous les essais du réseau ont été implantés entre le 12 et le 29 octobre. Les plantes ont atteint le stade 1^{er} noeud (31) durant la deuxième décennie d'avril sauf pour deux semis plus tardifs à Lonzée (Reflection et Gedser). Néanmoins, ce retard fut vite rattrapé et le stade 2^{ème} noeud (32) fut atteint début mai sur l'ensemble du réseau. Les dernières feuilles de tous les essais étaient complètement déployées autour du 20 mai. Fin mai, les épis étaient presque entièrement sortis. La floraison a eu lieu quelques jours plus tard, début juin. Les essais dans le Hainaut (Melles et Ath) affichaient généralement une légère avance.

Tout comme les 2 saisons précédentes, la rouille jaune était déjà visible dans certains essais du réseau dès le redressement des plantes (30-31). Elle a notamment été observée à Thy-le-Château sur la variété sensible Atomic ainsi qu'à Lonzée sur Reflection. Dans ce dernier essai, la pression était déjà très importante à ce stade (Tableau 6.6). Des traces de rouille brune furent aussi observées dès le redressement sur la variété sensible Tobak à Geer ainsi qu'à Thy-le-Château sur Edgar. Ceci témoigne de la survie de l'inoculum des rouilles (brune et jaune) à l'hiver peu rigoureux.

Au stade 2^{ème} noeud, la pression de rouille jaune sur les 2 variétés les plus sensibles du réseau s'est intensifiée surtout à Lonzée sur Reflection. A ce même stade, les symptômes de septoriose atteignaient déjà les F-2 (futurs F4) dans 10 des 11 essais. Plus de la moitié des essais du réseau montraient une pression de septoriose pouvant nécessiter une intervention à

6. Lutte intégrée contre les maladies

ce stade. A Lonzée et ce, quelle que soit la variété, la pression de septoriose était faible. Il en était de même dans l'essai de Geer sur Tobak.

En résumé, dès le début de saison, l'inoculum des 3 principales maladies foliaires que sont la septoriose, la rouille jaune et la rouille brune était bien présent dans la majeure partie des essais du réseau.

Tableau 6.6 : Pression de rouille jaune, rouille brune et de septoriose observée dans le réseau d'essai au redressement (30-31) et au stade 2^{ème} nœud (32). L'incidence de la septoriose exprime le pourcentage de feuilles montrant des symptômes sur un étage foliaire. Les zones grisées mettent en évidence les essais pour lesquels la pression en maladies était inquiétante par rapport au stade de développement considéré et à la variété.

N°	Site	Variété	Stade 30		Stade 32			
			Rouille Jaune	Rouille brune	Rouille Jaune	Rouille brune	Incidence septoriose	
							f-2	f-3
1	Lonzée	Avatar	0	0	0	0	13%	94%
2		Edgar	0	0	0	0	0%	69%
3		Gedser	0	0	0	0	25%	81%
4		Reflection	4	0	4	0	13%	60%
5	Ath	Henrik	0	0	0	0	68%	85%
6	Melles	Kws Ozon	0	0	0	0	ND	ND
7	Geer	Tobak	0	1	0	2	40%	100%
8	Limont	Henrik	0	0	0	0	43%	100%
9	Thy-le-Château	Edgar	0	1	0	0	53%	100%
10		Jb Diego	0	0	0	0	55%	100%
11		Atomic	1	0	2	0	48%	100%

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

*moyenne des F-2 et F-3

Cependant, les 2 premières décades très sèches du mois de mai ont empêché la septoriose de suivre le développement des plantes. C'est durant cette même période que la rouille jaune a littéralement explosé dans l'essai de Thy-le-Château mené sur Atomic et dans une moindre mesure à Lonzée sur Reflection.

Après le stade 39, suite aux précipitations intenses enregistrées sur l'ensemble de la Wallonie, la pression de septoriose s'est intensifiée dans tous les sites. Au remplissage du grain, la septoriose couvrait plus de 25% des deux dernières feuilles dans chacun des essais du réseau (Figure 6.11A). Dans les 2 essais contaminés, les symptômes de rouille jaune furent lessivés par les pluies. A ce même moment, la fusariose sur feuille causée par le genre *Microdochium* était aussi visible dans la plupart des essais.

Le lessivage constant du feuillage ainsi que les températures peu élevées observées en juin n'ont pas permis à la rouille brune de se développer outre mesure. Elle était pourtant visible très tôt dans la saison. Sur les 2 variétés les plus sensibles du réseau d'essais (Tobak à Geer et Gedser à Lonzée), elle couvrait toutefois plus de 25% de la surface des 2 dernières feuilles lors du remplissage du grain (Figure 6.11A).

Les fortes précipitations lors de l'épiaison se poursuivant tout au long de la floraison ont permis à la fusariose de s'implanter sur les épis. Des symptômes étaient visibles lors du remplissage des grains avec une pression variable selon les essais : de quelques pourcents à plus de 70% (Figure 6.11B).

L'impact⁹ des maladies dans le réseau a été exceptionnel : en moyenne, plus de 46% de perte de rendement par rapport aux témoins (Figure 6.11C). L'impact des maladies dans le réseau d'essais fongicides wallon a été le plus élevé depuis sa mise en place, il y a 4 ans. En effet, dans le réseau d'essai fongicide en 2014, l'impact des maladies était évalué à plus de 30 % du rendement des témoins et moins de 15% seulement en 2013 et 2015. En 2016, l'impact des maladies a été le plus important sur les sites de Thy-le-Château et de Geer. A Thy-le-Château, sur les 3 variétés, la pression de septoriose était intense. L'impact fut le plus marqué sur la variété Atomic qui cumulait aussi une épidémie de rouille jaune (80% des témoins soit 4 000 kg/ha). A Geer sur Tobak, la forte épidémie de rouille brune a achevé la destruction du feuillage commencée par la septoriose.

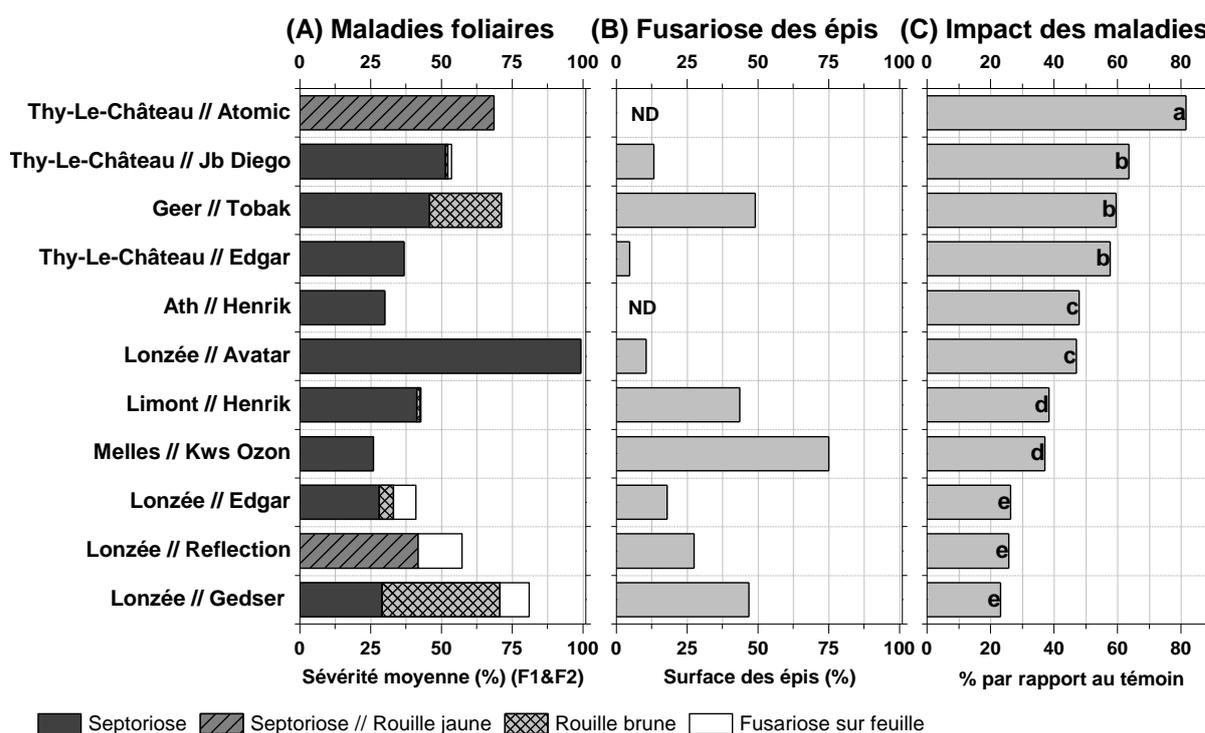


Figure 6.11 : (A) Sévérité moyenne des maladies sur f1 et f2 (surface moyenne couverte par les symptômes) lors du développement des grains (entre le 20/6 et 15/7) et (B) sévérité moyenne des symptômes de fusariose des épis (entre le 29/6 et 8/7). ND : non disponible. (C) Impact des maladies exprimé par rapport aux parcelles témoins. Dans chaque essai, l'impact des maladies a été mesuré en considérant le gain de rendement obtenu avec le meilleur traitement de l'essai. Les essais portant au moins une lettre commune ne diffèrent pas entre eux de manière significative.

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

⁹ Dans chaque essai, l'impact des maladies a été mesuré en considérant le gain de rendement obtenu avec le meilleur traitement de l'essai. Il est exprimé en fonction du rendement des témoins de l'essai.

1.3.4 La septoriose et la fusariose, les maladies dominantes

Une première analyse globale a été conduite sur la presque totalité des essais du réseau. Seuls les essais présentant une épidémie de rouille jaune (Reflection à Loncée et Atomic à Thy-le-Château) ou encore l'essai sans cotation « fusariose des épis » n'ont pas été pris en compte (Henrik à Ath). Les 8 essais présentaient deux particularités communes : une forte pression de septoriose sur les deux dernières feuilles (>25%) et des symptômes de fusariose des épis dans toutes les parcelles. Les résultats en rendement brut et net sont présentés dans la Figure 6.12 ci-dessous. L'efficacité des programmes sur la septoriose ainsi que sur la fusariose des épis a aussi été mesurée.

En considérant le rendement brut, les programmes en tête du classement (P14, P12, P10, P16, P15 et P11) contiennent tous un traitement à l'épiaison ou à la floraison contenant du prothioconazole (Aviator Xpro 1.25L/ha, Prosaro 1L/ha ou Prosaro 0.5L/ha). Néanmoins, la seule protection des épis ne suffisait pas pour atteindre des hauts rendements comme en témoigne la modalité avec un passage unique avec Aviator Xpro 1.25L/ha à l'épiaison (P6). Il fallait aussi être efficace sur la septoriose.

Le plus haut rendement a été obtenu avec un programme en trois passages (P14) incluant un traitement à base de triazoles (tébuconazole, Tebucur 1L/ha) en début de montaison ainsi que l'utilisation de l'Aviator Xpro à l'épiaison. Le même programme, sans traitement à la montaison (P10) offre aussi d'excellents résultats. Visiblement, le tébuconazole appliqué tôt dans la saison renforce l'efficacité de la protection sur la septoriose (déjà clairement observé en 2014 et 2015) mais aurait aussi un effet sur la fusariose des épis causée par *Microdochium spp.* Cette année, la fusariose des épis était majoritairement causée par le genre *Microdochium spp.* (voir point 1.1.5). L'observation faite ci-dessus témoignerait donc que l'inoculum de cette maladie est déjà présent très tôt lors de la saison. Notons tout de même que la réduction de la dose d'Opus Team appliquée au stade 2^{ème} nœud (P11) n'a pas induit une perte de rendement importante. Ceci confirme que la pression des maladies s'est surtout intensifiée en fin de saison.

C'est donc logiquement que le traitement avec un produit SDHI (Adexar 1.5L/ha) au stade 39 suivi d'un traitement au prothioconazole à la floraison (Prosaro 1L/ha) se classe très bien (P12). En effet, ce n'est qu'après le stade 39 que les conditions climatiques ont permis la contamination des 2 dernières feuilles par la septoriose. Un traitement au stade 39 était donc souvent préventif et a permis une protection optimale de ces feuilles jusqu'à la fin du remplissage des grains. Le prothioconazole appliqué à la pleine floraison a alors servi de relais pour la protection de feuillage et surtout offert une bonne protection contre la fusariose des épis.

La modalité en 4 traitements à dose réduite (P16) donne en moyenne en rendement élevé. En effet, elle a permis à la fois de limiter l'inoculum des maladies en début de saison, de protéger les dernières feuilles et surtout les épis avec des produits adéquats. Il en est de même pour le programme en 3 traitements avec fractionnement des doses entre la dernière feuille et la floraison (P15). Toutefois, il apparaît clairement que **la réduction de la dose de prothioconazole diminue fortement l'efficacité contre la fusariose des épis.**

Le programme en deux traitements (32//55) utilisant l'Adexar 1.5L/ha à l'épiaison (P8) n'a pas permis d'obtenir un rendement brut élevé. En effet, l'époxyconazole et le fluxapyroxad appliqués à l'épiaison n'ont pas été efficaces contre la fusariose des épis bien qu'ils aient été bons sur la septoriose.

Tous les programmes en bas de classement (rendement brut = groupe statistique contenant la lettre c ou d) présentaient, soit une efficacité contre la fusariose inférieure à 30%, soit une efficacité contre la septoriose inférieure à 60%. Le programme (P13) incluant un traitement à la floraison avec le metconazole (Caramba 1.5L/ha) montre une faible efficacité contre la fusariose des épis. Il en est de même pour tous les traitements uniques au stade dernière feuille étalée (P2, P3 et P4). Tous ces traitements dernière feuille auraient tout de même un faible effet contre cette maladie de l'épi.

Trois programmes (P6, P7 et P9) résultaient en une efficacité très faible contre la septoriose. Dans le cas d'un traitement unique à l'épiaison (Aviator Xpro 1.25L/ha), cette maladie était déjà fortement implantée sur les dernières feuilles. **Quel que soit le produit, pour lutter efficacement contre la septoriose, il faut absolument frapper préventivement.** Le programme avec un traitement au 2^{ème} nœud (Input 1,25L/ha + Bravo 1L/ha) et un relais à l'épiaison (Osiris 2L/ha) n'a pas permis de contrôler l'épidémie de septoriose. **Ceci souligne que l'utilisation d'un produit SDHI est devenue inévitable lors de forte pression de septoriose.** De même, la réduction de la dose d'Adexar (54% de la dose conseillée) lors du second passage à l'épiaison (P9) a fortement diminué l'efficacité de ce programme contre la septoriose induisant une baisse significative du rendement brut.

A la lumière de ces résultats, une conclusion est claire : **pour atteindre les meilleurs rendements en 2016, il fallait être efficace sur la fusariose et sur septoriose !**

Et qu'en est-il du rendement net ? Les 4 programmes maximisant le rendement net cette année (rendement net = groupe statistique comprenant la lettre a), incluait tous au moins un traitement à l'épiaison ou à la floraison avec une dose pleine de Prosaro ou d'Aviator Xpro. Ces deux produits sont considérés comme les plus efficaces contre la fusariose des épis, causée cette année majoritairement par *Microdochium* sp. (voir point 1.1.5). Il apparait ici clairement que la fusariose des épis est une maladie qui vaut économiquement la peine d'être combattue.

Les bons rendements bruts obtenus avec les programmes comprenant 3 ou 4 traitements ne se traduisent pas spécialement par un gain de rendement net élevé. Dans le cas du triple traitement à dose pleine (P14), le coût élevé de ce programme pèse sur le rendement net. Pour les programmes avec une réduction de dose à la floraison (P15 et P16), c'est très certainement le manque d'efficacité sur la fusariose qui a impacté le rendement net.

6. Lutte intégrée contre les maladies

Moyennes de 8 essais :
1,2,3,6,7,8,9 et 10

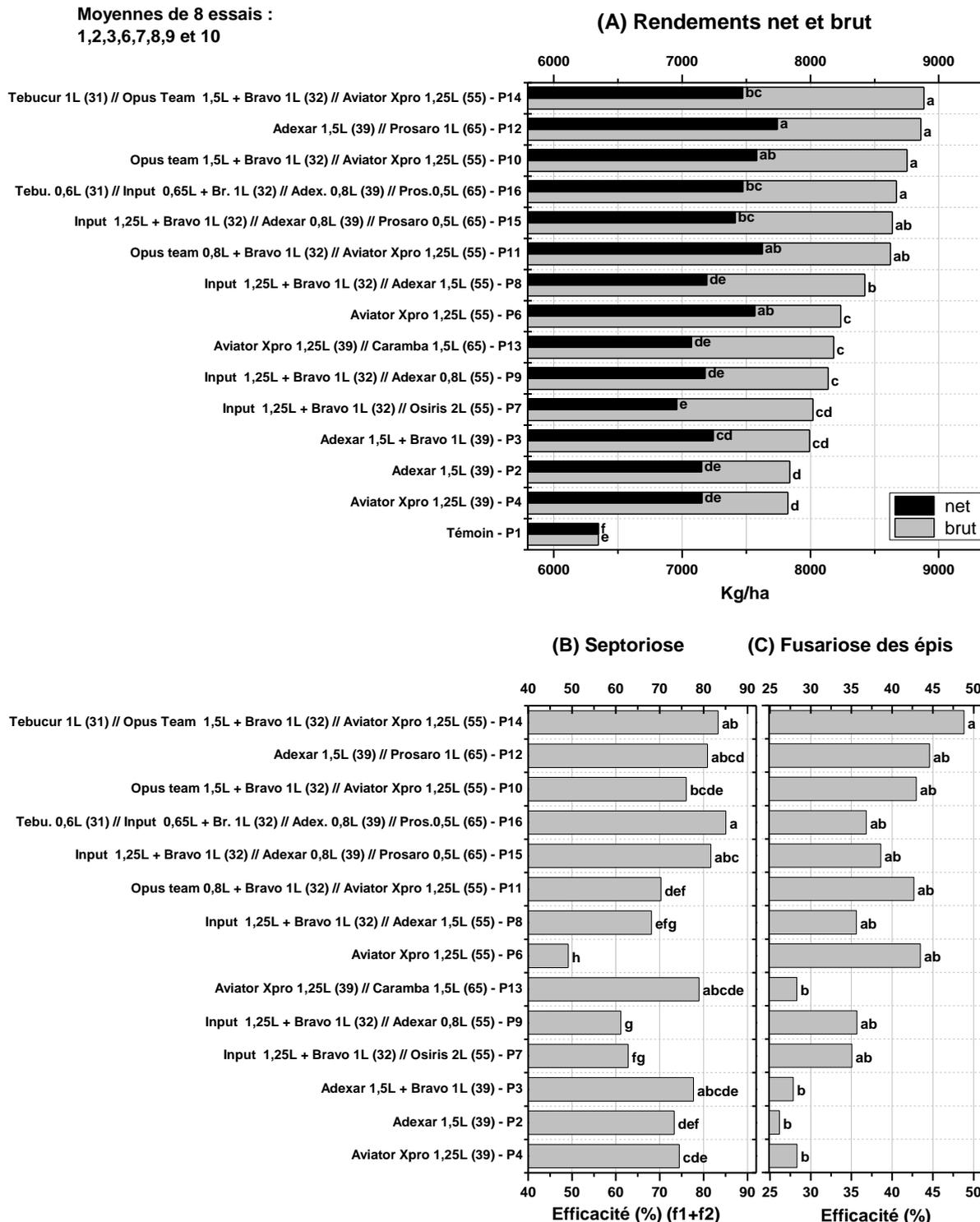


Figure 6.12 : (A) Comparaison des moyennes du rendement net et du rendement brut obtenus dans 8 essais et (B) efficacité des programmes contre la septoriose et (C) la fusariose. Pour rappel, l'efficacité est une mesure par rapport au témoin d'essai, du contrôle d'une maladie sur les deux derniers étages foliaires ou sur les épis suite à l'application d'un traitement (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.

(Modèle linéaire, $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

En cas de fin de saison avec des pluies à répétitions favorisant le développement de la septoriose sur les dernières feuilles et augmentant les risques liés à la fusariose des épis :

- Il faut s'assurer que les épis soient protégés par un traitement appliqué pendant l'épiaison ou la floraison, à l'aide d'un produit efficace contre fusariose. Dans cette situation les produits à base de prothioconazole comme l'Aviator Xpro ou le Prosaro sont à privilégier à dose pleine ;
- Les programmes comprenant des traitements multiples à dose réduites ne sont généralement pas optimaux économiquement. En effet bien qu'ils aient été adéquats contre la septoriose, la dose réduite à la floraison ne permet pas de lutter efficacement contre la fusariose ;
- Si la pression de septoriose et de rouille jaune est faible autour du stade 2^{ème} nœud, il vaut mieux attendre la dernière feuille pour effectuer un premier traitement avec un produit SDHI. **Ceci permettra, en cas de risque de fusariose, d'effectuer un traitement relais à la floraison pour protéger le plus adéquatement les épis.**

1.3.5 Fusariose sur épis, oui mais laquelle ?

La fusariose sur épis peut être causée par différents pathogènes appartenant aux genres *Microdochium* et *Fusarium*. En Belgique, les espèces dominantes sont généralement *Fusarium graminearum*, *F. avenaceum*, *F. Poae*, *F. Culmorum*, *Microdochium nivale* et *M. majus*. Certaines de ces espèces telles que *Fusarium graminearum* ou *Fusarium culmorum* sont capables de produire la Déoxinivalénol (DON), une mycotoxine dont la concentration maximale autorisée pour le blé panifiable en Belgique est fixée à 1250 µg/kg (EC Directive No. 1881/2006). Les espèces du genre *Microdochium* ne produisent pas de DON.

Cette année, la teneur en DON dans les grains a été mesurée par méthode ELISA pour 5 essais différents et 8 programmes fongicides (Figure 6.13). Les analyses ont été réalisées par le laboratoire du CARAH. Sur les 40 échantillons testés, 26 révélaient une teneur en dessous du seuil de quantification du test fixé à 222 µg/kg. Pourtant des symptômes sur épis étaient visibles dans toutes les parcelles testées.

Les résultats obtenus confirment que les espèces de fusariose majoritaires dans le réseau d'essai fongicide appartenaient au genre *Microdochium*, qui ne produit pas de DON. Les observations au champ suggéraient déjà cette hypothèse : d'une part des symptômes typiques du *Microdochium spp.* étaient visibles sur les feuilles supérieures à l'épiaison, d'autres part les épillets infectés étaient séparés sur l'épi. Il a été mis en évidence que ce type de symptômes « séparés » était le plus souvent attribuable à *Microdochium spp.* alors que des symptômes touchant plusieurs épillets contigus sont plutôt associés à *Fusarium graminearum*, producteur de DON. D'autre part le fait que les traitements précoces (31) aient eu un impact sur l'efficacité contre la fusariose en 2016 est un autre indice de la dominance de *Microdochium spp.* **En effet, il est reconnu que le genre *Microdochium* est capable d'infecter les plantes de blé tôt dans la saison.** Le champignon passerait alors d'étage foliaire en étage foliaire, pour ensuite infecter les épis. Au contraire, l'inoculum aérien de *F. graminearum* infecterait lui directement les épis, les traitements foliaires ou précoces dans ce cas ne freine généralement pas l'infection (Hellin, Duvivier et al., 2015).

6. Lutte intégrée contre les maladies

Dans l'essai de Lonzée mené sur la variété sensible à la fusariose Gedser, le taux de DON dans les parcelles témoins approchait les 1000 µg/kg. Tous les programmes comprenant un traitement à la floraison avec Prosaro ou à l'épiaison avec Aviator Xpro réduisaient significativement la teneur en DON (P6, P10, P12, P14 et P15). Néanmoins, dans les parcelles subissant un traitement unique au stade 39 (P2 et P4), le taux était significativement plus élevé, dépassant même 1500 µg/kg. Cette observation avait déjà été faite en 2012 dans certains essais. En effet, les espèces provoquant les symptômes de fusariose sont bien souvent en compétition dans l'épi. Le traitement au stade 39 freine sans doute la progression de *Microdochium spp.* vers l'épi offrant plus de place aux producteurs de DON pour s'installer.

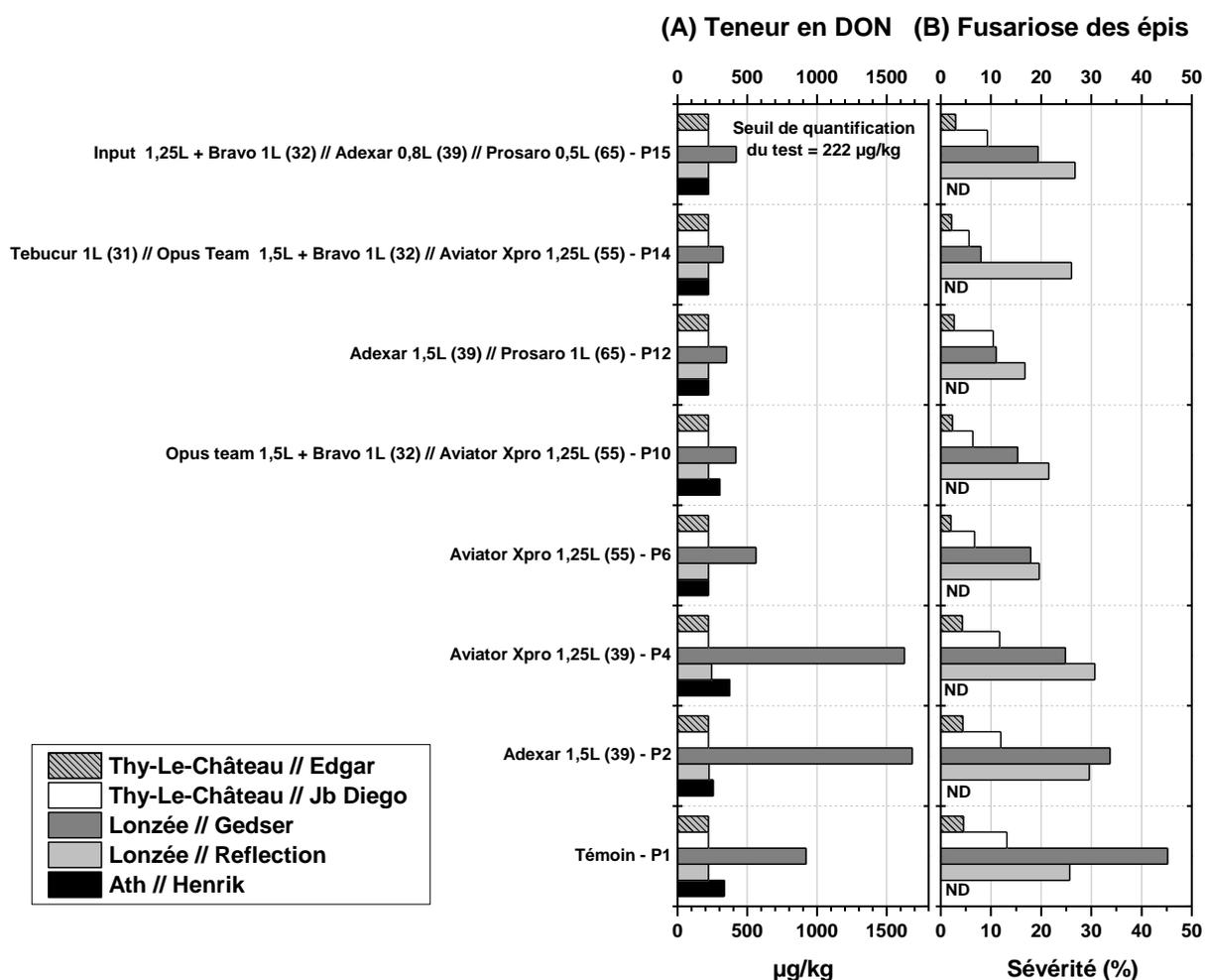


Figure 6.13 : (A) Comparaison des teneurs en Déoxinivalénol (DON) pour 8 programmes fongicides dans 5 essais du réseau. Le seuil de quantification du test est fixé à 222 µg/kg. Les échantillons plafonnant à ce seuil ont une teneur en DON comprise entre 0 et 222 µg/kg (B) Sévérité des symptômes de fusariose observée dans les parcelles. ND : non disponible.

- En 2016, les faibles teneurs en DON dans les grains malgré la présence de symptômes de fusariose ainsi que diverses observations réalisées dans les essais confirment que **les pathogènes majoritaires de fusariose appartenaient au genre *Microdochium***.
- Les résultats confirment que les traitements réalisés à l'épiaison ou à la floraison avec des produits contenant du prothioconazole diminuent la teneur en DON dans les grains.
- C'est pourquoi, en situation de risque élevé de fusariose des épis (pluies à répétitions de l'épiaison à la floraison), les traitements au stade 39 doivent être suivis par un traitement à la floraison avec un produit efficace contre la fusariose. Un traitement unique à la dernière feuille ne protège pas suffisamment les épis et serait même capable de stimuler la production de DON.

1.3.6 Si en plus, la rouille jaune s'en mêle...

Dans cette seconde analyse, seuls les 2 essais présentant une pression significative de rouille jaune ont été pris en compte (Figure 6.14). Il s'agit de l'essai de Loncée sur la variété Reflection et de l'essai sur Atomic à Thy-le-Château. A partir de la deuxième décade de mai, les symptômes de rouille jaune, pourtant très présents sur les 4 derniers étages foliaires ont été lessivés laissant place au développement de la septoriose. Les épis ont aussi été fortement contaminés par la fusariose dans ces 2 essais. La pression en maladies fut donc intense de la montaison jusqu'à la senescence du feuillage. Au remplissage des grains, une cotation « surface brune », englobant les symptômes de septoriose et les dégâts causés plus tôt par la rouille jaune, a été réalisée sur les 2 derniers étages foliaires.

Dans cette situation les programmes engendrant les meilleurs rendements nets, impliquent tous une application d'époxiconazole au 2^{ème} nœud (Opus Team 1.5L/ha + Bravo 1L/ha) relayée à l'épiaison avec Aviator Xpro à pleine dose (P14, P20 et P10). Ces programmes ont permis de protéger efficacement les deux dernières feuilles (efficacité >80%). Ils ont ainsi lutté adéquatement contre la rouille jaune grâce à la bonne efficacité de l'époxiconazole contre cette maladie mais aussi contre la fusariose des épis grâce au prothioconazole contenu dans l'Aviator Xpro. De plus, le respect de l'alternance des triazoles et la présence d'un produit SDHI dans le programme permettent un bon contrôle de la septoriose. L'ajout d'un premier traitement avec du tébuconazole (Tebucur 1L/ha) à la montaison augmente légèrement le rendement brut (P14). A l'opposé, la réduction de dose du traitement 2^{ème} nœud semble possible et favoriserait légèrement le rendement net (P11). Ces écarts de rendement ne sont pas mis en évidence statistiquement et restent donc des tendances.

Les 2 programmes en 3 ou 4 traitements contenant des doses réduites (P15 et P16) ont permis une protection optimale du feuillage, mais la trop faible dose de prothioconazole à l'épiaison est sans doute responsable des rendements médiocres obtenus.

Les autres programmes n'ont pas permis une bonne protection des deux dernières feuilles avec pour conséquent un impact direct sur les rendements. Deux situations sont à distinguer :

1. Le premier traitement a été appliqué trop tard laissant à la rouille jaune le temps de détruire une bonne partie des deux dernières feuilles (P6, P2, P4, P3, P13 et P12) ;

6. Lutte intégrée contre les maladies

2. Les produits utilisés n'ont pas permis de contrôler adéquatement la septoriose qui s'est développé en fin de saison. C'est le cas du programme ne contenant pas de produit SDHI (P7) ainsi que le programme utilisant une dose réduite d'un produit SDHI à l'épiaison (P9).

Rappelons ici que des pertes liées à la fusariose des épis s'ajoutent, spécialement pour les programmes sans traitement au prothioconazole lors de l'épiaison ou de la floraison.

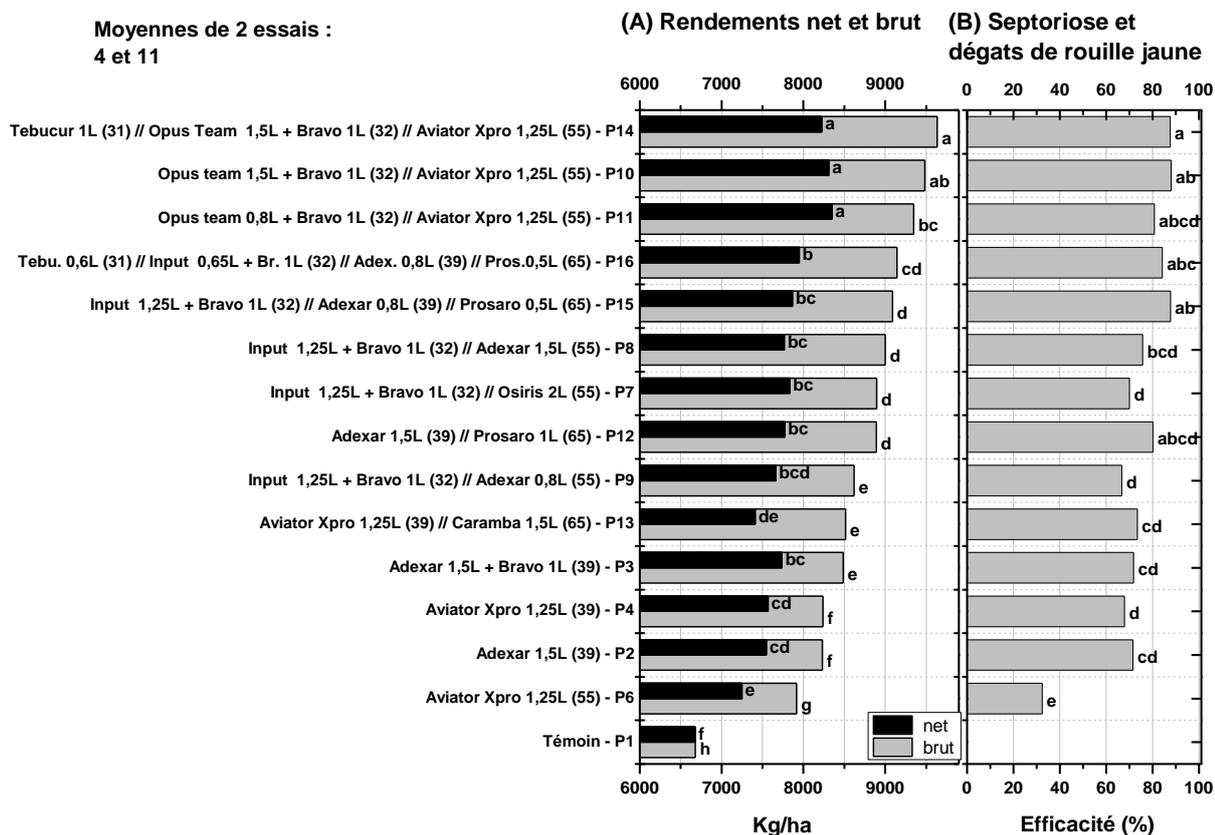


Figure 6.14 : (A) Comparaison des moyennes du rendement net et du rendement brut obtenus dans 2 essais contaminés par la rouille jaune dès le stade 1er nœud. (B) Efficacité des programmes sur les dégâts de rouille jaune et les symptômes de septoriose. Pour rappel, l'efficacité est une mesure par rapport au témoin d'essai, du contrôle d'une maladie sur les deux derniers étages foliaires ou sur les épis suite à l'application d'un traitement (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.

(Modèle linéaire, $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

En cas de présence de foyers actifs de rouilles jaunes avant le stade 2^{ème} nœud :

- **Il est nécessaire d'intervenir tôt.**
 - **Si la pression est intense dès le stade 1^{er} nœud et semble s'aggraver :**
Un traitement en début de montaison (31) pourra être inclus dans le programme. **Le traitement précoce n'apporte généralement pas de revenu supplémentaire (voir point 1.4.4)** mais le principe de précaution doit être appliqué dans cette situation.
Pour rappel en cas de traitement au 1^{er} nœud (31), il est préférable de :
 - 1) Choisir un produit actif sur la septoriose et la rouille jaune (triazoles).
 - 2) Relayer directement le traitement au stade 2^{ème} nœud (32).
 - **Si la pression reste modérée jusqu'au stade 2^{ème} nœud :**
Un premier traitement sera appliqué à ce stade. D'autre part, lorsque la pression de septoriose est faible et que les symptômes se situent en bas de végétation, une réduction de dose de la triazole utilisée peut même être envisagée.
- **Dernier conseil :** Un traitement avec une triazole autre que le prothioconazole en début de saison permettra l'utilisation de cette dernière en deuxième partie de programme, lors de l'épiaison ou la floraison tout en respectant le principe d'alternance des triazoles.

1.3.7 Le potentiel du chlorothalonil

Le chlorothalonil est un fongicide de contact multi-site qui perturbe diverses enzymes importantes au développement des champignons parasites en empêchant leur germination. A ce jour, aucun problème de résistance des souches de septoriose au chlorothalonil n'a été mis en évidence. Il permettrait donc d'éliminer toutes les souches résistantes se trouvant potentiellement dans un champ. C'est pour cette raison que son utilisation est conseillée en début de saison, au stade 2^{ème} nœud, de façon à « nettoyer » le champ des souches résistantes. Ce produit fongicide est aussi caractérisé par un faible coût. Néanmoins, le désavantage de ce produit de contact, ne pénétrant donc pas la plante, réside dans ses faibles rémanences et curativité.

Avec un faible prix du blé, les traitements uniques au stade 39 avec un produit SDHI ont souvent ces dernières années été les plus rentables, spécialement sur les variétés résistantes (voir point 1.4.4 : « Le prix du blé dans la rentabilité de la protection »). Cette dernière saison, un traitement à la dernière feuille suivi d'un relais à la floraison (P12) s'est avéré la meilleure solution dans beaucoup d'essais. Les programmes en 3 ou 4 traitements avec des doses réduites (P15 et P16) ont aussi souvent offert des bons résultats. Tous ces programmes ont pour point commun l'application d'un produit SDHI à la dernière feuille.

Ces constats amènent à deux questions :

1. Est-il possible d'améliorer l'efficacité du traitement dernière feuille avec ajout de chlorothalonil ?
2. Le coût de ces traitements peut-il être diminué en réduisant la dose de produit SDHI et en la remplaçant par du chlorothalonil ?

6. Lutte intégrée contre les maladies

Dans l'analyse suivante (Figure 6.15), des traitements uniques à la dernière feuille ont été comparées dans 7 essais. Les deux traitements qui incluaient du chlorothalonil ont offert le meilleur rendement brut bien que les différences entre tous les traitements ne soient pas significatives. Si l'on considère le rendement net, la différence est encore plus marquée. Le rendement net obtenu avec la dose réduite d'Adexar (0.8L/ha) renforcée par le Bravo (P5) est même supérieure à celui obtenu avec l'Aviator Xpro (1.25L/ha).

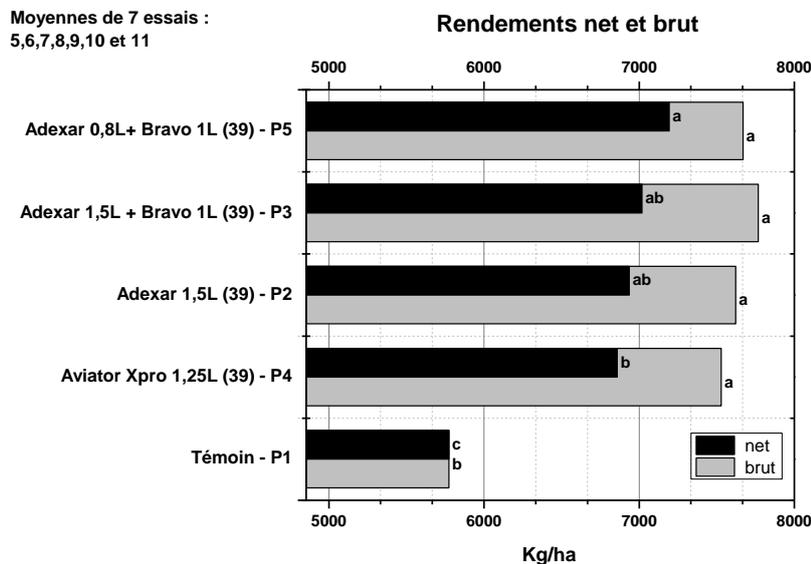


Figure 6.15 : Comparaison des moyennes du rendement net et du rendement brut obtenus dans 7 essais avec différents traitements dernières feuilles. Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative.

(Modèle linéaire, $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

En cas d'absence de septoriose sur les 2 dernières feuilles :

- La réduction de la dose de produit SDHI et son remplacement par le chlorothalonil apparaît comme une piste intéressante pour améliorer le rendement net ;
- Ce type de mélange devrait être expérimenté dans le futur spécialement dans les programmes à 2 voire 3 traitements (type P12 ou P15 respectivement).

1.3.8 Retour sur les avis du CADCO (en collaboration avec M. Liépin, M. Delitte, O. De Vuyst et A. Legrève)

La figure ci-dessous (Figure 6.16) présente les rendements bruts et nets obtenus avec les principaux schémas de traitement dans chaque essai du réseau.

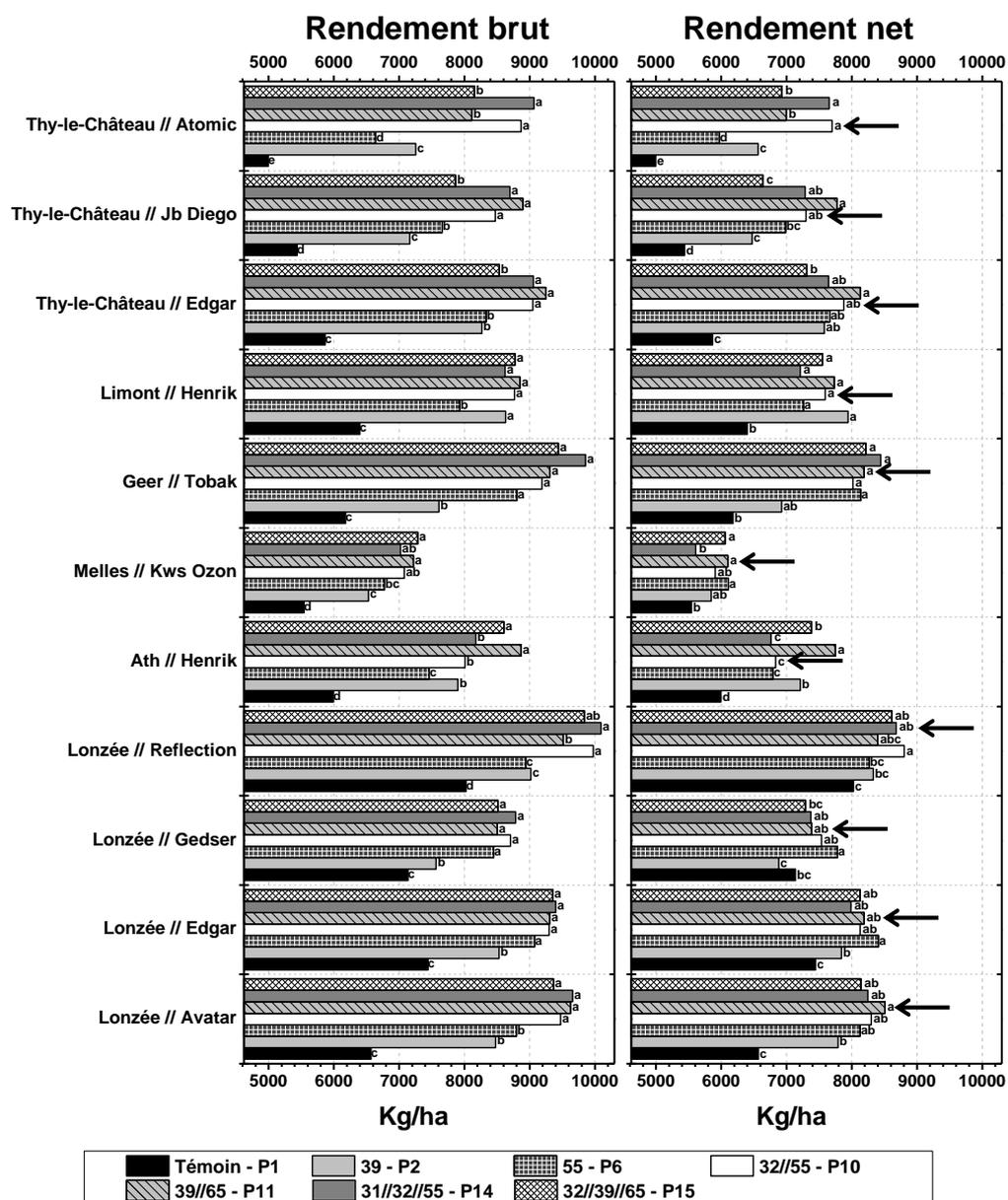


Figure 6.16 : Comparaison du rendement net et du rendement brut obtenus dans tous les essais du réseau 2016 avec les principaux schémas de traitement. Pour un schéma de traitement donné, un seul programme a été choisi (voire légende de la figure et le Tableau 6.7). Les flèches noires indiquent l'itinéraire conseillé par le CADCO au vu des observations faites dans l'essai. Les moyennes portant au moins une lettre identique ne varient pas entre elles de manière significative.

(Modèle linéaire, $y \sim \text{traitement} + \text{essai} + \text{traitement} * \text{essai}$; test de Student-Newman-Keuls à 0.05).

6. Lutte intégrée contre les maladies

La Figure 6.16 confirme particulièrement bien que les rendements obtenus partout en Wallonie étaient très faibles y compris avec une protection optimale (10 tonnes obtenus dans un seul essai). Pour la première fois depuis la mise en place du réseau, tous les schémas de traitements testés étaient rentables et cela dans tous les essais excepté pour un schéma à Loncée sur Gedser. En effet, le traitement unique à la dernière feuille aboutissait à une légère perte de rendement net (écart non-significatif) car ce sont surtout les maladies tardives (fusariose et rouille brune) qui étaient responsables des pertes dans cet essai. **La protection fongicide était donc rentable, mais il faut en outre maximiser son profit.** En fonction des situations, la Figure 6.16 montre qu'un et parfois plusieurs schémas de traitement permettaient d'y parvenir.

Tableau 6.7 : Résumé simplifié des messages émis par le CADCO pour la saison 2015-2016. Tableau réalisé par M. Delitte, O. De Vuyst et A. Legrève, Earth and life Institute, UCL.

Stade	Jusqu'au stade 30	Stade 31	Stades 32-37	Stade 39	Stade 55
Avis	Du 08/03 au 29/03	Du 29/03 au 03/05	Du 05/04 au 24/05	À partir du 17/05	
Septoriose	Faible pression, présente sur les étages foliaires inférieurs uniquement.	Incidence assez forte, absente des deux premiers étages foliaires.	Toutes les parcelles sont atteintes, différences variétales marquées. Pression importante.	Pression élevée.	
	Aucun traitement préconisé.	Aucun traitement n'est préconisé.	T1 si 25 % des F-2 sont atteintes au stade 32 pour les cultivars sensibles et 50 % des F-2 pour les variétés tolérantes.	Si aucun traitement effectué : T1 au stade 39. Si T1 au stade 32-37 : T2 maximum 3 à 4 semaines après T1.	
Rouille jaune	Premiers foyers mais pression faible.	Augmentation de la pression, foyers actifs ou épidémies dans certains champs.		Très présente sur variétés sensibles.	
	Intervention inutile avant le stade 31.	T0 au stade 31 et/ou T1 au stade 32 si foyers actifs détectés sur une variété sensible à ces stades.		Si présence de symptômes sur une variété sensible et aucun traitement encore effectué : T1 au stade 39. Si T1 déjà effectué en montaison : prévoir T2 maximum 3 à 4 semaines après T1.	
Rouille brune	Pas ou très peu de symptômes. Pression faible.	Quelques pustules sur les feuilles sénescentes. Apparition fin avril en province de Liège et dans le Hainaut.		Observée dans certaines parcelles, sur variétés sensibles. Présence d'inoculum et augmentation de la pression de la maladie.	
	Pas de traitement.	Pas de traitement.		Si présente sur feuilles supérieures : traitements recommandés	
Fusariose et rouille brune	Conseil floraison de l'avis du 24/05				
	Traitement à envisager en cas de précédent de maïs sur la parcelle, d'utilisation de variétés sensibles , de climat pluvieux avec des T° > à 15°C pendant la floraison.				

T0 : traitement au début de la montaison ; T1 : premier traitement conseillé; T2 : deuxième traitement conseillé.

Afin d'aider l'agriculteur dans sa prise de décision, le CADCO émet des avis hebdomadaires en cours de saison. Le Tableau 6.7 résume les avis émis au cours de la saison 2016.

Des foyers actifs de rouille jaune étaient présents dès le stade 31 dans l'essai sur Reflection. Dans cet essai, le CADCO conseillait un traitement dès le stade 1^{er} nœud.

Au stade 2^{ème} nœud, en plus de l'essai cité précédemment, l'essai de Thy-le-Château sur Atomic montrait aussi une forte pression de rouille jaune. A ce stade, tous les essais de Thy-le-Château ainsi que les essais sur Henrik à Ath et Limont dépassaient le seuil d'intervention pour la septoriose. Le suivi des avis du CADCO amenait à un traitement « 2^{ème} nœud » sur l'ensemble de ces 5 essais. D'autre part, un traitement relais devait être effectué au stade 32 sur Reflection à Lonzée (principe du relais T0, voir point 1.3.6). Dans toutes les parcelles traitées au stade 2^{ème} nœud, il fallait bien sûr prévoir un traitement relais après 3-4 semaines, ce qui correspondait à la pleine épiaison.

À Lonzée sur Avatar, Gedser, Edgar et à Melles sur Kws Ozon ainsi qu'à Geer sur Tobak, étant donné que la rouille jaune n'était pas présente dans ces parcelles au stade 32 et que le seuil de septoriose n'était pas atteint (50% des F-2 avec symptômes sur Gedser, Edgar et Tobak, 25% des F-2 pour la variété sensible Avatar), il n'y avait a priori pas de raison d'intervenir. Le CADCO conseillait dans cette situation de retarder le traitement au stade 39. Pour ces 5 essais, un traitement complet au stade dernière feuille étalée devait être réalisé en considérant la présence importante de septoriose dans le bas des plantes et les fortes précipitations annoncées.

L'interprétation des avis du CADCO amenait aussi à un traitement relais à la floraison sur Gedser à Lonzée et sur Tobak à Limont étant donné la forte sensibilité de ces variétés à la rouille brune et l'évolution de pression en fin de saison.

En raison des fortes précipitations du mois de juin, il était conseillé d'effectuer un traitement dans tous les essais n'ayant pas été traités à l'épiaison surtout sur les variétés sensibles à la fusariose, telles que Gedser, Reflection et Kws Ozon.

En considérant les résultats du réseau d'essais, les avis émis par le CADCO ont permis de choisir un itinéraire technique appartenant au groupe statistique le plus élevé dans 10 cas sur 11 (rendement net = groupe statistique comprenant la lettre a).

Seul à Ath sur Henrik, le suivi des avis amenait à un programme « 2^{ème} nœud – épiaison » qui n'aboutissait pas au rendement net optimal. La meilleure solution consistait en un double traitement « dernière feuille – floraison ». **L'obtention d'un bon rendement net cette année consistait à trouver l'équilibre entre une bonne protection contre la septoriose et contre la fusariose des épis.** Dans cet essai le traitement floraison s'est avéré plus efficace contre la fusariose des épis que les traitements épiaison.

6. Lutte intégrée contre les maladies

- En 2016, malgré les faibles rendements, la protection fongicide s'est avérée rentable.
- Pour choisir un schéma de traitement optimal dans un champ, il est nécessaire de :
 - 1) **Connaitre le comportement de la variété face aux maladies ;**
 - 2) **Vérifier la pression effective des maladies dans chaque parcelle ;**
 - 3) **S'informer sur les pratiques les plus efficaces pour la construction de son programme ;**
 - 4) **Suivre la pression régionale de maladies via des avis tels que ceux du CADCO.**
- En suivant ces principes, il est possible de s'orienter vers le choix d'itinéraires techniques le plus rentable dans la plupart des cas (10 sur 11 cette année).

1.4 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, fusariose). Elles peuvent diminuer la récolte, soit de manière directe par la destruction des organes, soit de manière indirecte comme le piétin-verse qui affaiblit les tiges et favorise la verse. Certaines maladies provoquent également une diminution de la qualité sanitaire de la récolte, comme les fusarioses qui produisent des mycotoxines pouvant se retrouver sur les grains.

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

1.4.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants

Beaucoup de pathogènes peuvent être détectés dans une culture de céréale, mais tous n'ont pas la même importance. Cela dépend du contexte. L'évaluation sanitaire d'un champ n'est donc pertinente que si elle est interprétée de manière critique :

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

a. 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 d'autant meilleur que le traitement est réalisé tôt après le stade épi à 1 cm (31). Les traitements appliqués à ce moment 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 épi à 1cm 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.

b. 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.

c. 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 générale 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

6. Lutte intégrée contre les maladies

aujourd'hui aucun traitement systématique n'est recommandé.

Il est conseillé de surveiller les cultures dès la sortie de l'hiver. Pour les variétés les plus sensibles, un traitement au redressement (stade 30) 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 une triazole permet d'obtenir une efficacité supplémentaire.

d. L'oïdium

Très connu parce que très visuel, l'oïdium est détecté presque chaque année. En Wallonie, très rares sont cependant 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 incite facilement à intervenir tôt avec un traitement fongicide spécifique. La plupart du temps de telles interventions se révèlent inutiles. Un traitement contre cette maladie ne doit être envisagé que lorsque les dernières feuilles complètement formées sont contaminées. Il faut suivre l'évolution de la maladie. L'oïdium qui reste dans les étages inférieurs ne doit pas être traité.

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

e. 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 seules. 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, l'adjonction de chlorothalonil aux triazoles permet des solutions techniquement et économiquement intéressantes. Les strobilurines n'offrent plus une efficacité suffisante contre la septoriose mais apportent souvent une amélioration en association avec une triazole et/ou une SDHI.

f. La rouille brune

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

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

Les strobilurines sont très efficaces sur rouille brune, de même que certaines triazoles (époxyconazole, tébuconazole, cyproconazole et prothioconazole). Le mélange de ces deux familles permet des solutions très efficaces. L'ajout de SDHI à ces mélanges est une très bonne solution contre la rouille brune. En cas de traitement unique entre le stade dernière feuille complètement sortie et l'épiaison, le choix se portera idéalement sur un mélange de strobilurine, SDHI et triazole.

g. Les maladies des épis

Plusieurs champignons peuvent attaquer les épis. Certains se développent lorsque les épis sont encore bien verts (septoriose, fusarioses) tandis que d'autres (les saprophytes) ne se manifestent que lorsque les épis approchent de la maturité. A l'exception des fusarioses, l'impact des maladies des épis est considéré comme plus faible. Leur gestion est donc englobée dans celle visant les maladies foliaires.

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

6. Lutte intégrée contre les maladies

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, tébuconazole 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.*

h. L'helminthosporiose

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

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

Un peu à l'instar de la septoriose, l'helminthosporiose se développe du bas vers le haut des plantes. Son temps de multiplication étant relativement court, il convient d'enrayer la maladie rapidement si la pression s'avère élevée.

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

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

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 VEGEMAR, CARAH, GxABT, CRA-W) présentée dans l'édition de septembre 2016¹⁰ 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 6.8 reprend le comportement des variétés face à la septoriose, la rouille brune et la rouille jaune ainsi que les pertes de rendement en absence de protection fongicide. Dans le cadre des avis du CADCO qui font état de la pression des maladies, ce tableau constitue une aide quant à la stratégie de protection à adopter. En outre, les pertes de rendement sont un bon indicateur de risques qui peut aider l'agriculteur dans le choix de son niveau de protection. Toutefois, pour les variétés testées depuis 2 ans et surtout 1 an, la résistance à certaines maladies restent à confirmer en particulier dans le cas où une grande sensibilité à une maladie a été mise en évidence.

La rouille jaune peut apparaître très tôt (voir avis CADCO). Pour les variétés très sensibles, des visites régulières des parcelles sont nécessaires. Un traitement spécifique contre la rouille jaune peut être nécessaire à partir du stade redressement-1^{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.

¹⁰ Disponible sur le site internet du Livre Blanc Céréales : www.livre-blanc-cereales.be

6. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 6.8 : Sensibilité aux maladies et impact sur le rendement en absence de protection fongicide.

Variété (*)	Septoriose	Rouille brune	Rouille jaune	Perte de rendement	
				en %	en quintaux/ha
Addict (3)	-	++	-	21	22
Advisor (1)	-	+	++	25	19
Albert (1)	++	=	++	25	23
Anapolis (3)	=	=	++	18	20
Atomic (3)	=	+	-	18	18
Benchmark (2)	-	--	--	34	35
Bergamo (3)	=	=	+	19	21
Bodecor (1)	+	+	++	37	33
Boregar (3)	=	--	+	19	19
Cellule (3)	+	-	++	17	17
Collector (2)	=	-	++	17	15
Creek (2)	-	--	+	25	25
Diderot (3)	=	+	=	17	17
Edgar (3)	+	=	++	15	16
Expert (3)	--	--	-	24	25
Faustus (2)	+	-	++	20	21
Forum (3)	+	--	++	20	20
Gedser (2)	=	--	+	20	20
Graham (3)	=	-	++	18	20
Grapeli (3)	=	+	=	14	13
Henrik (3)	--	=	++	22	24
JB Diego (3)	--	-	+	24	26
KWS Ozon (3)	=	-	+	18	17
KWS Smart (2)	=	+	++	19	20
Limabel (3)	=	++	++	11	10
Lithium (2)	-	++	+	20	20
Lyrik (3)	=	+	-	22	23
Mentor (3)	+	+	++	15	15
Mosaïc (2)	--	-	++	25	24
Mystic (2)	=	++	++	20	17
Popeye (1)	+	-	++	30	24
Reflection (3)	=	++	=	22	24
RGT Reform (3)	=	+	=	19	20
RGT Sacramento (2)	--	+	++	16	14
RGT Texaco (2)	--	--	-	28	29
Rubisko (3)	-	++	++	15	15
Sahara (3)	=	+	+	21	22
Sherlock (2)	=	++	++	21	20
Sy Epson (3)	=	+	+	19	20
Terroir (3)	--	+	++	19	20
Tobak (3)	=	--	++	22	24
Triumph (3)	-	+	++	14	15
Valdo (3)	=	+	++	14	12

* nombre d'années d'essai

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

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

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

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

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

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

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

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

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

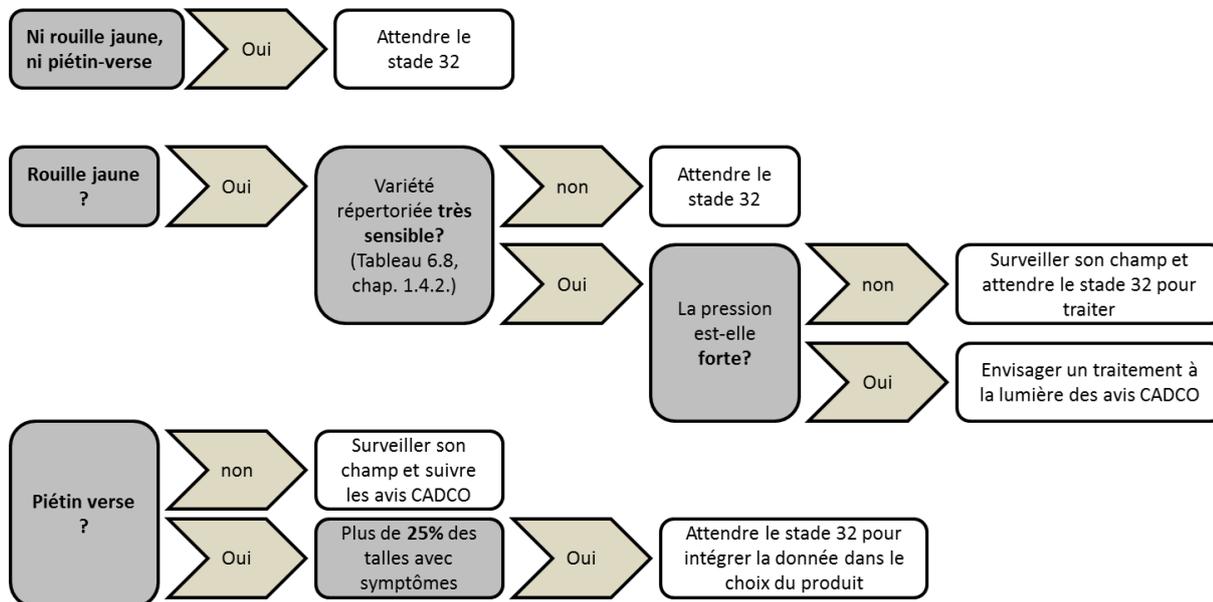
Lorsqu'une application de fongicide est effectuée avant le stade dernière feuille, un second traitement devra être envisagé. Contre la septoriose, ce traitement relais doit idéalement être effectué 3 à maximum 4 semaines après la première application. Si la variété est sensible à la rouille brune, il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

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

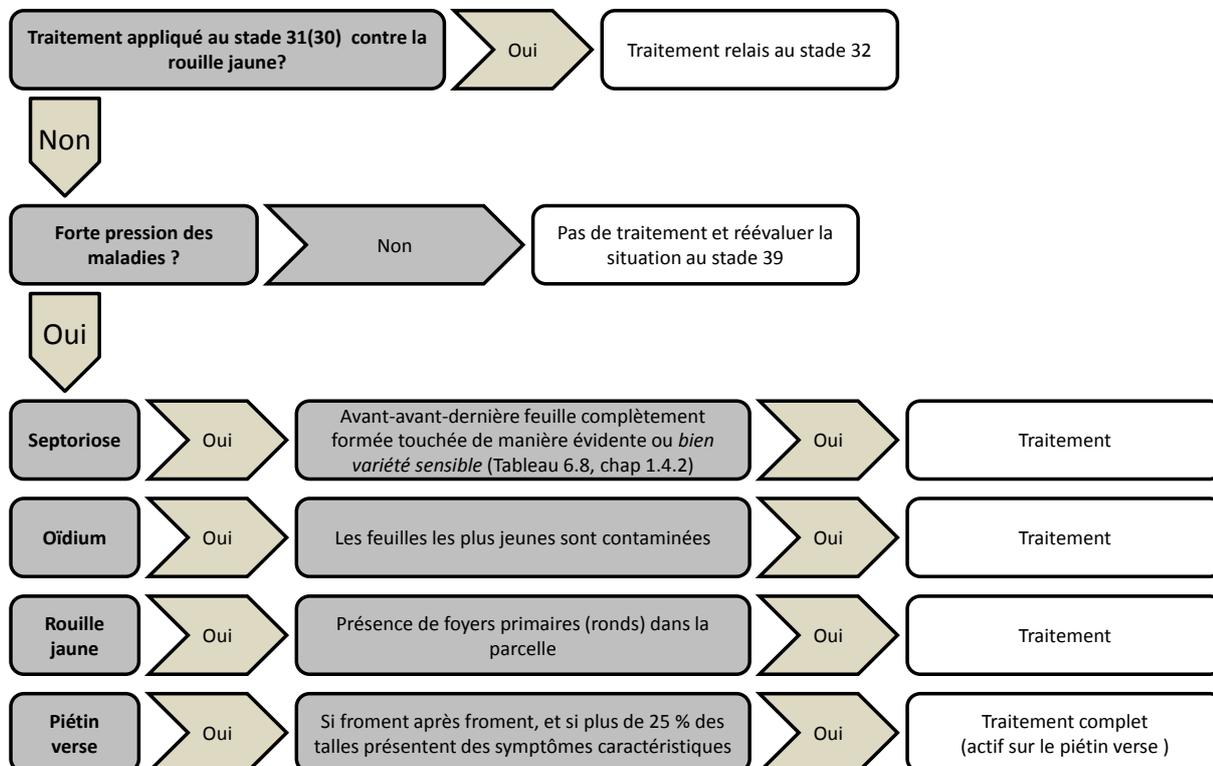
6. Lutte intégrée contre les maladies

a. Diagrammes décisionnels

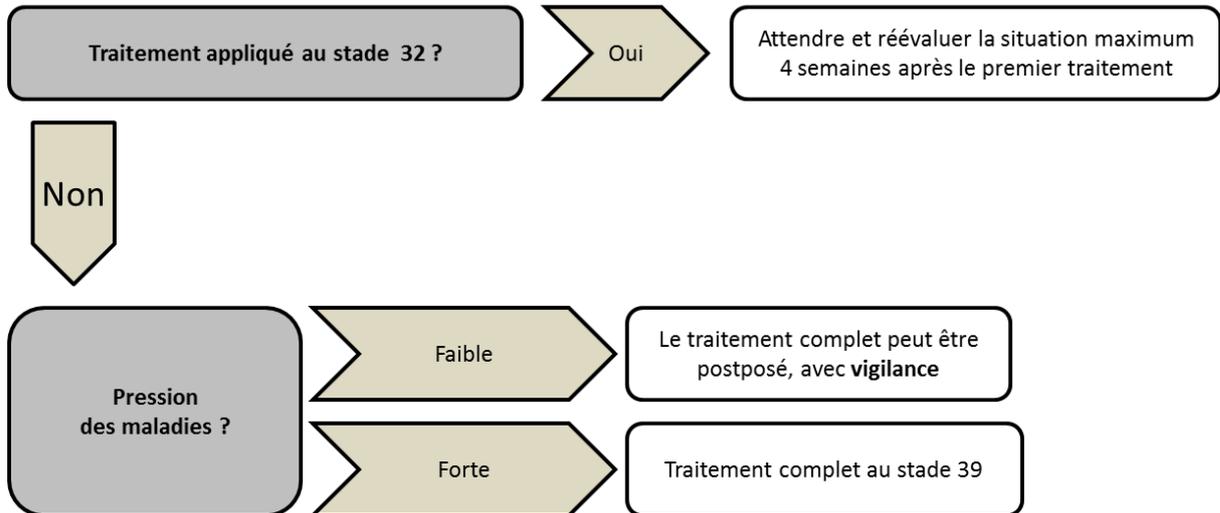
Froment au stade 30-31



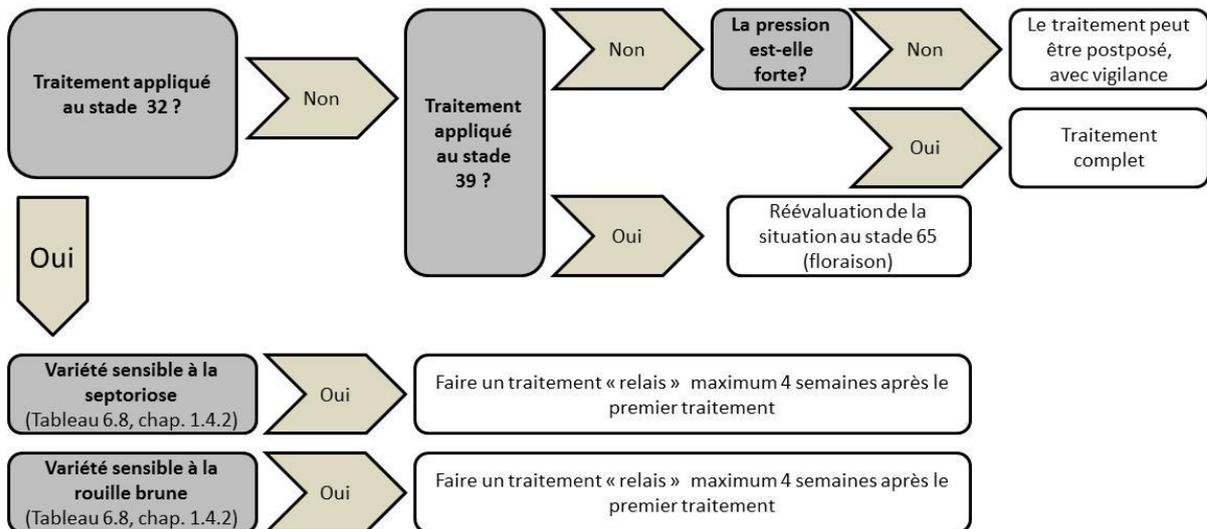
Froment au stade 32



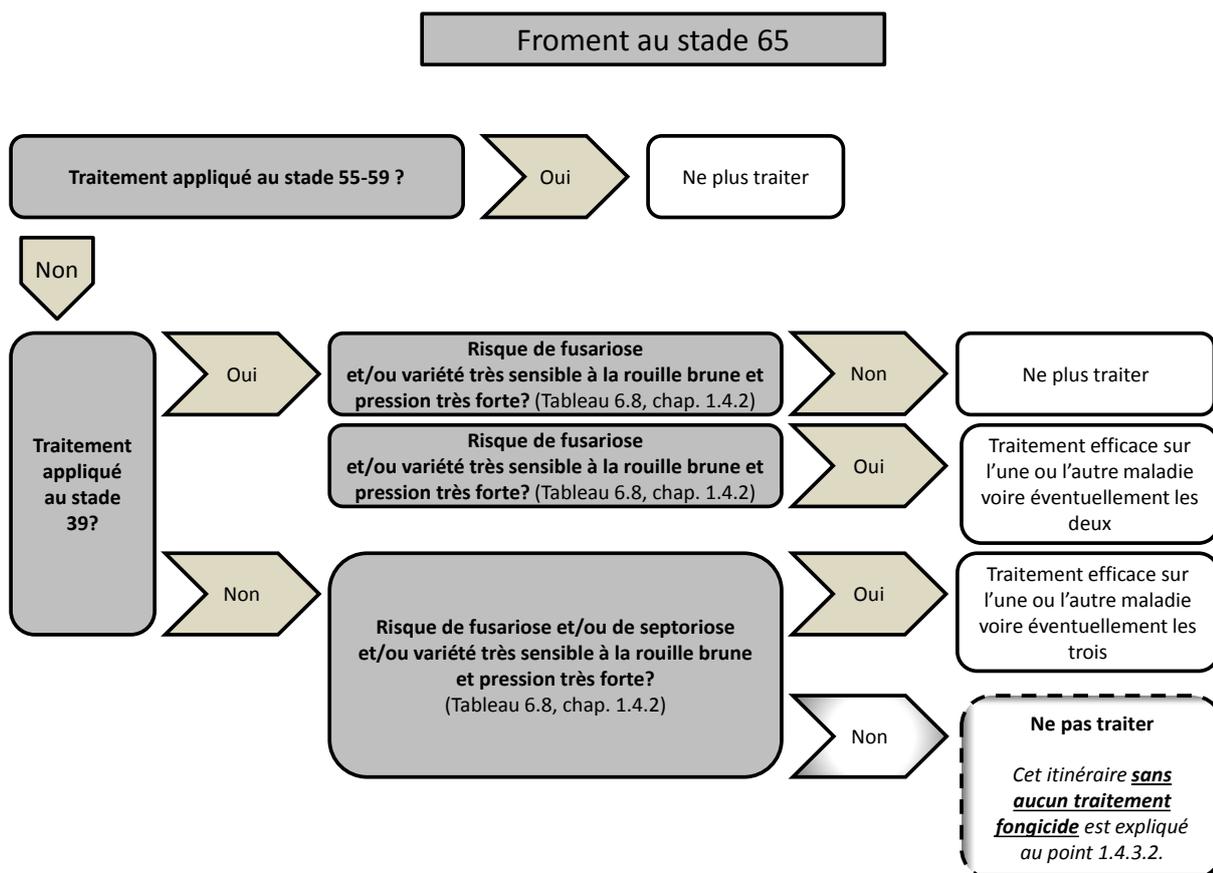
Froment au stade 39



Froment au stade 55



6. Lutte intégrée contre les maladies



b. 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 6.8) ;
- Le prix du blé ne dépasse pas les 100 €/t.

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

1.4.3 Le prix du blé dans la rentabilité de la protection

B. Heens

a. Protection à un ou deux traitements ?

Lors du choix de la stratégie de protection contre les maladies, le prix du blé est un élément à prendre en compte même s'il peut évoluer jusqu'à la récolte. Il sera l'élément déterminant dans la rentabilité finale de la protection choisie. Trop souvent, l'agriculteur adopte le même

programme de protection pour l'ensemble de ses parcelles quelle que soit la variété, voire le même programme d'une année à l'autre. L'analyse économique des résultats du réseau d'essais fongicides wallons devrait aider à comprendre l'impact d'un tel choix.

Pour rappel, un protocole expérimental commun est mis en place dans 4 régions céréalières du territoire wallon par les centres d'expérimentations que sont le CARAH, le CPL-Végémar, Gembloux Agro Bio-Tech et le CRA-W. En 4 ans, la base de données de ce réseau regroupe les résultats de 42 essais répartis entre 19 variétés comme repris dans le Tableau 6.9. Cette base comporte 562 résultats de rendement de 34 programmes de protection contre les maladies.

Tableau 6.9 : Répartition des essais du Réseau d'Essais Fongicides wallone.

Variété	2013	2014	2015	2016	Total
Atomic				1	1
Avatar		1	3	1	5
Bergamo		1			1
Cellule			1		1
Diderot			1		1
Edgar	1	1	2	2	6
Expert	2	2	1		5
Gedser				1	1
Henrik	1	3	2	2	8
Homeros		1			1
Istabraq	1	1			2
JB Diego			1	1	2
KWS Ozon				1	1
Limabel			1		1
Matrix		1			1
Reflection				1	1
Sahara	1				1
SY Epson		1			1
Tobak	1			1	2
Total	7	12	12	11	42

Pour une analyse économique cohérente, seuls les programmes présents dans tous les essais ont été retenus. Ces programmes, détaillés au Tableau 6.10, ont parfois évolué avec le temps tout en restant équivalents en termes d'efficacité. C'est notamment le cas pour les programmes avec et sans SDHI numérotés respectivement « T 32/55 SDHI » et « T 32/55 triazole ». Dans le calcul de rentabilité des programmes, outre le coût des produits, chaque passage de pulvérisateur a été compté à 10 € pour tout passage effectué avant le stade 39 (dernière feuille) et à 15 € pour tout passage effectué à partir de ce stade. En effet, les traitements fongicides avant le stade 39 sont régulièrement effectués en accompagnement avec un régulateur ou un herbicide (voir point 1.3.2) et donc le coût du passage ne peut être imputé seul au traitement fongicide.

6. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 6.10 : Programmes communs aux 42 essais du Réseau d'Essais Fongicides wallone.

Programme	N° programme
Témoin	Non traité
Aviator Xpro 1,25L (39)	T 39
Aviator Xpro 1,25L (39) // Caramba 1,5L (65)	T 39/65
Input 1,25L + Bravo 1L (32) // Opus Plus 1,5L + Corbel 0,5 L (55)	T 32/55 triazole
Input 1,25L + Bravo 1L (32) // Opus Team 1,5L (55)	
Input 1,25L + Bravo 1L (32) // Osiris 2L (55)	
Opus Plus 1,5L + Corbel 0,5 L + Bravo 1L (32) // Aviator Xpro 1,25L (55)	T 32/55 SDHI
Opus Team 1,5L + Bravo 1L (32) // Aviator Xpro 1,25L (55)	

Sur l'ensemble des essais du réseau et pour chaque niveau de prix du froment, les gains de rendement net par rapport au non traité ont été calculés pour les 4 programmes. Par couple « essai - niveau de prix », seul le programme au gain de rendement net le plus élevé a été comptabilisé comme programme le plus rentable. En cas de perte, c'est le programme non traité qui a été comptabilisé comme programme le plus rentable. La Figure 6.17 illustre l'évolution de la répartition des programmes les plus rentables en fonction du prix du froment.

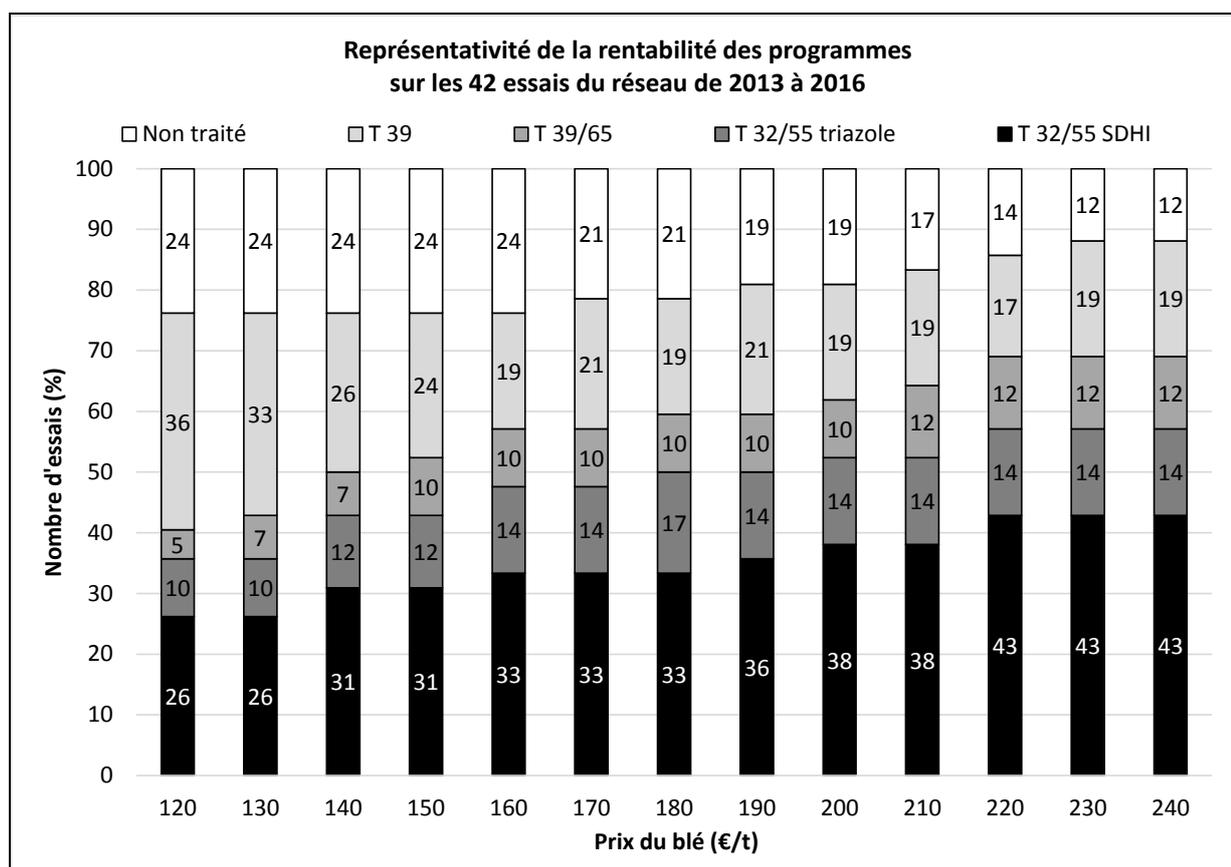


Figure 6.17 : Représentativité des 5 programmes en termes de rentabilité en fonction du prix du froment.

A un prix de 120 €/t, les 4 programmes de traitement n'étaient pas rentables dans 24 % des essais. Cette non-rentabilité est réduite de moitié (12 %) lorsque le prix du froment double (240 €/t). Toujours au prix de 120 €/t, le programme à traitement unique (T 39) s'est révélé le

plus rentable dans 36 % des essais alors que le programme à 2 traitements avec SDHI couramment utilisé (T 32/55 SDHI) ne s'est révélé le plus rentable que dans 26 % des essais. Avec l'augmentation de prix du froment, la balance s'inverse au profit du programme à 2 traitements. A un prix de 240 €/t, le programme à traitement unique n'est le plus rentable que dans 19 % des essais contre 43 % pour le programme à 2 traitements.

Pour évaluer l'impact économique de l'adoption d'un programme de protection identique sans tenir compte de l'année, de la parcelle et de la variété, il est nécessaire de poursuivre l'analyse économique des résultats du réseau en se limitant aux 2 variétés présentes durant les 4 ans à savoir Edgar (6 essais) et Henrik (8 essais). Bien qu'ayant un profil de sensibilité aux maladies différent (voir Tableau 6.8), ces 2 variétés ont été recommandées lors de l'édition de septembre 2016 : Edgar dans le groupe « Production intégrée » et Henrik dans le groupe « Surveillance renforcée ».

Afin de chiffrer l'impact économique, 4 scénarii sont envisagés dans le cas d'une exploitation où le froment est semé pour moitié avec la variété Edgar et pour l'autre moitié avec la variété Henrik :

- Scénario 1 : l'agriculteur adopte le programme T 39 sur toutes ses parcelles chaque année
- Scénario 2 : l'agriculteur adopte le programme T 32/55 SDHI sur toutes ses parcelles chaque année
- Scénario 3 : l'agriculteur adopte le programme T 39 pour ses parcelles de Edgar et le programme T 32/55 SDHI pour ses parcelles de Henrik chaque année, programme plus en adéquation avec les 2 groupes de variétés cultivées
- Scénario 4 : l'agriculteur adapte le programme à la parcelle en fonction de la variété, de la pression des maladies, de l'année (pour simplifier, le choix du programme se limite aux 5 programmes du Tableau 6.10) et du prix du froment

Ces 4 scénarii sont à considérer sur les 4 dernières années en sachant que la nuisibilité des maladies de 2013 à 2016 était respectivement de 18, 16, 11 et 32 %. Pour rappel, la nuisibilité des maladies est la perte moyenne de rendement mesurée en l'absence de protection par rapport à une bonne protection (minimum 2 traitements fongicides à pleine dose) sur un même groupe de variétés présentes les 4 ans dans les essais variétaux.

Sur base des résultats obtenus dans le réseau d'essais fongicides, le gain de rendement net a été calculé pour chaque scénario en fonction du prix du froment. La Figure 6.18 reprend l'évolution du gain de rendement net exprimé en kg/ha pour les 4 scénarii. Pour les 3 premiers scénarii où le choix du programme de protection est défini avant saison, cette figure montre que le scénario 1 (choix d'un traitement unique) dégage un gain de rendement net plus élevé que les 2 autres lorsque le prix du froment ne dépasse pas les 160 €/t. De 170 à 240 €/t, c'est le scénario 3 (choix d'un traitement adapté au groupe de variétés « Production intégrée » et « Surveillance renforcée ») qui dégage le gain de rendement net le plus élevé. Au-delà de 250 €/t, le scénario 2 (choix d'un programme à 2 traitements) plus sécurisant mais plus onéreux permet de dégager un gain de rendement net supérieur. Lorsque le programme est adapté à la variété, à la parcelle, à la pression en maladies et au prix du froment (scénario 4), le gain de rendement net est systématiquement supérieur aux 3 premiers scénarii quel que soit

6. Lutte intégrée contre les maladies

le prix du froment.

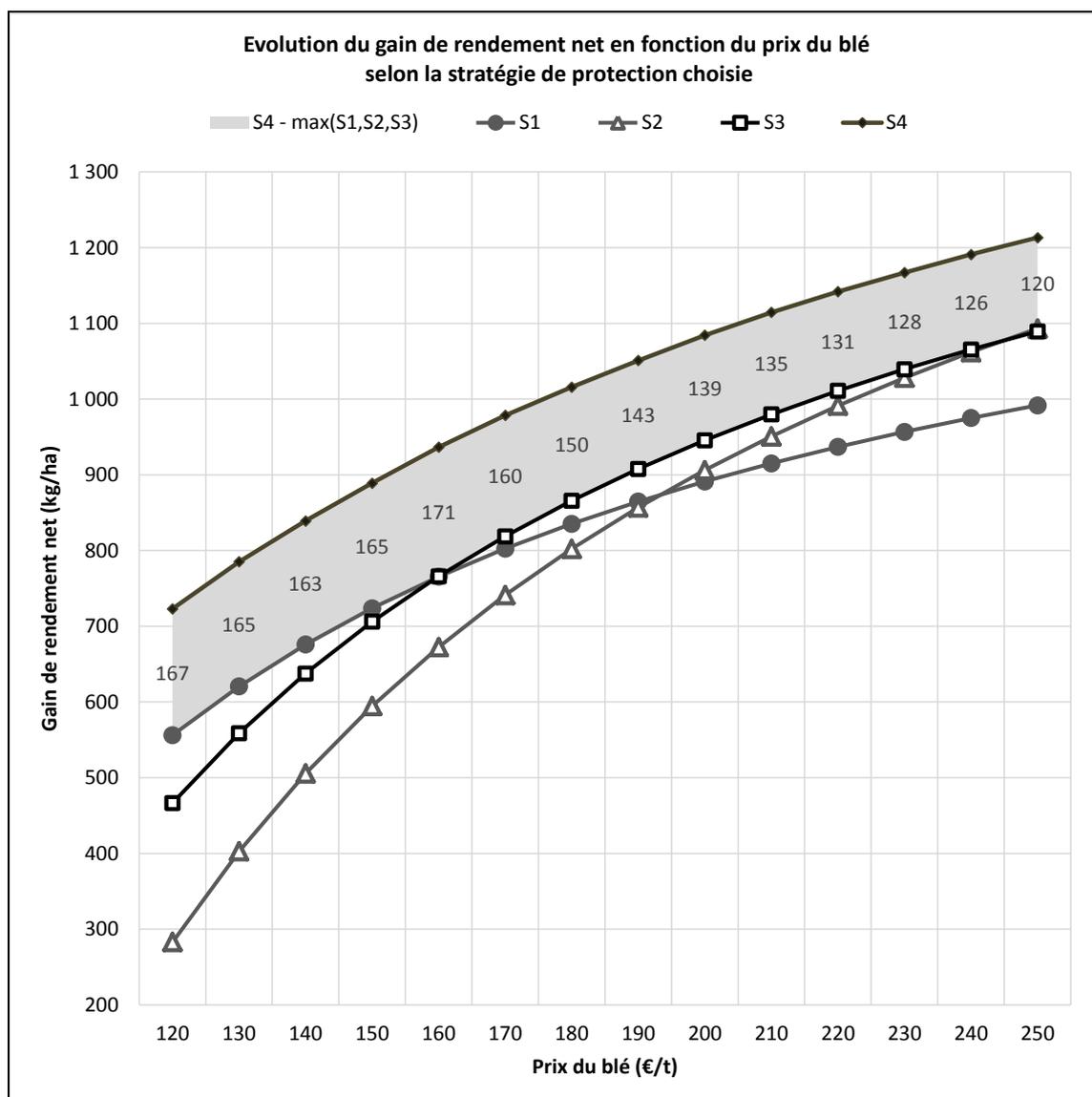


Figure 6.18 : Evolution du gain de rendement net en fonction du prix du blé selon le scénario suivi. S1= scénario 1 (T 39 sur toutes ses parcelles) ; S2= Scénario 2 (T 32/55 SDHI sur toutes ses parcelles) ; S3= Scénario 3 (T 39 pour Edgar et T 32/55 SDHI pour Henrik) ; S4= Scénario 4 (l'agriculteur adapte le programme à la parcelle et au prix du blé).

Au travers de ces 4 scénarii qui relèvent de pratiques courantes des agriculteurs, force est de constater que le choix systématique d'une protection plus sécurisante comme un programme à 2 traitements repris dans le scénario 2 est la stratégie la moins rentable lorsque le prix du froment ne dépasse pas les 190 €/t. Seul le raisonnement de la protection contre les maladies en tenant compte du prix du froment reste la meilleure manière de dégager le rendement financier optimal.

b. Rentabilité d'un traitement précoce (T_0)

Dès le stade redressement-1^{er} nœud (30-31), la question d'un éventuel premier traitement (T_0) peut se poser (voir diagrammes décisionnels au point 1.4.3). Mais qu'en est-il de la

rentabilité d'un tel traitement ? Les résultats du réseau d'essais fongicides peuvent apporter des éléments de réponse à cette question.

Dès l'instant où le programme T 32/55 SDHI (voir Tableau 6.10) s'est révélé rentable dans les essais du réseau, la rentabilité du T₀ à base de 250 g de tebuconazole et complémentaire à ce programme a été calculée. La Figure 6.19 reprend, pour les 23 essais retenus, le prix minimum de vente du froment au-delà duquel le T₀ est rentabilisé.

A 120 €/t, le T₀ a apporté un gain de rendement net supplémentaire au programme à 2 traitements T 32/55 SDHI dans 4 essais sur 23. 8 essais montrent un gain de rendement net supplémentaire lorsque le prix du froment est de 160 €/t. Mais pour les 15 autres essais, le seuil de rentabilité n'a jamais été atteint quel que soit le prix du froment.

Plus encore que pour le choix d'un programme à un ou 2 traitements, un prix du froment faible doit inciter à raisonner un éventuel T₀ pour espérer dégager un gain de rendement net de ce premier traitement.

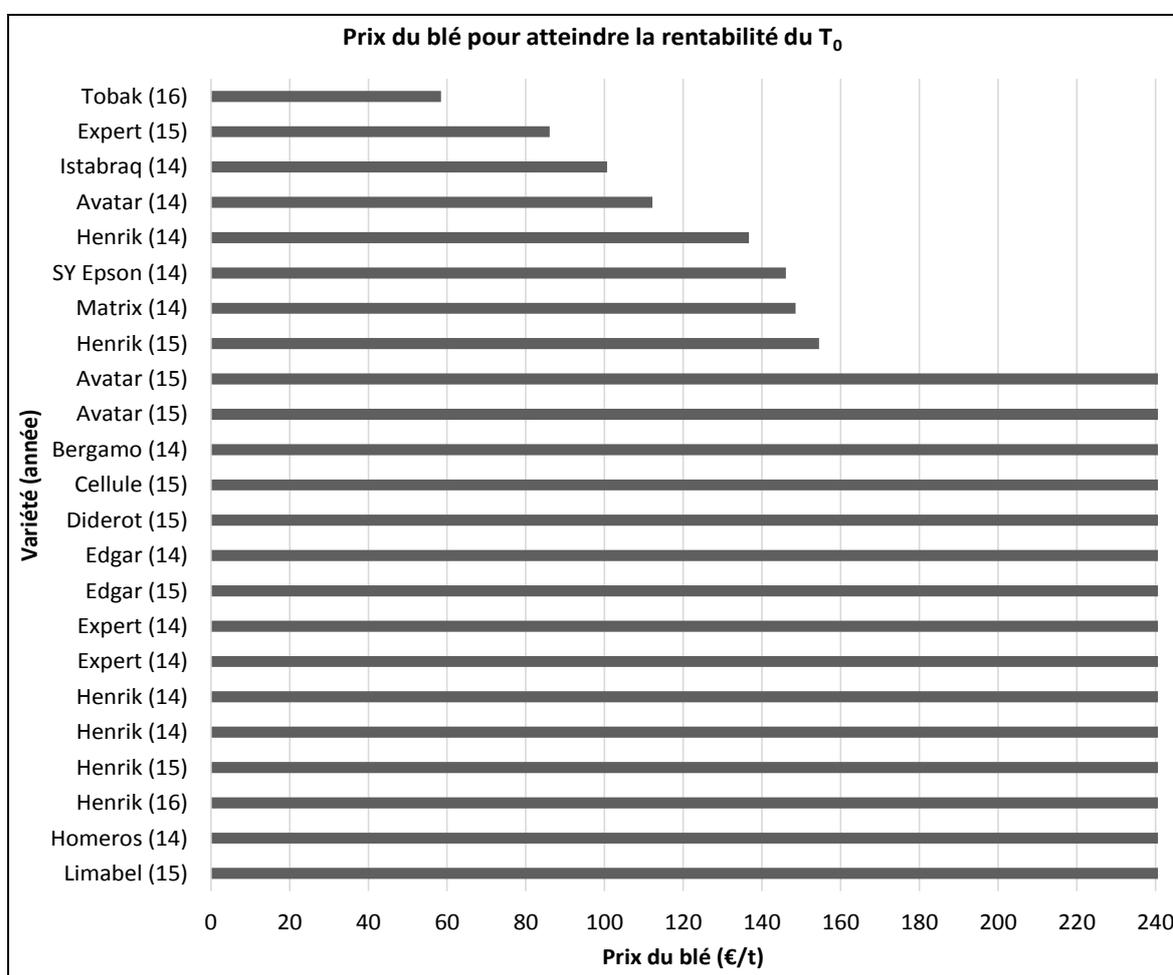


Figure 6.19 : Prix seuil du blé par essai pour un T₀ rentable.

Conclusions :

Le raisonnement de la protection fongicide est d'autant plus intéressant que le prix du blé est faible. Au travers du choix d'un programme prédéfini en guise de sécurité une partie de la rentabilité en est systématiquement affectée.

Un traitement précoce (T_0) ne sera jamais rentabilisé qu'en cas de pression élevée en septoriose et en rouille jaune sur variétés sensibles.

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 2015-2016

O. Mahieu

Après un mois de septembre assez pluvieux, la saison avait bien commencé avec des semis effectués en bonnes conditions.

Ensuite, l'hiver s'est montré très clément si bien qu'à son issue, l'escourgeon montrait une avance importante dans son développement, qu'il a progressivement perdue durant un printemps assez rigoureux. Des gelées ont même été enregistrées fin avril. Au printemps, l'attention était de mise quant à la présence de pucerons dans les emblavements en l'absence de protection insecticide en traitement de semences.

La fin du printemps a été très pluvieuse favorisant le développement des maladies.

Après une récolte record en 2015, nous avons enregistré en 2016 des récoltes d'escourgeons très décevantes. Il faut remonter au début des années 2000 pour retrouver d'aussi piètres rendements.

Plusieurs facteurs ont concouru à ce résultat et il est difficile de quantifier la part de chacun d'entre eux, mais le climat durant les mois de mai et juin n'a certainement pas été favorable :

- Les températures froides durant certaines nuits de fin avril - début mai, correspondant à des stades sensibles autour du gonflement et de la sortie des barbes ont pu perturber l'autofécondation, retarder le début du remplissage des grains et entraîner un manque de fertilité des épis ;
- La forte et trop fréquente couverture nuageuse durant les deux dernières décades de mai et les deux premières de juin ont réduit le niveau d'ensoleillement et donc

la capacité photosynthétique des cultures pendant la phase de remplissage des grains ;

- L'excès de précipitations durant la dernière décade de mai et tout le mois de juin ont fortement perturbé l'activité racinaire, la minéralisation dans le sol et donc les prélèvements et les transferts dans les plantes ;
- L'humidité ambiante a aussi favorisé le développement du cortège des maladies de fin de cycle. Parmi ces maladies, celles qui ont été les plus fréquemment observées étaient la rhynchosporiose, la rouille naine et surtout la ramulariose (grillures). L'helminthosporiose plus discrète a fait localement parler d'elle. De manière plus anecdotique, la rouille jaune a même fait son apparition dans les essais de Ath.

Il en a résulté un mauvais remplissage et un nombre insuffisant de grains (avortements) caractérisés par un poids spécifique faible. Les variations climatiques régionales et les différentes capacités de drainage suivant les types de sol et/ou les parcelles ont montré un impact variable sur le niveau de rendement qui, dans tous les cas, était nettement en dessous du potentiel habituel.

2.2 Efficacité des fongicides en escourgeon

2.2.1 Résultats des essais de programme et de comparaison de produits fongicides du CARAH, du CRA-W et de Gx ABT

O. Mahieu, C. Bataille et B. Monfort

Les essais du CARAH avaient pour objectif de comparer une série de programmes entre eux. Ils se situaient à Ath et à Grosage, respectivement sur les variétés Etincel et KWS Meridian. La pression en helminthosporiose y était très faible, mais la rouille naine et la ramulariose y étaient bien présentes. A Ath, la rhynchosporiose bien présente en montaison a été complètement occultée par une ramulariose précoce et agressive.

Les graphiques issus des essais du CARAH (Figures 6.20 et 6.21) illustrent d'une part les rendements obtenus et d'autre part les niveaux d'efficacité des différents traitements uniques effectués au stade « dernière feuille étalée » (39) ou des programmes de traitements effectués aux stades « premier nœud » (31) et « dernière feuille » (39).

Les notations représentées dans ces graphiques sont des notations globales d'efficacité de la protection fongicide effectuées le 06/06/2016.

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

- Bontima 1,5L/ha + Amistar Opti 1,25L/ha
- Adexar 1,25L/ha + Bravo L/ha
- Fandango 1,25L/ha + Bravo 1L/ha

6. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 6.11 : Paramètres culturaux des essais. SH= variété sensible à l'helminthosporiose ; SR= variété sensible à la rhynchosporiose ; SRL= variété sensible à la ramulariose ; SRn= variété sensible à la rouille naine ; STL = variété sensible taches léopard ; R= variété résistante.

Carte d'identité des essais					
	GxABT	CARAH		CRA-W	
Localisation :	Lonzée	Ath	Grosage	Anthée	Houdremont
Variété :	Etincel (SR SH)	Etincel (SH,SR, SRL)	KWS Meridian (SRL)	Tonic (SRn SRn STL)	Volume (SH)
Précédent :	Froment	Froment	Froment	Froment	Épeautre
Semis :	29/09/15	02/10/15	05/10/15	27/09/15	28/09/15
Récolte :	08/07/16	10/07/16	08/07/16	/	19/07/16
Rendement témoin :	5797 kg/ha	6529 kg/ha	3999 kg/ha	/	3335 kg/ha
Pulv. stade 31-32 :	19/04/16	11/04/16	08/04/16	12/04/16	21/04/16
Pulv. stade 39 :	04/05/16	02/05/16	03/05/16	11/05/16	12/05/16
<u>Maladie sur témoin</u> (sévérité F1+F2 (%))					
<i>Date d'observation</i>	27/05/16 15/06/16	06/06/16	06/06/16	13/06/16	16/06/16
Helminthosporiose	/	/		Surface brune	55
Ramulariose	100	100	90		11
Rhynchosporiose	X	/			/
Rouille naine	X	/			/
Grillures	100	100	90		/

Les traitements doubles ayant montré le meilleur rendement et la meilleure efficacité sont dans l'ordre :

- Stéréo 1,75L/ha (31) // Bontima 2L/ha + Bravo 1L/ha (39)
- Acanto 0,5L/ha + Input 0,6L/ha (31) // Credo 1L/ha + Aviator Xpro 0,75L/ha (39)
- Bumper P 1,25L/ha (31) // Aviator Xpro 1L/ha + Pugil 1L/ha (39)
- Bumper P 1,25L/ha + Pugil 1L/ha (31) // Aviator Xpro 1L/ha (39)

Il apparaît que tous ces programmes de traitements incluent du chlorothalonil en mélange firme (Amistar Opti, Credo) ou en mélange extemporané (avec Bravo, Pugil). En traitement unique, le gain de rendement et d'efficacité obtenu par l'ajout de chlorothalonil à l'Adexar voire au Fandango était important.

Dans l'essai d'Ath sur la variété Etincel (Figure 6.20), les produits à base de prothioconazole (sans ajout de chlorothalonil), montrent des rendements et une efficacité globale supérieurs aux autres traitements.

En ce qui concerne l'essai de Grosage sur la variété KWS Meridian (Figure 6.21), les conclusions sont sensiblement identiques à celles de l'essai implanté à Ath.

Les traitements uniques ayant montré le meilleur rendement et la meilleure efficacité sont:

- Adexar 1,25L/ha + Bravo 1L/ha (39)
- Bontima 1,5L/ha + Amistar Opti 1,25L/ha (39)

Les traitements doubles ayant montré le meilleur rendement et la meilleure efficacité sont :

- Bumper P 1,25L/ha (31) //Aviator Xpro 1L/ha + Pugil 1L/ha (39)
- Acanto 0,5L/ha + Input 0,6L/ha (31) //Credo 1L/ha + Aviator Xpro 0,75L/ha (39)

Dans les essais de Grosage sur la variété KWS Meridian moins impactée par les maladies, la supériorité des produits à base de prothioconazole n'est pas aussi nette qu'à Ath, plus particulièrement en traitement unique.

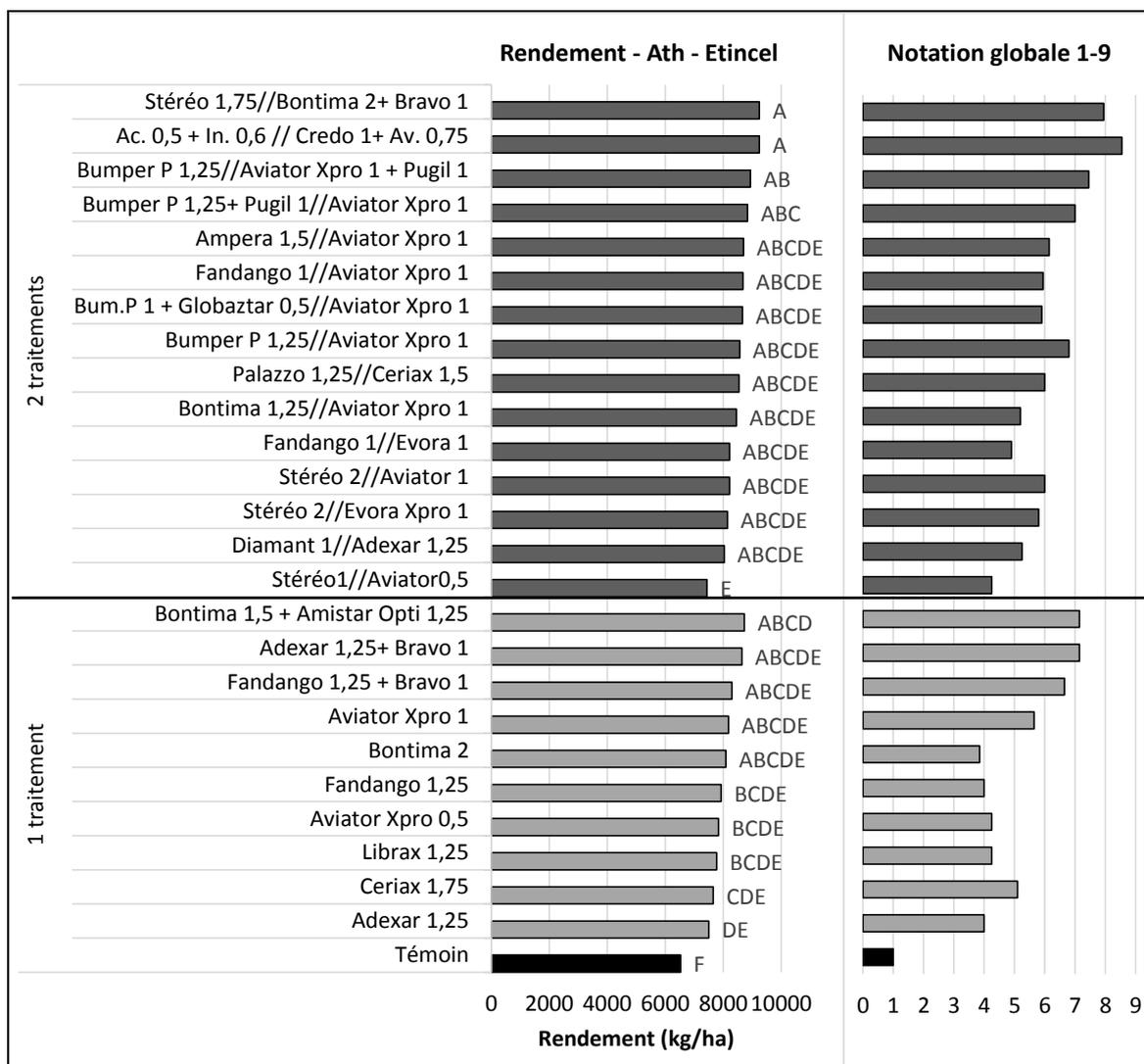


Figure 6.20 : Rendement (gauche) et efficacité (droite) au 06/06/2016 pour des traitements uniques au stade 39 et doubles aux stades 31 et 39 pour les essais de Ath sur la variété Etincel (1=attaque très sévère, 9=pas de symptômes) ; CARAH 2016 – ANOVA et test de N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Ac.= Acanto ; In. = Input ; Av.= Aviator Xpro ; Bum. P= Bumper P. Les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements et la barre noire représente le témoin non traité. Les traitements portant au moins une lettre identique ne diffèrent pas entre eux de manière significative.

6. Lutte intégrée contre les maladies

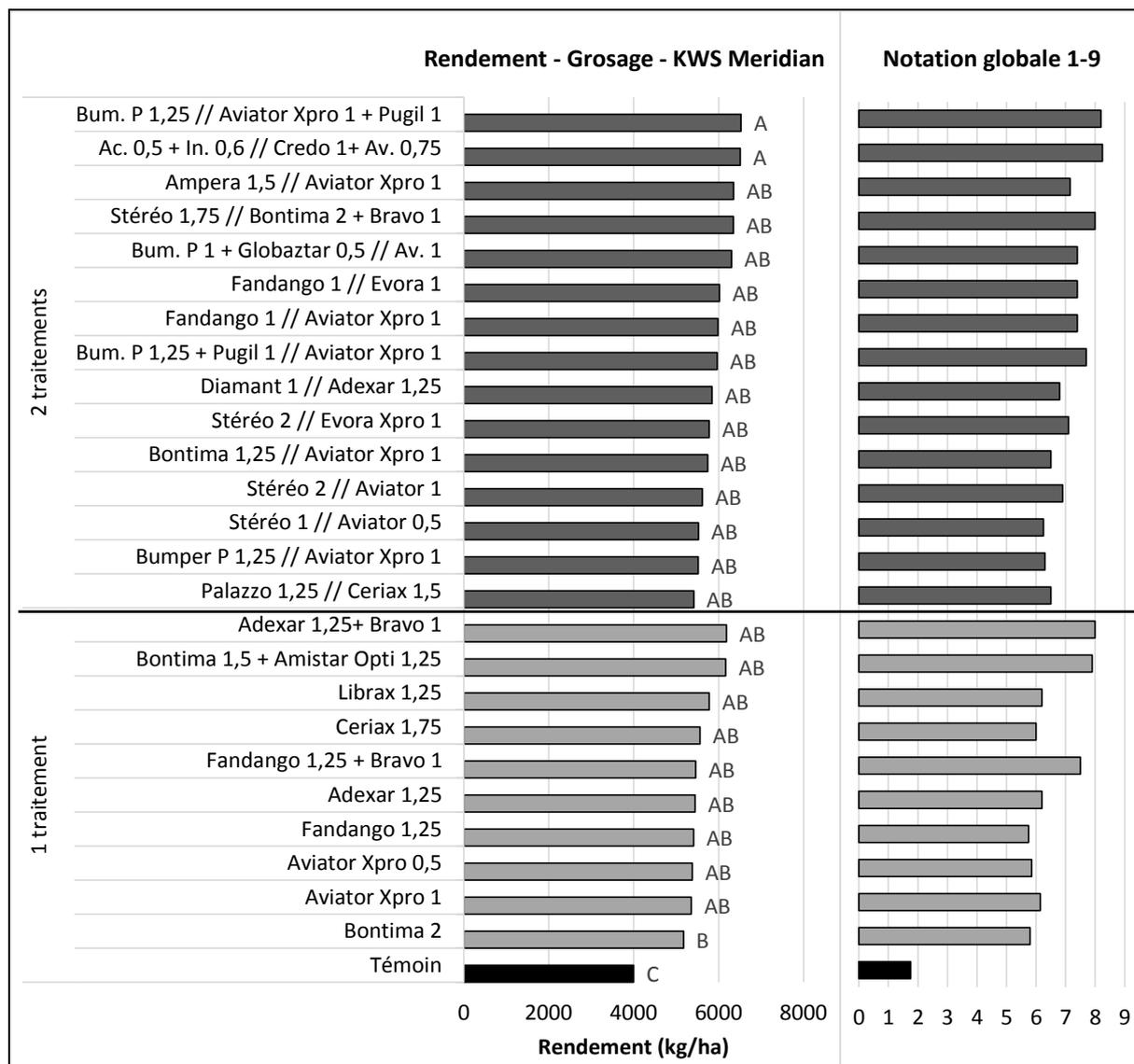


Figure 6.21 : Rendement (gauche) et efficacité (droite) au 06/06/2016 des traitements uniques au stade 39 et doubles aux stades 31 et 39 pour les essais à Grosage sur la variété KWS Méridian (1=attaque très sévère, 9=pas de symptômes) ; CARAH 2016 - ANOVA et test N&K. Afin de mieux représenter le graphique, des abréviations ont été utilisées : Ac.= Acanto ; In. = Input ; Av.= Aviator Xpro ; Bum. P= Bumper P. Les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements et la barre noire représente le témoin non traité. Les traitements portant au moins une lettre identique ne diffèrent pas entre eux de manière significative.

Les deux essais du CRA-W avaient également pour objectif de comparer une série de programmes entre eux. Ils se situaient l'un à Houdremont sur la variété Volume (Figure 6.22) et l'autre à Anthée sur la variété Tonic (Figure 6.23). La variété Volume présentait de l'helminthosporiose ainsi que de la ramulariose, alors que la variété Tonic était surtout atteinte par la rouille naine et la ramulariose.

Les meilleurs résultats d'efficacité contre l'helminthosporiose (Figure 6.22 à droite) ont été obtenus par les traitements uniques suivant :

- Aviator Xpro 0.8L/ha + Comet 0.4L/ha (39)
- Ceriax 1.75L/ha (39)
- Variano Xpro 1.5L/ha (39)
- Aviator Xpro 1L/ha (39)
- Skyway Xpro 1L/ha (39)

La lutte contre l'helminthosporiose passe donc principalement par l'utilisation d'un mélange d'une triazole et d'une strobilurine, soit en association (Ceriax, Variano Xpro,...) soit en mélange extemporané (Aviator Xpro + Comet,...). Les produits contenant du bixafen sans strobilurine (Aviator Xpro et Skyway Xpro) se sont également montrés efficaces contre l'helminthosporiose.

L'ajout d'un premier traitement lors de la montaison ne semble pas utile lors de l'utilisation de produits suffisamment efficaces en second traitement. Il permet cependant de limiter quelque peu l'infection en cas d'utilisation de produits moins efficaces. Ainsi, l'utilisation de Fandango en T1 suivi d'Adexar a permis d'augmenter les rendements de ± 5.0 q/ha par rapport à un Adexar seul au stade 39.

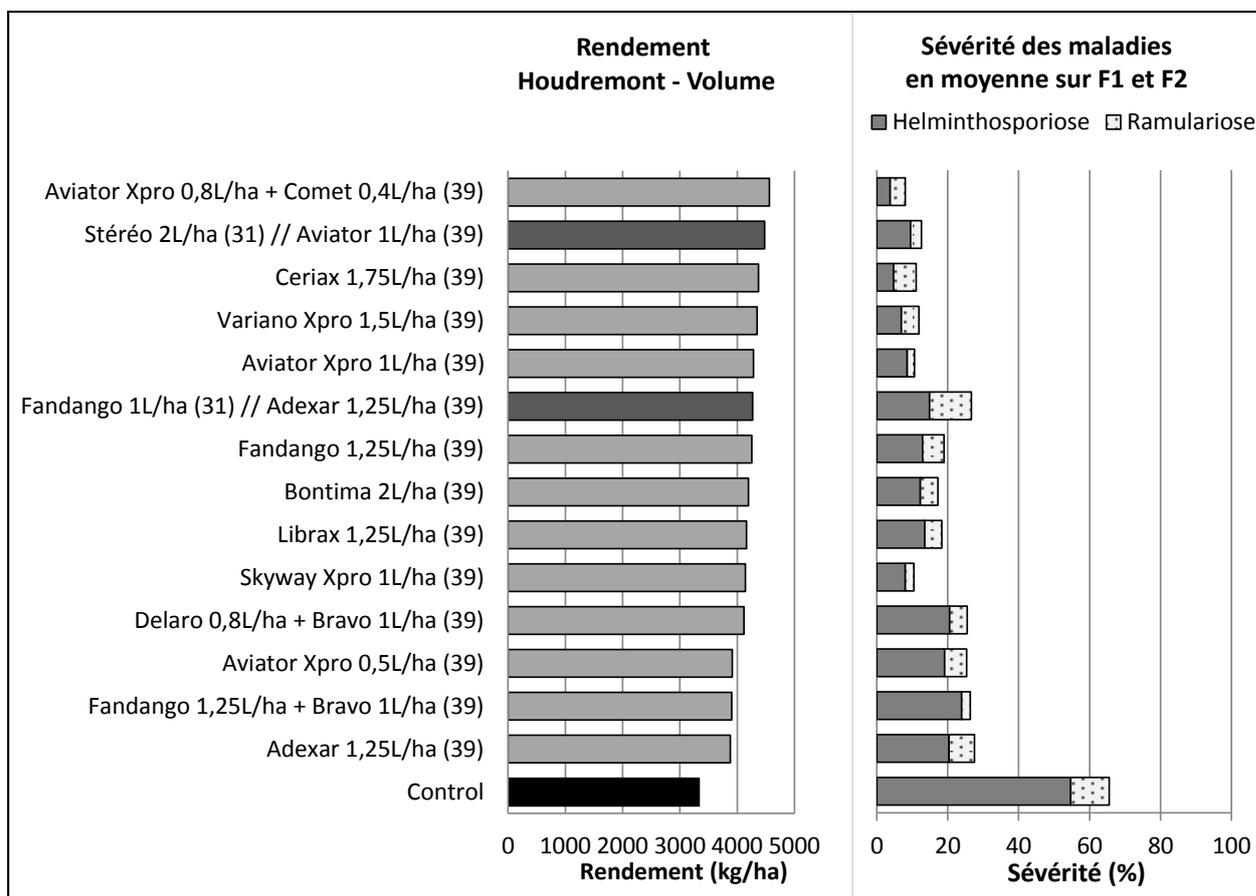


Figure 6.22 : Rendement et surface nécrosée (sévérité de l'helminthosporiose et de la ramulariose) en % moyen sur F1 et F2 de la variété Volume à Houdremont; CRA-W, 2016. Dans le graphique des rendements (gauche), les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements ; et la barre noire = témoin non traité.

En ce qui concerne l'essai sur la variété Tonic (Figure 6.23), seules les notations d'efficacité

6. Lutte intégrée contre les maladies

sont disponibles. Une efficacité globale supérieure a été notée pour les mélanges avec chlorothalonil (Bravo), que ce soit en traitements uniques ou en programmes à deux traitements, lorsque celui-ci est appliqué sur la dernière feuille. En traitement unique, le chlorothalonil (Bravo) permet une nette amélioration de l'efficacité de produits tels que l'Adexar ou le Fandango.

Bien qu'il ne soit pas agréé avant le stade « dernière feuille », le Bravo a été testé au stade « 1^{er} nœud » afin d'observer son impact sur les maladies lors de son application en T1. Celui-ci n'a cependant montré aucun impact positif sur F1 et F2 dans cet essai.

Derrière les mélanges avec chlorothalonil, les produits tels que Skyway Xpro, Aviator Xpro, Ceriax mais aussi Variano Xpro confirment leur efficacité des années antérieures.

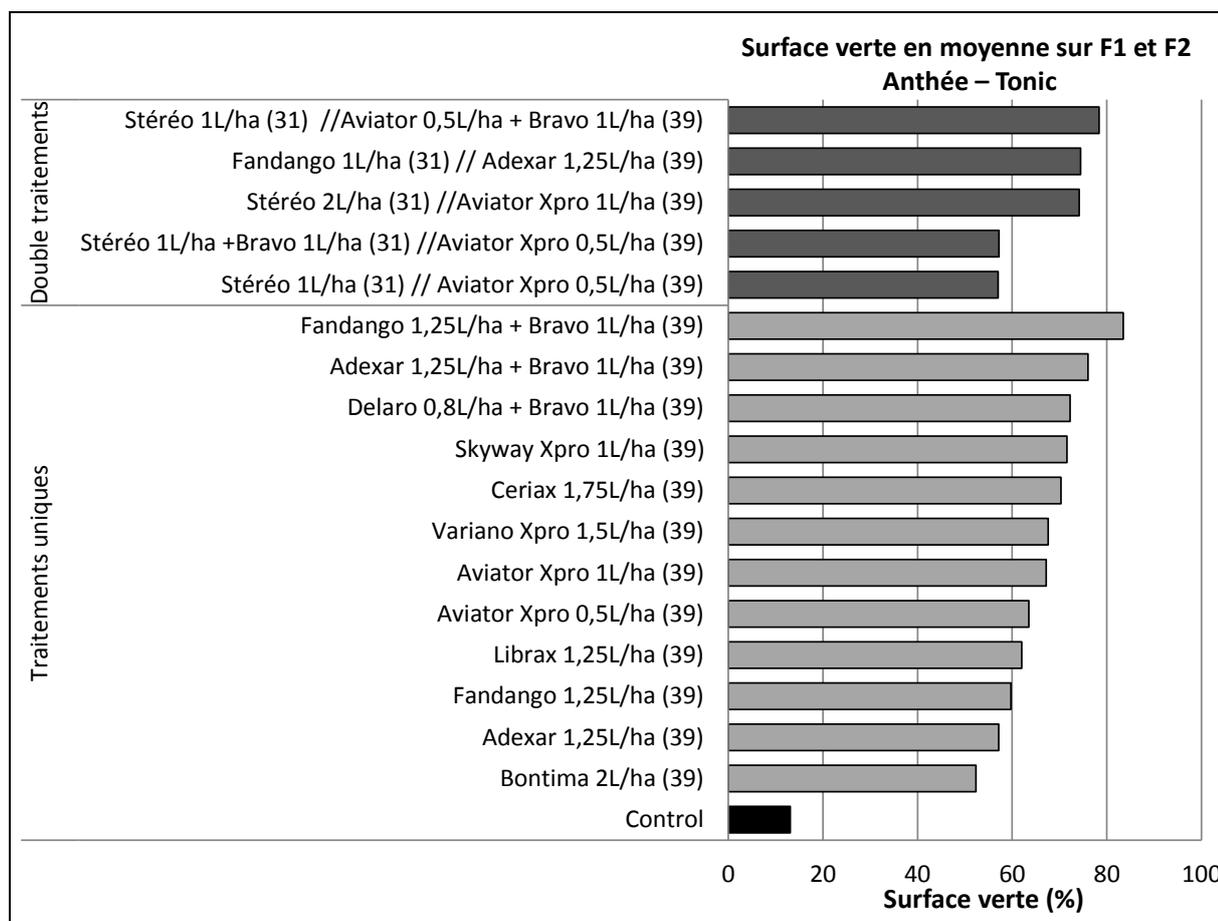


Figure 6.23 : Surface verte restante en moyenne sur F1 et F2 après infection par la rouille naine et la ramulariose pour la variété Tonic à Anthée ; CRA-W, 2016. Les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements ; et la barre noire = témoin non traité.

Dans l'essai de GxABT implanté à Lonzée sur la variété Etincel (Figure 6.24), le chlorothalonil améliore très significativement (+ 10 q/ha) l'efficacité du traitement unique au stade dernière feuille. Sans chlorothalonil il n'y a pas de différence entre les fongicides testés à ce seul stade et tous ont été décevants (manque d'efficacité sur le complexe grillures-ramulariose).

A Lonzée, le traitement de montaison a apporté 4,5 q/ha en moyenne et, à ce stade, on observe également une nette amélioration de l'efficacité du fongicide (Stéréo) avec le chlorothalonil (+ 5 q/ha), les autres compléments n'apportant rien.

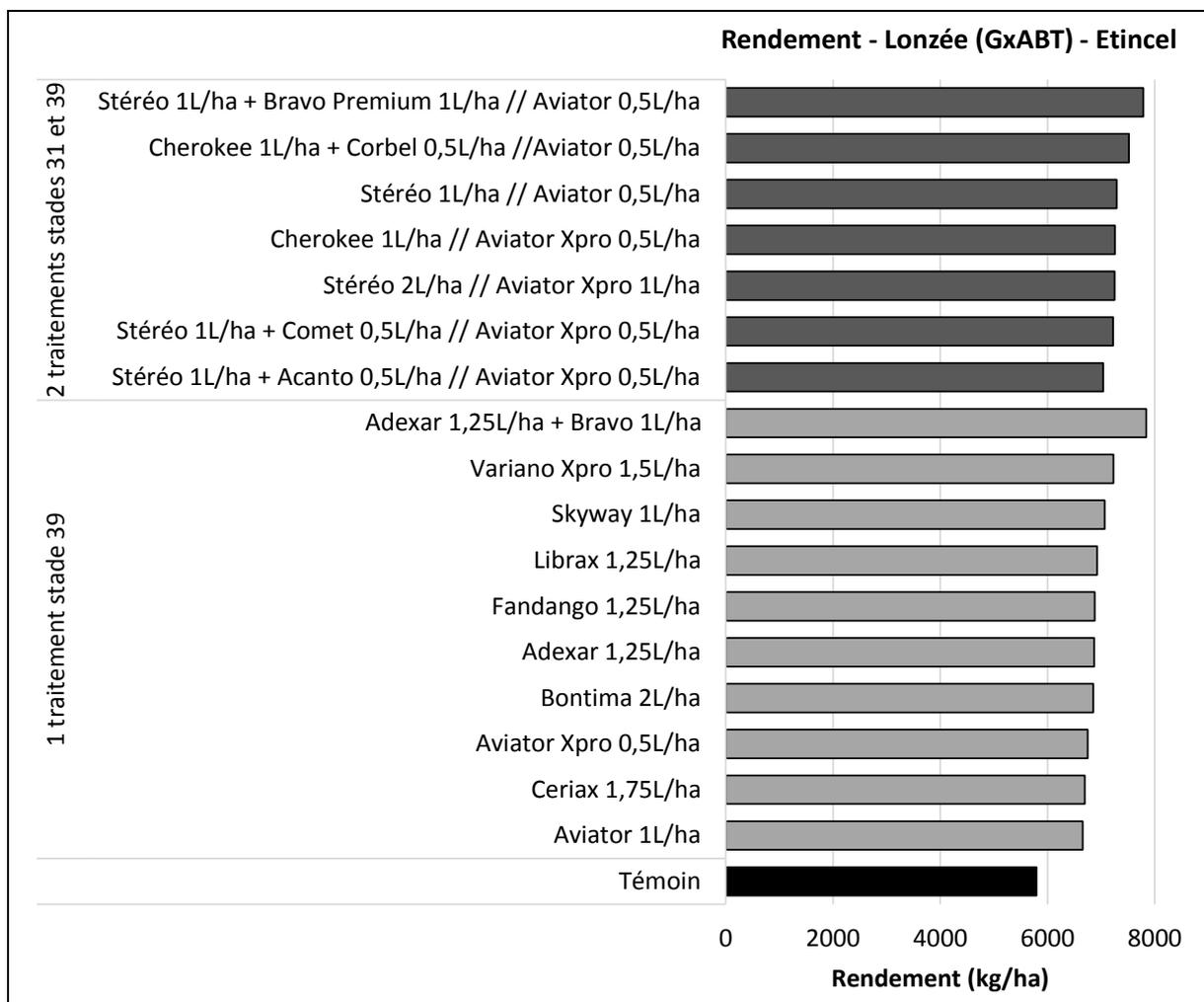


Figure 6.24 : Rendement des traitements uniques au stade 39 et doubles aux stades 31 et 39 pour les essais de Lonzée sur la variété Etincel ; GxABT 2016. Les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements ; et la barre noire = témoin non traité.

Dans tous les essais, **les SDHI** confirment encore leur efficacité, que ce soit sur helminthosporiose ou sur rouille naine. Par contre, elles montrent quelques signes de faiblesse sur ramulariose qui laisseraient penser à l'apparition de résistance. Ces observations doivent être confirmées l'an prochain. En présence de ramulariose, l'année 2016 a clairement démontré que le chlorothalonil améliore l'efficacité et le rendement, que ce soit en association aux SDHI ou bien aux associations triazole-strobilurine.

6. Lutte intégrée contre les maladies

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

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

En double traitement, même si la qualité du fongicide de dernière feuille conditionne l'efficacité globale du programme, le traitement de montaison peut limiter la progression des maladies en assurant une efficacité même en situation difficile.

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

2.2.2 Résultats d'essais multilocaux et pluriannuels sur escourgeon

O. Mahieu, C. Bataille, B. Monfort

a. Résultats multilocaux en 2016

En 2016, le regroupement de résultats communs à 4 essais (2 du CRA-W, 1 du CARAH et 1 de GxABT) (Figure 6.25), n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre traitements si ce n'est par rapport au témoin.

Par contre, le regroupement de 3 essais (1 du CRA-W, 2 du CARAH) (Figure 6.26) permet d'analyser un nombre d'objets plus important. Il montre que tous les traitements sont significativement différents du témoin et confirme qu'Adexar 1.25 L/ha + Bravo 1 L/ha donnent des rendements statistiquement supérieurs à l'Adexar 1.25 L/ha et à l'ensemble des traitements comparés dans ce regroupement d'essais, ce qui confirme bien la contribution positive du chlorothalonil sur le rendement en 2016.

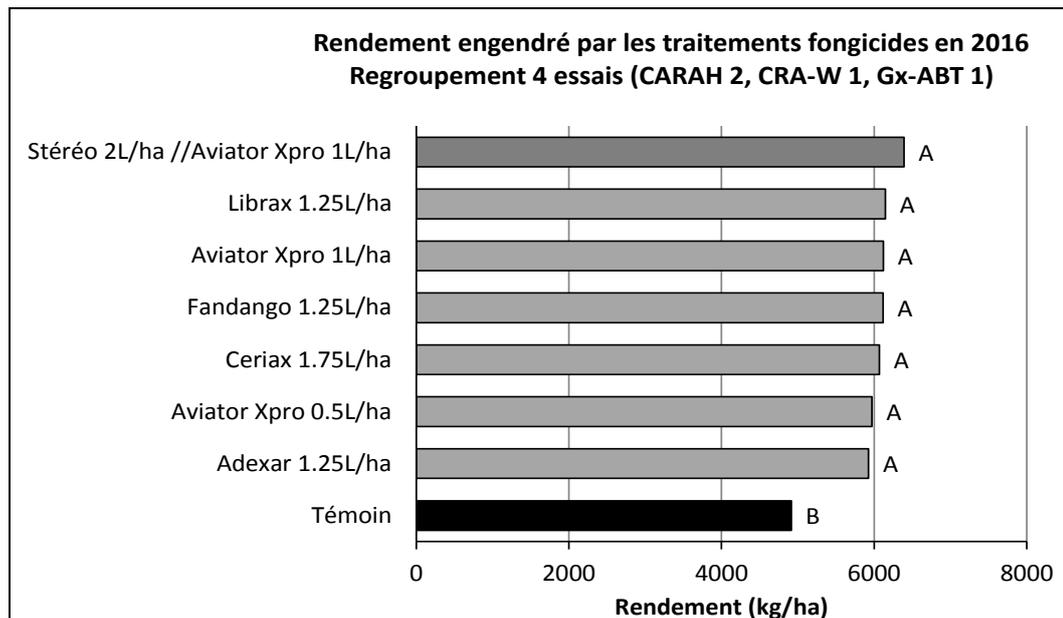


Figure 6.25 : rendement (kg/ha) sur 4 essais (2 CARAH + 1 GxABT + 1 CRA-W) en 2016 - ANOVA, test de N&K. Les barres gris clair représentent les traitements uniques, les barres gris foncé représentent les doubles traitements et la barre noire, le témoin non traité. Les traitements portant au moins une lettre identique ne diffèrent pas entre eux de manière significative.

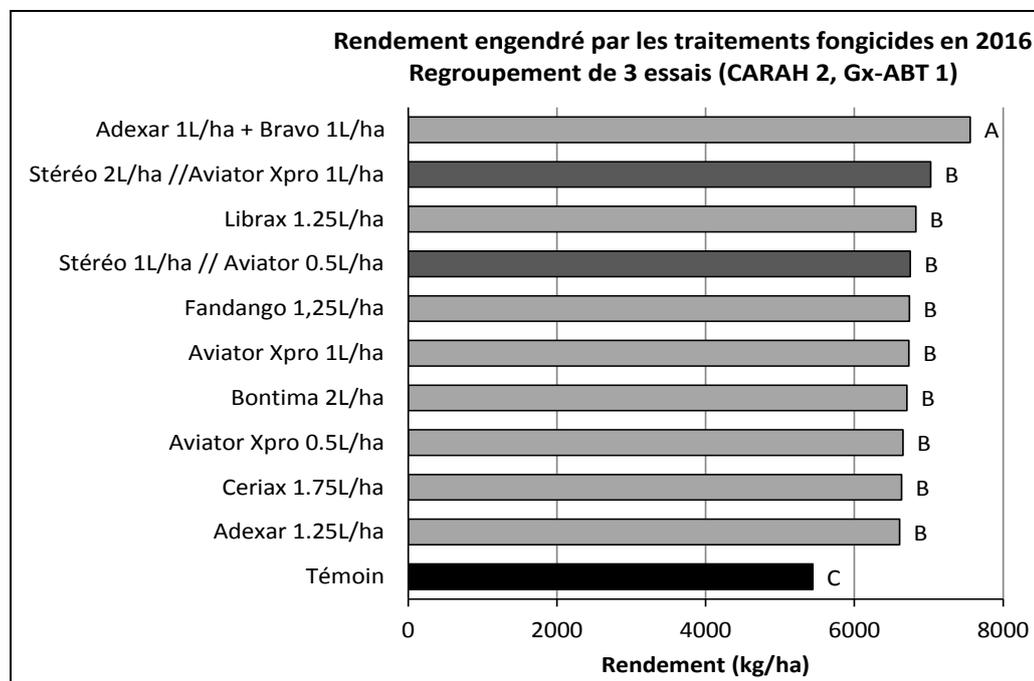


Figure 6.26 : rendement (kg/ha) sur 3 essais (2 CARAH + 1 GxABT) en 2016 – ANOVA, test de N&K. Les barres gris clair représentent les traitements uniques ; les barres gris foncé représentent les doubles traitements ; et la barre noire = témoin non traité. Les traitements portant au moins une lettre identique ne diffèrent pas entre eux de manière significative.

6. Lutte intégrée contre les maladies

Résultats multiloceaux et pluriannuels

La moyenne de 10 essais sur trois années d'expérimentations (2014, 2015 et 2016) menées par trois Centres (CRA-W, CARAH et GxABT) (Figure 6.27), montre une tendance en faveur des produits à base de SDHI, et plus particulièrement pour l'Aviator Xpro 1L/ha et le Ceriix 1.75L/ha. Le Bontima 2L/ha rejoint également ce groupe. Le Fandango était le seul produit ne contenant pas de SDHI : il donne le résultat le plus faible.

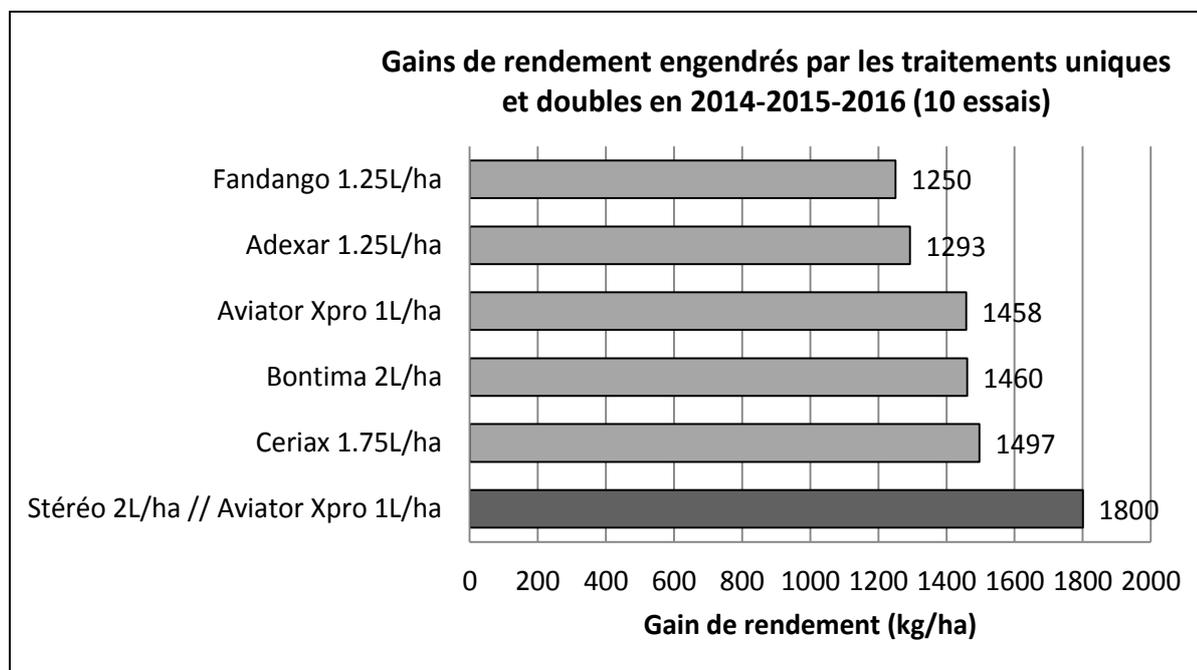


Figure 6.27 : Gain de rendement moyen des 3 années (2014, 2015 et 2016) sur 10 essais. Les barres gris clair représentent les traitements uniques et la barre gris foncé représente le double traitement.

La confrontation de 6 essais sur deux années d'expérimentation 2015 et 2016 (CRA-W, CARAH et GxABT) a permis d'intégrer trois traitements supplémentaires (Figure 6.28). L'analyse statistique du regroupement d'essais ne relève pas de différence significative si ce n'est entre les traitements et le témoin non traité.

Parmi les tendances durant ces deux années à faible pression en helminthosporiose, le duo de tête est constitué du Bontima 2L/ha et de l'Aviator Xpro 1L/ha. Par rapport à la moyenne triennale, le Ceriix descend dans le classement derrière le Librax et le Fandango.

A noter que le programme Stéréo 2L/ha suivi de l'Aviator Xpro 1L/ha, apporte en moyenne 220 kg/ha de plus que l'Aviator Xpro 1L/ha utilisé seul au stade 39.

Le programme à ½ dose Stéréo 1L/ha suivi de la ½ dose d'Aviator Xpro 0.5L/ha est en retrait de 320 kg/ha par rapport au même programme à dose pleine et de 100 kg/ha par rapport à l'Aviator Xpro 1L/ha appliqué seul.

Le rendement le plus faible est obtenu avec l'Aviator Xpro à 0.5L/ha (demi-dose).

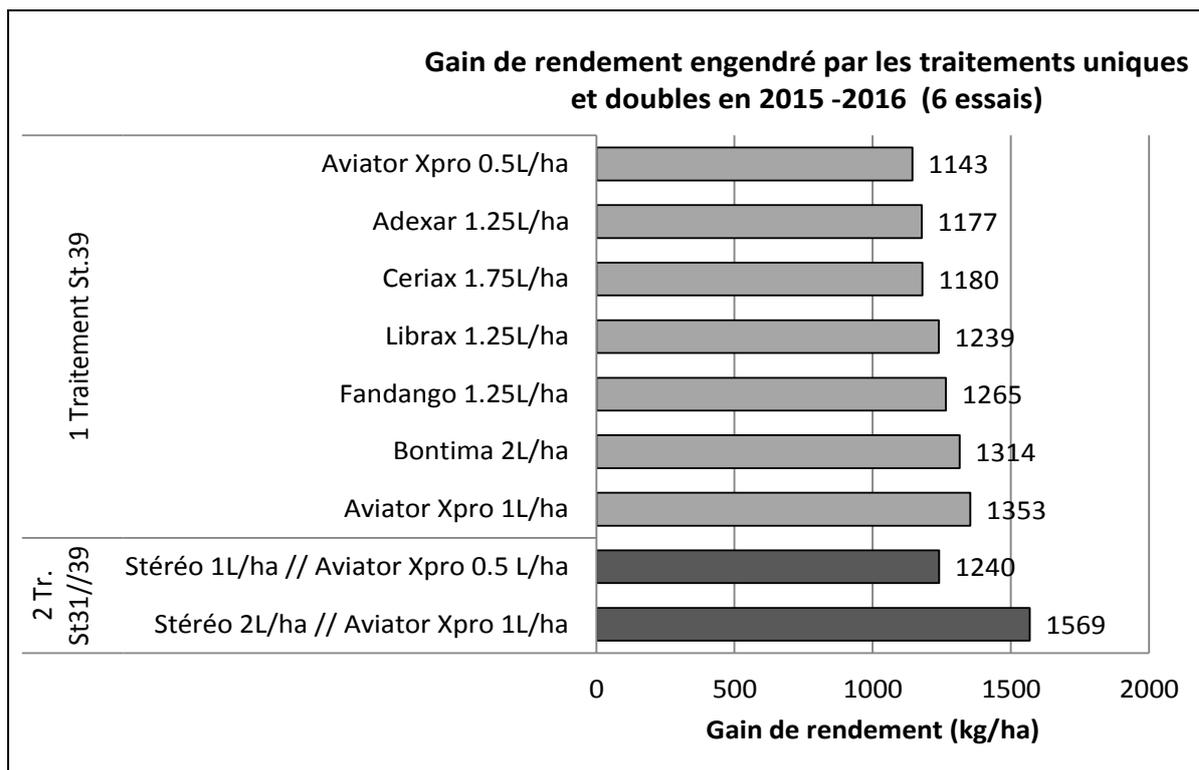


Figure 6.28 : Gain de rendement en moyenne en 2015 et 2016 (6 essais). Les barres gris clair représentent les traitements uniques et la barre gris foncé représente le double traitement.

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

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

Utilisé comme partenaire, **le chlorothalonil reste une valeur sûre contre la ramulariose.**

2.2.3 Essais réductions de dose des fongicides en escourgeon à Lonzée

B. Monfort

a. Programmes fongicides en escourgeon à Lonzée de 2007 à 2016 : un ou deux traitements ? Pleine dose ou demi-dose ?

L'objectif des essais « programmes fongicides » installés à Lonzée – GxABT depuis 2007 est de comparer l'efficacité des programmes de traitements : traitement unique (appliqué à la dernière feuille) ou double (en montaison, puis à la dernière feuille), à dose agréée ou à demi-dose ; l'objectif n'est pas de déterminer les meilleures associations de produits. En général, suivant les conseils de fumure, la fumure azotée pendant le tallage est toujours faible sinon nulle sur le site de Lonzée, ce qui explique peut-être les relativement faibles pressions de maladies et donc faibles augmentations de rendement apportées par les fongicides (Tableau 6.12).

Tableau 6.12 : Produits testés de 2007 à 2016. Le fongicide de dernière feuille (Fdf) est appliqué seul ou avec un fongicide en montaison (Fmont).

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

Ces essais ont été réalisés sur les variétés à priori les plus sensibles aux maladies et les produits les plus « hauts de gamme » de l'année (Tableau 6.12). Les coûts moyens ont été actualisés à 2016, respectivement 68 €/ha et 80 €/ha pour les prix des fongicides en montaison et en dernière feuille. Un passage avec le pulvérisateur a été estimé à 15 €/ha. Dans cet article l'analyse économique est faite avec un prix de vente d'objectif (minimum espéré) de 150 €/t culture en escourgeon. En dessous de ce prix de vente, la culture de l'escourgeon manque de rentabilité et est le plus souvent abandonnée.

Comme en 2015 l'essai programme a été réalisé en 2016 sur 2 variétés de sensibilité contrastée vis-à-vis des maladies, Volume et Tonic. Les gains de rendements liés aux fongicides sont du même ordre de grandeur mais inversés pour les variétés : Tonic, plus sensible aux maladies, a répondu légèrement

plus aux traitements fongicides (+ 18 q/ha en moyenne) que Volume (+ 15 q/ha en moyenne) et l'amélioration du revenu avec les traitements est donc un peu plus importante avec Tonic en 2016. Le Tableau 6.15 donne dans les colonnes 2016 et 2015 les réponses moyennes des 2 variétés.

Le Tableau 6.13 fournit pour Lonzée les augmentations moyennes suite à l'application des fongicides à ½ dose agréée ou à dose normale ; le fongicide de dernière feuille (Fdf) étant appliqué seul ; le fongicide en montaison (Fmont) étant appliqué en plus du Fdf appliqué à pleine dose. On constate que l'amélioration moyenne des rendements liée aux traitements fongicides est de l'ordre de 15 q/ha, ce qui correspond à la nuisibilité moyenne observée dans le Nord de la France.

Tableau 6.13 : Augmentations moyennes des rendements (en q/ha) observées suite à l'application des fongicides de 2007 à 2016.

2007-2016	gain moyen (qx/ha)	
	Dose normale	1/2 dose
Fdf	9,9	8,9
Fmont	5,1	4,6

Le Tableau 6.14 renseigne les augmentations de rendements nécessaires pour rembourser le coût du traitement (ou la différence de prix entre 2 fongicides) à différents prix de vente de la récolte.

Tableau 6.14 : Augmentations de rendement nécessaires (en q/ha) pour payer le traitement fongicide (ou la différence de prix entre 2 fongicides).

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

Le Tableau 6.14 : Augmentations de rendement nécessaires (en q/ha) pour payer le traitement fongicide (ou la différence de prix entre 2 fongicides). Tableau 6.15 donne les rendements moyens (en q/ha) tandis que le Tableau 6.16 donne les gains (en €/ha) apportés par ces différents programmes dans les conditions financières données ci-dessus. La dernière colonne présente les moyennes de 2007 à 2016.

6. Lutte intégrée contre les maladies

Tableau 6.15 : Rendements moyens en quintaux/ha ; Lonzée (2007 à 2016).

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

Tableau 6.16 : Gains financiers (€/ha) apportés par les différents programmes de traitements fongicides - (Lonzée : 2007 à 2016), calculés sur les bases suivantes : fongicide montaison à pleine dose = 68 € ; fongicide dernière feuille à dose pleine = 80 € ; passage = 15 €/ha ; prix de vente escourgeon = 150 €/t. En caractères gras, le programme économiquement le plus rentable de l'année.

protection fongicide		PA = 68 80 PV = 150			bénéfice / ha (€/ha) =							
Montaison	Dernière feuille	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	moy 16-07
-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	Dose normale	104	98	63	15	100	-80	1	52	25	152	53
-	Demi dose	130	154	89	49	92	-37	47	79	17	172	79
Dose normale	Dose normale	113	105	52	16	39	-103	19	71	25	132	47
Demi dose	Dose normale	161	140	100	43	77	-87	32	78	22	161	73
Demi dose	Demi dose	157	134	87	74	85	-57	22	115	45	143	81

A Lonzée en 2016 les maladies se sont installées en cours de montaison mais montraient peu de symptômes sur les nouvelles feuilles, ceux-ci explosant littéralement dès l'étalement de la dernière feuille et le programme de traitement le plus rentable a été un double traitement, à ½ dose en montaison puis à dose normale (agrée) en dernière feuille.

En 2016, les deux variétés Tonic et Volume ne se différencient pas pour le choix du programme de traitement et une moindre intensification avec un double traitement à 1/2 doses ne devient le programme le plus rentable qu'avec un prix de vente inférieur à 120 €/t.

En 2015 le meilleur programme moyen était d'un seul traitement à ½ dose en dernière feuille, mais pour Tonic le double traitement à ½ dose en montaison puis à dose normale en dernière feuille était aussi justifié économiquement. Cette intensification ne se justifiait en moyenne à Lonzée en 2015 que pour un prix de vente supérieur à 180 €/t.

Une intensification avec le programme double traitement à doses normales n'est jamais justifiée à Lonzée, même pour un prix de vente de 200 €/t.

En moyenne depuis 2007, dans les mêmes conditions financières, la meilleure rentabilité est obtenue avec un double traitement à ½ doses, suivie de très près par le programme d'une ½ dose seulement sur la dernière feuille. Il est à remarquer que pour un même indice de traitement, le double traitement à ½ doses est quasi toujours plus rentable que le seul traitement en dernière feuille à dose normale agrée (ce ne l'est pas en 2007 et 2012).

En conclusion : Quel que soit le prix de vente, il convient de souligner que de 2007 à 2016, le traitement en montaison à pleine dose (normale ou agréée) n'a jamais été justifié sur le site de Loncée (GxABT), où l'espérance d'amélioration moyenne des rendements liée aux fongicides (= moyenne des améliorations observées par le passé) est de l'ordre de 15 q/ha. En présence de symptômes de maladies à ce stade le traitement en montaison est généralement justifié et à ce stade une 1/2 dose est toujours suffisante.

b. Résultats des réductions de doses du traitement « Dernière feuille » à Loncée (GxABT) de 2012 à 2016

La figure suivante (Figure 6.29) regroupe les moyennes d'efficacités des fongicides à différentes réductions de doses observées dans 28 essais menés à Loncée de 2012 à 2016 sur escourgeons (ES) et orges de printemps (OP) avec 14 à 69 comparaisons aux différentes doses réduites. Les efficacités aux différentes réductions de dose sont exprimées en pourcent de l'efficacité maximale (100%) observée avec le traitement appliqué à la dose agréée. Les produits testés sont essentiellement des SDHI mais aussi les fongicides les plus performants à base de strobilurines utilisés à 100, 75, 66, 50, 33, 25 % de la dose agréée. Les essais, pour être pris en compte, devaient au moins avoir des différences statistiques entre les objets traités et non traités.

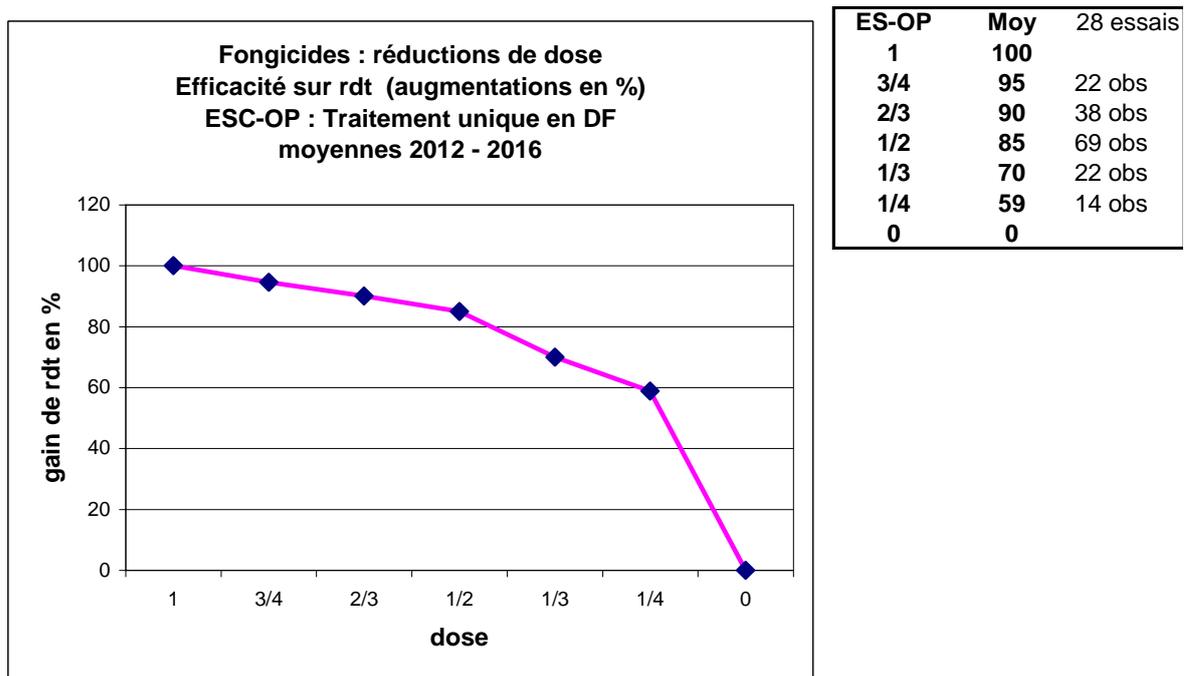


Figure 6.29 : pertes d'efficacités moyennes sur les gains de rendements liés aux traitements fongicides sur la dernière feuille (en %) avec les réductions de doses. Sur base de 28 essais à Loncée –GxABT.

On avait montré dans le Livre Blanc Céréales de 2015 que les pertes d'efficacité sur les augmentations de rendement exprimées en % étaient très comparables (sinon identiques) en escourgeon et en orge de printemps, quelles que soient les augmentations de rendements potentielles (5 ou 30 q/ha par exemple) quand les produits sont utilisés à pleine dose ! Raison

6. Lutte intégrée contre les maladies

pour laquelle les observations en escourgeon et en orge de printemps ont été rassemblées dans le même graphique.

Le regroupement des résultats observés dans les nombreux essais, sur plusieurs années et différents fongicides démontre que ceux-ci conservent une importante efficacité avec les réductions de dose : 95 % à $\frac{3}{4}$ de dose, 90 % à $\frac{2}{3}$ de dose, 85 % à $\frac{1}{2}$ dose, 70 % à $\frac{1}{3}$ de dose et toujours 59 % en moyenne à $\frac{1}{4}$ de dose (uniquement expérimentée en 2016) !!

Ces valeurs ne sont pas des absolus mais elles donnent une tendance qui devrait se préciser avec les prochains essais. L'idéal serait de pouvoir faire cette recherche pour les différents fongicides séparément, mais expérimentalement ce ne peut être réalisé qu'avec de très gros budgets.

Sur base de ces constatations, le tableau suivant (repris du Livre Blanc Céréales de l'an passé) donne, en tenant compte des efficacités moyennes sur les gains de rendements liés aux traitements, le coût du traitement à pleine dose (75 ou 110 €/ha), du prix de vente de la récolte (130 à 170 €/t) et de l'espérance de gain de rendement (gain historique moyen du traitement de dernière feuille de l'exploitation), les doses les plus économiques à appliquer pour avoir la meilleure rentabilité du traitement sur la dernière feuille à Lonzée.

Tableau 6.17 : Doses optimales économiques d'un traitement fongicide sur la dernière feuille tenant compte de l'espérance d'augmentation de rendement (gain historique moyen de l'exploitant en quintaux), de la perte d'efficacité moyenne observée avec les réductions de doses, du prix de vente de la récolte et du coût du traitement fongicide. Sur base de 28 essais réductions de doses à Lonzée – GxABT (2012 à 2016).

Coût du fongicide DF à dose agréée (€/ha) : 75		coût du passage (€/ha) : 15														
		espérance de rendement (gain historique moyen de l'exploitation)														
PV orge		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
130 €/t	0	0	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3	1	1	1	1	1	1
140 €/t	0	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	1	1	1	1	1	1	1
150 €/t	0	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	2/3	2/3	1	1	1	1	1	1	1	1
160 €/t	0	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	1	1	1	1	1	1	1	1
170 €/t	0	1/3	1/3	1/2	1/2	2/3	2/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Coût du fongicide DF à dose agréée (€/ha) : 110		coût du passage (€/ha) : 15														
		espérance de rendement (gain historique moyen de l'exploitation)														
PV orge		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
130 €/t	0	0	1/3	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3	1	1
140 €/t	0	0	1/3	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3	1	1	1
150 €/t	0	0	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3	1	1	1
160 €/t	0	0	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	1	1	1	1	1
170 €/t	0	0	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	2/3	2/3	2/3	1	1	1	1	1

Sur base de ces résultats, on devrait donc à Lonzée, avec une espérance moyenne de 10 q/ha d'augmentation des rendements avec un traitement fongicide coûtant 75 €/ha à dose pleine, ne l'employer qu'à $\frac{1}{2}$ dose quel que soit le prix de vente (de 130 à 170 €/t). Avec un traitement plus coûteux (110 €/ha) souvent conseillé à $\frac{2}{3}$ de dose, on ne devrait dans ces mêmes conditions n'appliquer le traitement qu'à $\frac{1}{3}$ dose.

Ce n'est que au-delà d'une espérance d'augmentation de 20 q/ha de rendement au stade dernière feuille qu'un traitement à 75 €/ha devrait être appliqué à pleine dose ...

Il est important pour éviter les résistances, surtout avec les réductions de doses, d'alterner les matières actives lorsque les maladies présentes justifient un double traitement fongicide.

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

2.3 Les variétés répondent différemment à la protection fongicide

2.3.1 Caractéristiques des variétés testées dans le réseau post inscription

O. Mahieu, B. Monfort, G. Jacquemin

Il est primordial de bien connaître les atouts et faiblesses des variétés pour adapter leur conduite phytotechnique, notamment en ce qui concerne la protection fongicide. Et cela passe notamment par une bonne connaissance de la sensibilité des variétés aux maladies. Le Tableau 6.18 permet l'acquisition rapide de cette information.

Tableau 6.18 : Caractéristiques des variétés d'escourgeon en essais à Gx-ABT, au CARAH et au CRA-W – Moyennes calculées sur 4 ans.

Variété	Firme	Nombre d'années d'essai	Helmintho sporiose	Rhyncho sporiose	Rouille naine	Oïdium	Grillures	Taches léopard	Précocité épiaison (0=le plus tardif)	Verse (1=le plus sensible)	Hauteur (cm)
Anja	Rigaux	4	8,0	7,1	5,5	8,0	4,4	7,2	4,0	7,2	111
Bazooka (H)	Syngenta	1	7,6	8,0	4,1		4,0	8,0	4,2	7,5	123
Berline	Matton Limagrain	2	7,6	6,3	6,5	7,0	4,0	7,4	1,9	6,7	90
Casino	Jorion-Philip seeds	3	8,0	6,7	6,1	6,1	2,9	8,6	5,5	5,9	101
Daxor	Jorion-Philip seeds	4	8,1	5,1	5,6	7,5	5,9	7,2	3,1	8,3	95
Domino	Jorion-Philip seeds	1	7,4	7,6	5,4		2,0	6,4	6,0	5,4	112
Etincel	Jorion-Philip seeds	4	6,9	6,7	5,9	6,6	4,2	7,0	6,6	6,0	98
Hobbit (H)	Syngenta/Aveve	4	8,0	7,6	6,0	6,6	6,3	7,1	3,9	6,7	109
Keeper	Rigaux	1	8,3	6,4	5,2		4,5	5,6	3,3	7,4	118
Kosmos KWS	Rigaux	1	8,3	6,7	3,2		2,0	5,0	3,0	7,2	106
Mercurioo (H)	Syngenta	1	7,8	8,1	4,6		6,2	8,0	4,0	7,5	119
Meridian KWS	Aveve	4	7,7	7,9	6,1	7,8	5,0	7,1	4,9	6,7	112
Monique	Jorion-Philip seeds	1	7,2	6,5	5,4		2,0	5,1	4,7	7,1	110
Quadra (H)	Syngenta	4	7,9	8,1	5,0	7,5	4,3	7,0	4,2	7,3	109
Quadriga	SCAM	4	7,9	7,4	4,8	7,5	5,3	7,5	3,6	8,2	111
Rafaela	Matton Limagrain	4	8,4	5,7	4,4	7,7	4,1	7,2	7,6	6,1	106
Smooth (H)	Syngenta/Rigaux	4	7,6	7,8	5,3	7,3	4,9	7,0	6,9	7,7	105
Tectoo (H)	Syngenta	1	8,0	8,2	4,4		3,5	7,5	4,6	8,0	119
Tenor	Rigaux	4	7,4	8,0	6,4	8,2	5,6	6,2	2,9	8,1	112
Tequila LG	Matton Limagrain	2	6,7	8,3	4,0	8,0	4,5	6,7	4,8	4,8	112
Tonic	Aveve	4	7,8	6,7	4,2	7,8	3,9	5,2	5,6	7,4	107
Trooper (H)	Syngenta	2	7,8	8,0	5,3	7,3	3,0	6,7	4,3	7,6	105
Unival	SCAM	4	7,8	6,7	6,0	6,6	5,6	6,4	4,8	7,5	114
Verity	Rigaux	1	7,3	5,3	3,8		6,0	5,9	4,5	7,5	113
Veronika	Matton Limagrain	2	7,8	7,1	6,6	8,0	4,8	6,7	3,8	5,4	111
Volume (H)	Syngenta/Scam	4	7,2	7,7	6,4	7,3	6,3	6,8	3,5	7,6	102
Wootan (H)	Syngenta	2	8,0	8,2	4,5	7,3	3,9	7,3	3,7	7,3	108
Zzoom (H)	Syngenta	4	7,7	7,4	5,7	8,0	4,2	7,2	5,7	7,8	101

Ce tableau est basé sur les cotations des différents essais variétaux du CARAH, du CRA-W et de GxABT depuis 4 ans au plus (voir colonne nombre d'années d'essai). Les maladies les plus dommageables, lorsqu'elles sont très présentes, sont l'helminthosporiose et la rhynchosporiose mais la rouille naine et la ramulariose ne sont plus à négliger à l'image des

6. Lutte intégrée contre les maladies

années 2014, 2015 et 2016.

2.4 Valorisation de la protection fongicide par les principales variétés en 2016

O. Mahieu

a. Objectifs

Le but de cet essai était de comparer sur dix variétés le gain de rendement obtenu par une protection fongicide à 2 traitements (stades 31+39) comparée à une protection à un seul traitement (stade 39), pour ensuite en évaluer le revenu financier.

Le revenu financier se calcule en déduisant le coût du traitement de montaison du revenu brut (rendement/ha multiplié par le prix de l'escourgeon) en €/ha, pour un prix de l'escourgeon fixé à 125€/t.

b. Conditions générales

Cet essai a été implanté à Ath par le CARAH sur 10 variétés choisies pour leur représentativité, dont les diverses caractéristiques et notamment leur sensibilité aux maladies sont reprises dans le Tableau 6.18.

La modalité d'application de la fumure a été de 175 kg N/ha en 3 fractions (70-50-55).

L'essai comparait deux niveaux de protection dont les détails sont repris dans le Tableau 6.19.

Tableau 6.19 : Modalités d'application des deux niveaux de protection fongicide.

Niveau de protection	Produit	Dose (L/ha)	Stade 31	Stade 39	Date application
Un traitement	Aviator Xpro	1		x	2/05/2016
Deux traitements	Fandango + Stéréo	0,75 + 1	x		10/04/2016
	Aviator Xpro	1		x	2/05/2016

Les maladies présentes dans ces essais étaient principalement la rouille naine et la ramulariose, la pression en helminthosporiose et en rhynchosporiose étant plus faible.

Les résultats traités et non traités d'un essai variétal adjacent donnent une bonne indication de la nuisibilité de ces maladies pour le panel de variétés testées dans cet essai. Elle a atteint 2 100 kg/ha en moyenne. Le graphique ci-dessous (Figure 6.30) montre la perte de rendement de chaque variété en l'absence de traitement, comparée à deux traitements fongicides aux stades 31 et 39.

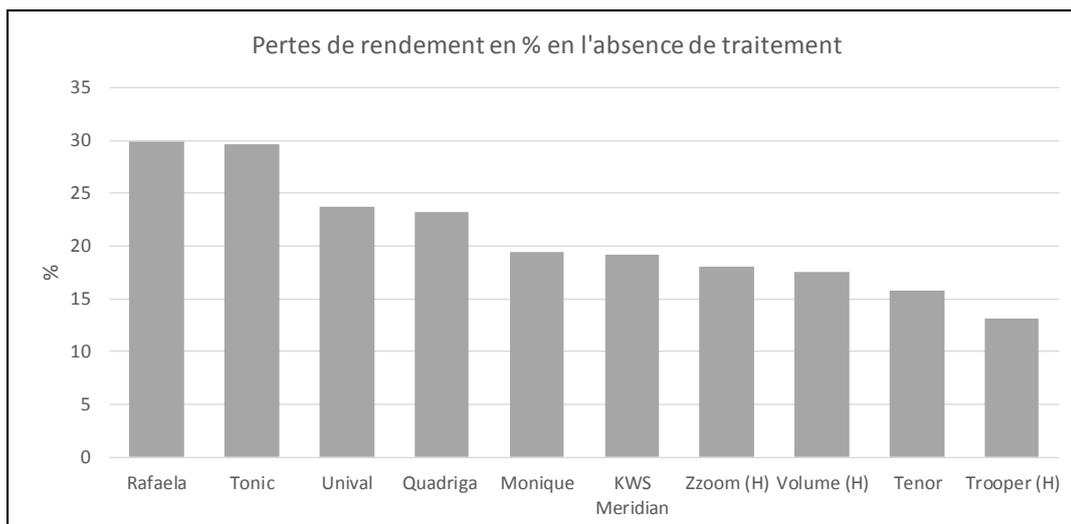


Figure 6.30 : Perte de rendement en l'absence de traitement comparée à une protection fongicide à 2 traitements (31+39) exprimée en % (essai variétal, CARAH, Ath - 2016)

c. Résultats

Le graphique de la Figure 6.31 montre que le traitement de montaison apporte systématiquement un **gain de rendement** pour l'ensemble des variétés testées. En moyenne, cet apport est de 380 kg/ha, et est statistiquement significatif. Les extrêmes sont de 70 à 600 kg/ha selon la variété. Ce sont les variétés Zzoom, Tonic, KWS Meridian, Rafaela et Quadriga qui donnent les gains de rendement les plus élevés.

La protection la plus complète ayant permis un gain de rendement toutes variétés confondues de 2 100 kg/ha par rapport au témoin non traité, un seul traitement au stade 39 a donc conduit à un gain de rendement important, de l'ordre de 1 720 kg/ha.

En termes de **rentabilité** (Figure 6.32), le traitement de montaison engendre en moyenne une perte nette de l'ordre de 8€/ha, ce qui revient à considérer que le gain de rendement moyen se limite à compenser la dépense du traitement de montaison. Cependant cette perte n'est pas statistiquement significative.

Pour les variétés Zzoom, Tonic et KWS Méridian, le gain généré par le traitement de montaison est d'environ 20€ net par ha. Par contre, pour les variétés Volume, Trooper, Tenor et Monique, une perte de plus de 20 €/ha a été observée.

Pour les variétés Unival, Rafaela et Quadriga, les pertes ou gains s'élèvent à moins de 10 €/ha.

6. Lutte intégrée contre les maladies

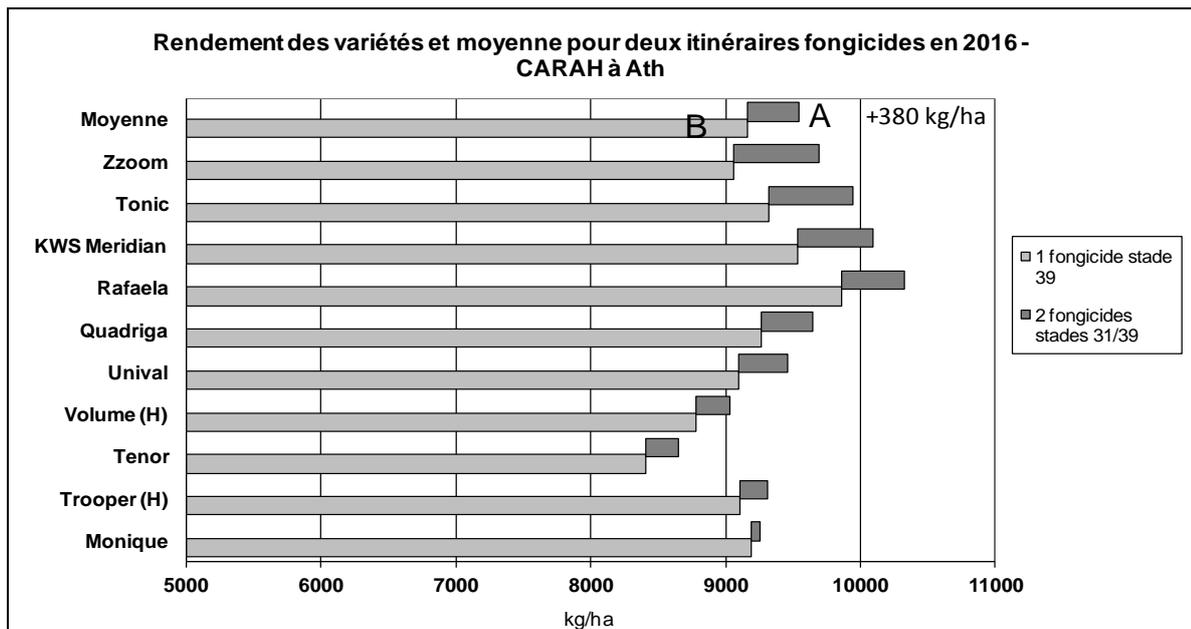


Figure 6.31 : Gain de rendement obtenu par une protection fongicide à 2 traitements (31+39) comparée à une protection à un seul traitement (39), exprimé en kg/ha - CARAH, Ath 2016. ANOVA, test de N&K.

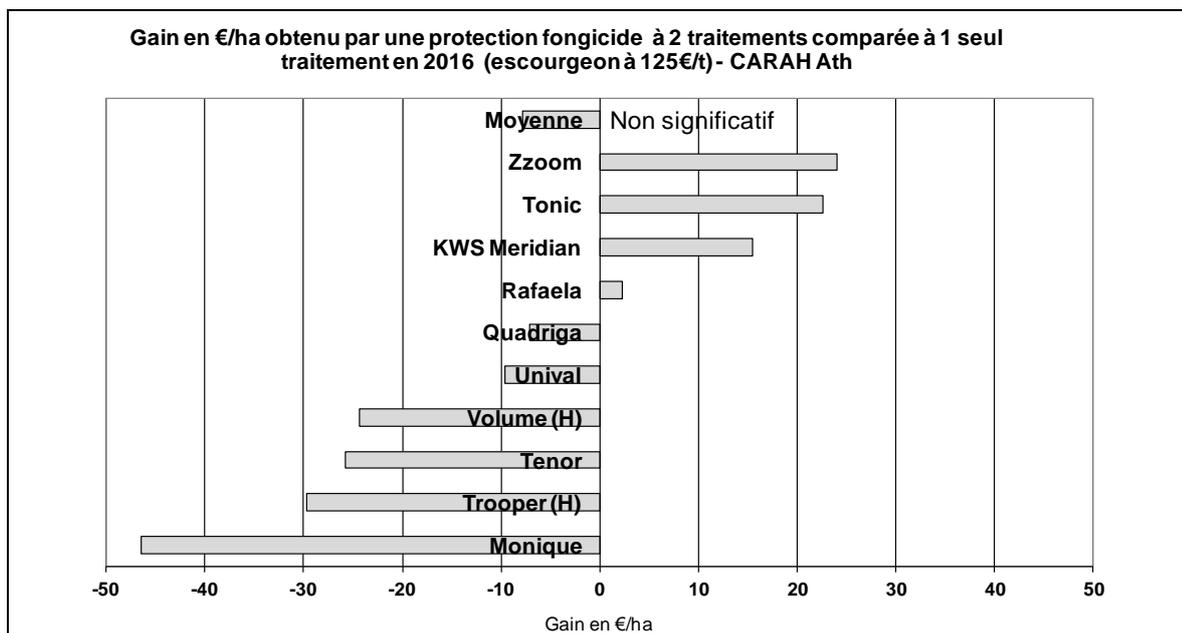


Figure 6.32 : Revenu net en €/ha obtenu par une protection fongicide à 2 traitements comparée à une protection à un seul traitement - CARAH, Ath 2016. ANOVA, test de N&K.

d. Conclusions

Les résultats de l'essai montrent, que toutes variétés confondues, l'application d'un traitement en cours de montaison a généré en moyenne un **rendement à l'hectare** significativement supérieur à celui obtenu par un traitement unique effectué au stade dernière feuille. Ceci

s'explique par la forte pression des maladies observée en 2016 dans cet essai sur l'ensemble des variétés testées (21 q/ha).

En ce qui concerne le **revenu net à l'hectare**, toutes variétés confondues, l'analyse statistique ne permet pas de différencier le traitement unique du programme à deux traitements même si des tendances sont relevées.

Nous pouvons considérer que le traitement de montaison était une assurance pour des variétés productives comme Tonic, Zzoom, KWS Meridian voire Rafaela. Paradoxalement parmi ces variétés certaines se montrent sensibles (Tonic et Rafaela) alors que d'autres comme KWS Meridian et Zzoom ne montrent pas de sensibilité particulière.

D'autre part, certaines variétés caractérisées par des notations assez faibles pour certaines maladies, ne valorisent pas du tout le traitement de montaison. C'est le cas de la variété Monique.

En année favorable aux maladies :

- Le **traitement unique** au stade dernière feuille s'avère indispensable quelle que soit la variété ;
- Un **traitement au stade 31**
 - **n'est pas payant** pour les variétés se montrant peu sensibles aux maladies comme Trooper, Tenor en 2016 ;
 - **est payant** pour les variétés montrant une forte sensibilité à une ou plusieurs maladies ;
- Ces essais montrent aussi qu'un certain nombre de variétés ne montrant pas nécessairement de sensibilité particulière, peuvent valoriser le traitement de montaison alors que d'autres notées assez sensibles à certaines maladies ne le valorisent pas. Cette particularité est par ailleurs régulièrement relevée dans les essais variétaux. Pour ce type de variété, il restera très difficile de conseiller le schéma de traitement fongicide le plus opportun.

2.5 Recommandations pratiques en protection de l'escourgeon

La section 2.5.2 détaille les mesures générales en cultures des céréales permettant à l'agriculteur de s'inscrire dans un raisonnement de lutte intégrée.

2.5.1 Connaître les pathogènes et cibler les plus importants

a. La rhynchosporiose en escourgeon

La rhynchosporiose est très souvent présente sur les feuilles les plus anciennes à la sortie de l'hiver. 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 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

6. Lutte intégrée contre les maladies

aucune n'est totalement résistante.

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

Le contrôle de la rhynchosporiose repose principalement en montaison sur le cyprodinil ainsi que sur des triazoles : prothioconazole >> époxiconazole ≥ 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.

b. 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. Sur les variétés sensibles, l'helminthosporiose est généralement très bien contrôlée par une application de fongicide réalisée au stade dernière feuille.

L'helminthosporiose est principalement contrôlée par les SDHI et leur mélange avec les strobilurines et par les strobilurines en mélange avec une triazole. Parmi les triazoles, le prothioconazole se démarque positivement. Ce dernier associé au bixafen est encore plus performant. Le fluxapyroxad associé à l'époxiconazole et la pyraclostrobine constitue aussi une bonne solution.

Depuis quelques années, des souches d'helminthosporiose résistantes aux strobilurines ont été détectées dans plusieurs pays touchés par la maladie. Le gène concerné induirait une résistance moins forte que celle observée avec la septoriose en froment. Des pertes d'efficacité peuvent cependant être observées.

c. 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.

d. Grillures et ramulariose

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

en toute fin de saison.

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

L'utilisation des SDHI, du prothioconazole et/ou de chlorothalonil en association à 500g/ha lors du traitement effectué à la dernière feuille permet de bien contrôler le développement de la ramulariose. Cette maladie est résistante aux strobilurines.

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

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

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

2.5.2 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^e 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^e 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

6. Lutte intégrée contre les maladies

suffisante, surtout avec les semoirs de précision.

Ne pas intensifier exagérément la fumure azotée (3^e 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.

Le traitement montaison ne doit donc être appliqué qu'en cas de présence significative de maladies sur les trois derniers étages foliaires sortis et suivant les avis CADCO. Ce devrait être le cas pour les variétés les plus sensibles (voir les Tableaux 6.18). Il faut empêcher que ces maladies ne s'installent sur les deux dernières feuilles. Si le développement de la culture est rapide durant cette période et que le délai avec un second traitement est réduit, la rémanence n'est pas primordiale. Pour alterner les substances actives, on privilégiera à ce stade un fongicide à base de triazole ou de cyprodinil voire une strobilurine en mélange à une triazole. En présence faible de maladies et/ou de marché défavorable, on pourrait se contenter d'une dose réduite de fongicide à ce stade.

Le traitement fongicide de dernière feuille

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

<p>Le traitement fongicide de « Dernière feuille » à base de strobilurine + triazole + chlorothalonil ou de SDHI + triazole (et/ou strobilurine) + chlorothalonil reste donc systématiquement conseillé. L'expérimentation montre qu'il est possible de réduire les doses, notamment en traitement de montaison.</p>

7. Lutte intégrée contre les ravageurs

S. Chavalle¹, L. Hautier¹ et M. De Proft¹

1	Ravageurs des céréales 1967-2017 : cinquantes années de coexistence	2
2	Saison passée, saison en cours	4
2.1	Jaunisse nanisante de l'orge	4
2.2	Dégâts de mouche des semis	5
2.3	Vers un retour de la mouche grise ?	6
2.4	Forte réserve de cécidomyie orange : danger pour 2017 !	6
2.5	Variétés résistantes à la cécidomyie orange	7
2.6	Mesurer soi-même une attaque de cécidomyie orange	8
3	Recommandations pratiques	8
3.1	Protection contre les ravageurs en début de culture	9
3.1.1	Oiseaux	9
3.1.2	Ravageurs du sol : taupins, tipules, etc.....	9
3.1.3	Limace grise et limaces noires.....	10
3.2	Les « mouches »	11
3.2.1	Mouche grise des céréales (<i>Delia coarctata</i>)	11
3.2.2	Autres diptères	11
3.3	Pucerons vecteurs de jaunisse nanisante	12
3.4	Cicadelle vectrice du virus des « pieds chétifs du blé »	13
3.5	Ravageurs du froment en été	13
3.5.1	Pucerons de l'épi et pucerons des feuilles	13
3.5.2	Autres ravageurs du froment en été	14

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

1 Ravageurs des céréales 1967-2017 : cinquantes années de coexistence

Des ravageurs, en 1967 ?

A l'époque du premier Livre Blanc, les ravageurs des céréales n'étaient pas la première préoccupation, ni des agriculteurs, ni des agronomes. Lorsqu'il en était question, il s'agissait essentiellement d'oiseaux, de limaces ou encore d'insectes du sol, c'est-à-dire de ravageurs dont les dégâts entraînaient des pertes de plantules en début de culture. Tant que ces dernières n'étaient pas trop élevées, la culture compensait les défauts par un plus grand tallage, mais quelquefois, les pertes de plantules étaient telles que la culture ne couvrait plus le sol ; dans ce cas, la situation se compliquait par des levées de mauvaises herbes qui occupaient les surfaces libres, concurrençaient la céréale déjà amaigrie et compliquaient les récoltes.

Les bienfaits de la phytotechnie et de la mécanique

L'évolution des techniques de préparation du sol et les améliorations successives du matériel de semis ont conduit à des levées plus rapides et plus régulières, et à des emblavures moins exposées aux dégâts des ravageurs de début de culture. Ces progrès ont ouvert la voie à des techniques utilisant moins de semences, basées sur la grande faculté de tallage des céréales pour atteindre les densités d'épis optimales.

La protection de la semence

Les agronomes de Gembloux ont été précurseurs dans le développement d'une phytotechnie économe en semences et en azote. Toutefois, il n'y a pas de miracle : moins de semences accroît inévitablement la vulnérabilité aux ravageurs de début de culture. La phytopharmacie se développant, la question de la protection chimique des semences s'est alors présentée comme une option possible. Aux fongicides organo-mercuriques maîtrisant les maladies transmises par la semence (carie, charbon nu, charbon couvert, helminthosporiose, fusariose, etc.), sont venus s'ajouter des traitements insecticides visant à combattre le complexe des insectes du sol et surtout la mouche grise des céréales (*Delia coarctata*), et des produits répulsifs vis-à-vis des oiseaux.

Pendant Plusieurs décennies, l'antraquinone a été appliquée à très grande échelle sur les semences de céréales, pour prévenir des dégâts d'oiseaux, certes localement sérieux, mais globalement insignifiants. Contre les insectes, divers produits ont été essayés par traitement de la semence. Ainsi, l'aldrine et la dieldrine, insecticides organochlorés de la première heure, se sont avérés efficaces envers la mouche grise et d'autres insectes, mais toxiques envers les oiseaux, raison pour laquelle ces produits n'ont jamais été agréés en Belgique. Le lindane a été utilisé quelques années sur la semence, avec des succès inégaux. Enfin, le fonophos et le chlorfenvinphos ont été recommandés dans les années 70 et 80, dans les scénarii où les céréales étaient exposées à la mouche grise. Ces deux produits ont été définitivement bannis, et remplacés par la téfluthrine, un insecticide pyréthrianoïde

suffisamment stable dans le sol pour couvrir la période allant du semis jusqu'à la sortie de l'hiver, où ont lieu les attaques par les larves de mouche grise.

L'ère du puceron de l'épi

En été 1968, une forte pullulation de pucerons de l'épi a eu lieu en froment. Les raisons en sont obscures. On ne sait pas non plus si un tel phénomène avait déjà été observé auparavant. Toujours est-il que cette pullulation a eu pour effet d'attirer l'attention des chercheurs sur les ravageurs d'été, pucerons, cécidomyies, thrips, criocères ... dont personne, jusque-là, n'avait vraiment mesuré la nuisibilité. Une nouvelle fois, la phytopharmacie, alors en plein essor (c'était aussi l'époque des premiers traitements fongicides), apportait des outils pouvant servir de révélateur des pertes encourues. Diméthoate, phosalone, pirimicarbe, etc : les insecticides carbamates et organophosphorés ont permis de quantifier les pertes attribuées principalement aux pucerons, et, dans le même temps, ce type de traitements est entré dans les pratiques. L'impact des pucerons d'été s'est avéré très variable d'une année à l'autre et très imprévisible. Malgré une vingtaine d'années de travaux intensifs, les chercheurs de plusieurs équipes européennes n'ont pas réussi à décrypter la dynamique des populations de ces ravageurs jusqu'à aboutir à un modèle prévisionnel fiable : dans la « grande machine à produire du puceron » il y a trop de phénomènes biologiques complexes, trop d'interactions entre les espèces en jeu pour permettre de modéliser.

La dernière grande pullulation de pucerons du froment en été remonte à 2004. Pourquoi cette année-là ? Il n'y a jamais eu d'explication convaincante à ce constat. On n'est certain que d'une seule chose : la dynamique des pucerons est essentiellement fonction de l'efficacité de leurs parasitoïdes, de leurs prédateurs et de leurs mycoses.

Montée en puissance de la jaunisse nanisante

Lorsque le premier Livre Blanc a paru, cette virose n'était connue en Belgique que sporadiquement sur avoine de printemps, où on parlait de la « maladie des feuilles rouges ». Les premières grosses infections en escourgeon datent de la fin des années 70. Depuis, ce problème s'est considérablement aggravé et étendu de plus en plus fréquemment au froment et aux autres céréales semées en automne. Pourquoi une telle évolution ? Les pucerons véhiculant ce virus colonisent aussi bien les céréales que le maïs. Tant que ce dernier était peu cultivé en Belgique, le réservoir de virus s'éteignait chaque année avec le dessèchement des céréales. Une fois le maïs présent, un relai s'est installé : les pucerons quittant les céréales sénescents ont pu migrer vers le maïs en juillet, et faire le parcours inverse en octobre, à la saison où les récoltes de maïs correspondent au début du développement des céréales. De maïs en céréales, puis de céréales en maïs, le virus peut constituer des réservoirs toujours plus importants, qui conduisent à une pression grandissante. La rupture de telles amplifications ne peut venir que de phénomènes météorologiques précis : soit de mauvaises conditions de migration du maïs vers les jeunes emblavures de céréales (automne pluvieux, frais, venteux), soit mieux encore : un hiver précoce et suffisamment froid pour détruire les pucerons dans les céréales, ce qui éteint les amorces d'épidémie. Les dernières années ont plutôt vu des étés indiens et des hivers très doux, si bien que la jaunisse nanisante, quasi inexistante voici 50 ans, est devenue une menace parmi les plus graves pour nos céréales d'hiver.

Cécidomyie orange : menace réelle ou dernier dada des chercheurs de Gembloux ?

L'étude de la cécidomyie orange a débuté en 2005 à Gembloux. On sait aujourd'hui que ce ravageur est commun et nuisible. On sait par exemple qu'en 2015, avec un niveau d'attaque de 3 larves par épi, il a dû coûter entre 3 et 8 % du rendement sur l'ensemble de la région wallonne, toutes situations confondues (y compris les champs traités et les champs semés avec des variétés résistantes). On est quasi certain qu'il a coûté bien plus encore en 2016 (parfois plus de 20 larves par épi). Enfin, on redoute des attaques exceptionnelles en cas de conditions favorables à l'insecte au printemps 2017.

S'agit-il d'un ravageur nouveau ou invasif ? Pas du tout. Cet insecte est chez lui en Wallonie depuis qu'on y cultive des céréales et peut-être même bien avant. Il est simplement discret. Discret par sa taille de moucheron minuscule, discret par ses mœurs crépusculaires ou nocturnes. Discret par sa signature : des grains de blé atrophiés, trop légers pour arriver jusque dans les trémies. Pendant 50 ans et plus, cet insecte est sans doute passé inaperçu, et a commis ses méfaits, juste sous le nez des dizaines d'agronomes attentifs, qui se sont succédés aux séances du Livre Blanc !

2 Saison passée, saison en cours

2.1 Jaunisse nanisante de l'orge

L'automne-hiver 2015-16 extraordinairement doux avait conduit à un développement inédit de la jaunisse nanisante en céréales d'hiver. Au-delà de l'escourgeon et des premiers froments qui avaient été légèrement colonisés dans le courant d'octobre, les semis de novembre et même de décembre ont également pu être infestés dès la levée, ce qui constitue un précédent en Belgique. Un avertissement émis le 16 novembre 2015 signalait cette situation exceptionnelle et le risque qu'elle représentait.

L'hiver n'ayant pas détruit les pucerons partout, une infection printanière était à redouter dans les champs non protégés, si bien qu'un avertissement a été lancé à la sortie de l'hiver pour toutes les régions du pays (séance du Livre Blanc Céréales du 24/02/16, et avis du CADCO début mars 2016), invitant à traiter toute céréale dans laquelle des pucerons, même peu abondants, pouvaient être trouvés.

Dans la plupart des régions, un seul traitement insecticide effectué vers le 10-15 novembre a suffi à maîtriser la jaunisse nanisante, seules quelques plages de un à deux mètres de diamètres pouvant se révéler çà et là. En revanche, dans les régions les plus chaudes, l'infection post-hivernale s'est propagée après l'hiver, quelquefois jusqu'à atteindre 100 % de la surface, notamment dans les plaines de l'Escaut, entre Tournai et Courtrai, et en Flandre occidentale. Dans ces régions très touchées par la virose, l'examen de plusieurs situations (dates de semis, dates de traitements insecticides, niveaux d'infection) montre que les traitements conseillés par le CADCO, quand ils ont été appliqués, ont permis de maîtriser la jaunisse. Dans les situations les plus difficiles, l'infection post-hivernale n'a pas pu être bloquée avant la dernière décade de mars, en raison de l'impossibilité d'accéder aux terres.

Dans pareils cas, des plages infectées de 0.5 à 1 mètre de diamètre se sont révélées au cours de la montaison, et ont vraisemblablement entraîné une légère perte de rendement.

Cette large infection au printemps s'est prolongée par une forte proportion de pucerons virulifères au début de l'automne 2016, si bien que les avertissements du CADCO, dès le 4 octobre, ont invité à suivre l'évolution de l'infestation par des comptages dans chaque parcelle, et ont donné les seuils d'intervention.

Finalement, l'hiver s'est installé, mettant fin aux vols de pucerons et laissant les dernières emblavures levées exemptes de pucerons. Puis, le froid de janvier 2017 a définitivement éteint l'épidémie en détruisant les pucerons présents dans les céréales, si bien qu'on peut désormais considérer que la menace est écartée.

2.2 Dégâts de mouche des semis

Localement, des défauts de levées parfois graves ont été observés dans des semis de froment succédant à des chicorées ou à des betteraves arrachées tôt (septembre 2016). Ces dégâts ont été provoqués par la mouche des semis (*Delia platura*) et non par la mouche grise (*Delia coarctata*).

La mouche des semis est commune partout en Belgique, et se développe pour partie dans la matière organique en décomposition, et pour partie au détriment de diverses plantes. Contrairement à la mouche grise, qui n'a qu'une génération par an, la mouche des semis peut en avoir plusieurs. Les parcelles de chicorées ou de betteraves arrachées tôt constituent des sites de ponte très attractifs. Il suffit de quelques jours de beau temps après l'arrachage pour que plusieurs centaines d'œufs soient déposés par mètre carré. Les larves entament leur phase alimentaire en se nourrissant des feuilles en putréfaction. Après le semis du froment, les larves de mouche des semis ont tendance à quitter le matériel végétal en décomposition et sont attirées par les grains en germination. Dès qu'il est ramolli, un grain peut être attaqué par la mouche des semis. Lorsque l'attaque se porte sur une plantule déjà levée, elle se produit comme celle d'une mouche grise : la larve pénètre juste au-dessus du plateau de tallage et s'introduit dans le cœur de la plantule qu'elle ronge et détruit.

Les attaques de mouche des semis en céréales d'hiver répondent à un jeu de coïncidences assez précis :



Fréquemment, les dégâts se manifestent en bandes correspondant soit à des accumulations de feuilles de la culture récoltée, soit à des zones sans passages de roue.

Une façon efficace d'éviter les attaques de mouche des semis en céréales d'hiver est, soit d'enfouir les feuilles de chicorée ou de betterave immédiatement après l'arrachage, c'est-à-dire avant que les pontes n'aient eu lieu, soit de laisser au moins quatre semaines de délais

entre l'arrachage et le semis, c'est-à-dire le temps pour les larves de terminer leur phase alimentaire sur les résidus de la culture précédente.

2.3 Vers un retour de la mouche grise ?

Depuis plusieurs années, les hivers ont été doux et pluvieux. Le temps sec et froid de janvier 2017, avec plusieurs jours de gel continu, constitue une rupture. Il est possible que cet épisode assez froid ait favorisé la restauration dans les sols d'une porosité suffisante pour permettre le déplacement des larves de mouche grise dans leur migration vers les jeunes plantules de froment. Du fait des faibles niveaux de pontes observés en fin d'été 2016, les dégâts seront vraisemblablement négligeables au printemps 2017. Ce petit coup de froid de janvier 2017 doit néanmoins être considéré comme l'élément déclencheur d'une possible amorce de pullulation de mouche grise. Une pullulation de mouche grise atteignant des niveaux dommageables requiert au moins deux hivers favorables à l'insecte, c'est-à-dire deux hivers au cours desquels les sols sont suffisamment soulevés par le gel pour retrouver une porosité favorable aux déplacements des larves de l'insecte. Les mesures de pontes en août-septembre devraient permettre de voir si ce pronostic se vérifie.

2.4 Forte réserve de cécidomyie orange : danger pour 2017 !

Sans faire de tapage, la cécidomyie orange du blé a causé de gros dégâts en blé et en triticales cette année. Peu s'en sont rendu compte, mais dans le cortège des facteurs qui ont affecté les rendements en 2016, la cécidomyie orange a eu sa part.

Voilà plusieurs années consécutives que la cécidomyie orange du blé rencontre des conditions favorables à sa multiplication, grâce à la coïncidence entre l'émergence des jeunes adultes et l'épiaison du blé. En juin 2015, des vols importants avaient déjà été observés. Toutefois, les pontes avaient été partiellement contrariées par le vent et les températures plutôt fraîches qui avaient marqué cette période critique. Les dégâts, quelquefois assez sérieux, avaient donc été limités par ces conditions.

En 2016, en revanche, tout a concouru en faveur de l'insecte : les émergences se sont produites alors que les premiers froments épiaient, et les pontes ont bénéficié de soirées orageuses, humides et douces, idéales pour l'activité de cet insecte. Ces soirées orageuses de la toute fin mai ont favorisé l'insecte en même temps qu'elles contrariaient les traitements. Ainsi, les pontes ont atteint des niveaux très élevés dans de nombreux champs, tant en agriculture Bio qu'en conventionnelle, atteignant ou dépassant assez fréquemment les 20 larves par épi. De tels niveaux d'attaque peuvent conduire à des pertes de rendements de 15 à 25 quintaux par hectare, voire plus.

Ces larves ont quitté les épis et sont actuellement dans le sol, bien protégées dans leur cocon. Elles constituent une réserve abondante qui menace directement la saison prochaine.

Autre singularité de la saison 2016 : le parasitoïde principal de la cécidomyie orange, *Macroglènes penetrans*, a été très peu actif dans les champs, contrairement aux années précédentes. Ce deuxième élément accroît encore la menace que présente la cécidomyie orange pour la nouvelle saison céréalière : les réserves de cécidomyie orange sont très élevées, et ces dernières sont vraisemblablement très peu parasitées.

La cécidomyie orange a contribué aux très mauvais rendements fréquemment enregistrés en Wallonie en 2016.

Une importante réserve de larves s'est constituée dans les sols, si bien que la pression exercée par cet insecte pourrait être exceptionnelle au printemps prochain. Mais comment prévoir le moment des émergences ?

Pour lutter efficacement contre la cécidomyie orange, il est impératif de savoir à quel moment se produiront les vols. Selon les années, ces derniers peuvent être observés à des dates très variables, s'étendant sur une période de plus de 40 jours.

Les travaux de Guillaume Jacquemin et de Sandrine Chavalle sur la cécidomyie orange, menés ces dix dernières années au CRA-W, ont abouti au développement d'un modèle prédictif permettant de situer précisément le moment où débutent les émergences. Précédemment, plusieurs autres modèles avaient été proposés en Europe, aux Etats-Unis et au Canada, mais aucun ne s'était avéré fiable dans toutes les conditions.

Le modèle du CRA-W a donné, onze années de suite, le jour du début des émergences, avec une précision moyenne de moins d'un jour, et avec un écart maximum de deux jours par rapport à la date observée au champ. En 2015, ce même modèle, appliqué par des collègues allemands au centre de l'Allemagne, a également donné au jour près, la date du début des émergences.

Un tel outil permet donc de déterminer s'il y a risque d'attaque ou non en fonction du stade atteint par le froment au moment des émergences. Ceci permet d'éviter de traiter inutilement des froments qui ne seraient pas au stade vulnérable à la cécidomyie orange. Cet outil permet aussi de pointer les quelques jours critiques où tout va se jouer.

Le CADCO utilise désormais le modèle prévisionnel des émergences, et diffusera en saison les avertissements adéquats.

2.5 Variétés résistantes à la cécidomyie orange

Plusieurs variétés de blé ont la particularité de résister à la cécidomyie orange. Ces variétés ne permettent pas aux larves de s'alimenter, et ces dernières meurent à un stade très précoce. Un certain dégât peut toutefois être provoqué par ces attaques avortées lorsque les pontes sont abondantes. Toutefois, ce dégât est sans commune mesure avec celui que provoquent les larves parvenant jusqu'au terme de leur développement sur les variétés sensibles. L'intérêt de la résistance est double : un meilleur comportement en cas d'attaque, et le fait de ne pas permettre la multiplication de toute une génération. La culture de variétés résistantes est donc aussi une mesure d'assainissement des sols.

La liste des variétés résistantes à la cécidomyie orange du blé est disponible sur le site du CADCO : <http://cadcoasbl.be>.

2.6 Mesurer soi-même une attaque de cécidomyie orange

Les mises en garde contre la cécidomyie orange sont encore fréquemment accueillies avec incrédulité, tant cet insecte est discret. Afin de permettre à chacun de visualiser les attaques subies dans ses propres froments, une méthode très simple peut être utilisée.

L'opération consiste à recueillir les larves de cécidomyie lorsqu'elles quittent les épis au tout début juillet. A cette saison, il suffit de déposer des barquettes remplies d'eau au sol entre les lignes de froment, et de laisser les pluies stimuler les larves à quitter les épis et à tomber dans les barquettes.

Cette technique toute simple peut aussi être utilisée dans des essais, pour comparer l'attaque subie par différentes variétés, ou bien dans des essais de protection insecticide afin de mesurer l'efficacité des traitements. Elle peut enfin être utilisée en vue d'analyses visant à mesurer le taux de parasitisme, notamment par *Macroglenes penetrans*.

Cette année, le CADCO signalera le moment adéquat pour aller poser ces barquettes dans les champs.

3 Recommandations pratiques

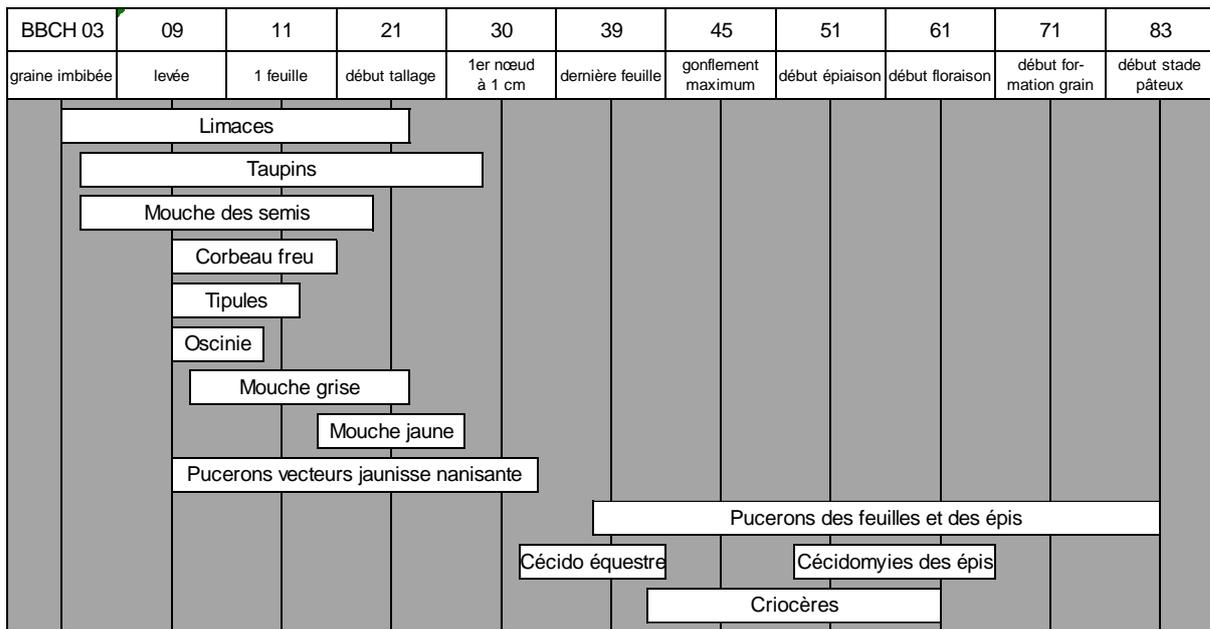
La protection des céréales contre les ravageurs vise à permettre :

- *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



3.1 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.

3.1.1 Oiseaux

Type de dégâts

Le corbeau freu (*Corvus frugileus*) 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.

3.1.2 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.

7. Lutte intégrée contre les ravageurs

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.

3.1.3 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.

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 verdifier.

Le mélange de granulés-appâts avec la semence est une technique irrationnelle, ces produits étant bien plus efficaces lorsqu'ils sont appliqués en surface.

3.2 Les « mouches »

3.2.1 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.

3.2.2 Autres diptères

3.2.2.1 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.

7. Lutte intégrée contre les ravageurs

3.2.2.2 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.

3.2.2.3 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.

3.3 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'automnes « 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.

3.4 Cicadelle vectrice du virus des « pieds chétifs du blé »

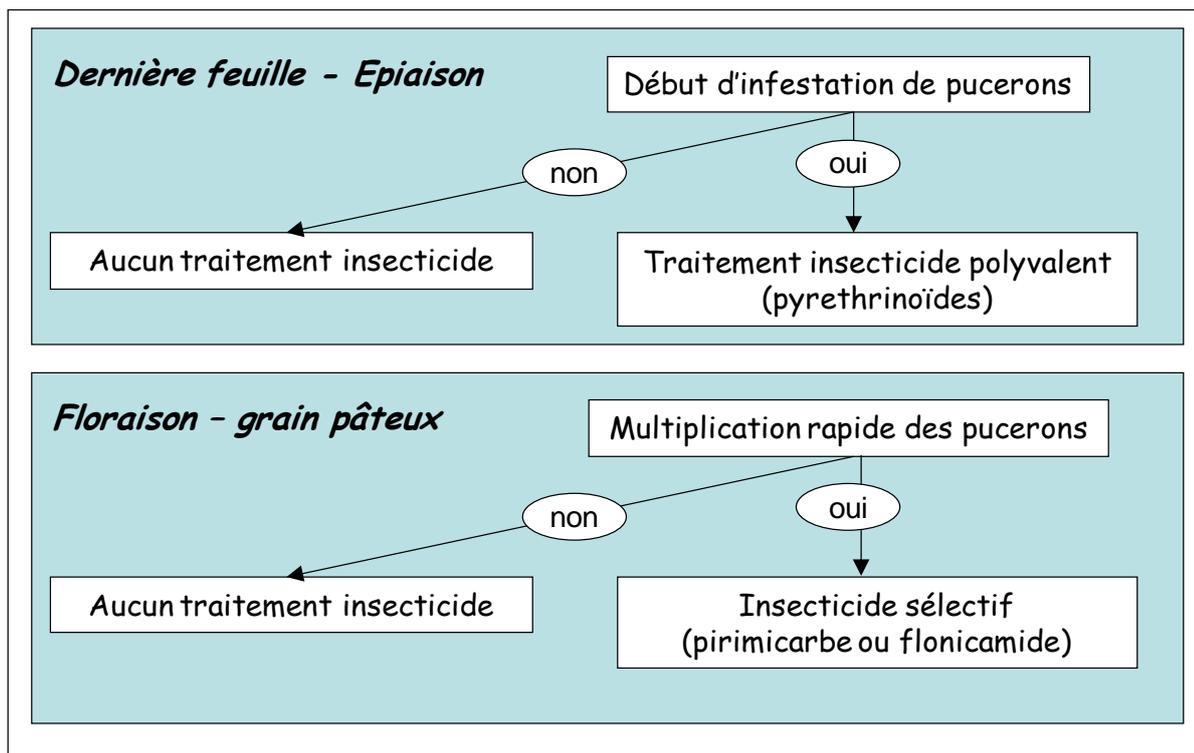
Dans le centre de la France, un virus transmis par une cicadelle (WDV : Wheat Dwarf Virus) provoque des dégâts pouvant quelquefois être graves. Là où elle sévit, cette virose est prévenue par l'utilisation de semences traitées avec des insecticides néonicotinoïdes. Même si la cicadelle vectrice (*Psammotettix alienus*) est bel et bien présente en Belgique, le virus des pieds chétifs du blé, lui, n'a jamais été observé. Ce problème fait néanmoins l'objet d'une attention constante. En effet, il n'est pas impossible que, dans les années à venir avec les changements climatiques, la distribution géographique de cette virose s'étende jusqu'à nos contrées. D'ici là, il serait évidemment tout-à-fait inutile et coûteux d'envisager quelque traitement préventif que ce soit.

3.5 Ravageurs du froment en été

3.5.1 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 :



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 pyréthrinoides (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.

3.5.2 Autres ravageurs du froment en été

3.5.2.1 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 pyréthrinoides 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).

3.5.2.2 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 lacérations longitudinales ouvrant la feuille de part en part. Les larves, quant à elles, 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.

² Disponible dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2016 ou www.livre-blanc-cereales.be ou sur le site du CADCO (www.cadcoasbl.be)

8. Orges brassicoles

B. Monfort¹

1	Introduction : la production belge d'orges de brasserie en circuits courts	2
2	Résultats d'expérimentations	4
2.1	Les variétés brassicoles	4
2.1.1	Une variété brassicole d'hiver : Etincel	4
2.1.2	Les variétés brassicoles de printemps	4
2.2	Les densités de semis en orge de printemps	5
2.3	Essais sur la fumure azotée en orge de printemps en 2016.....	6
2.3.1	Réponses des rendements et des protéines à la fumure azotée en orge de printemps à Lonzée en 2016.....	6
2.3.2	Réponses variétales à la fumure azotée des orges de printemps en 2016	7
2.3.3	Comparaison des réponses moyennes des rendements et des protéines à la fumure azotée en orge de printemps à Lonzée, de 2011 à 2016	7
2.3.4	Formes de l'engrais azoté et efficacité pour les rendements.....	8
2.4	La protection fongicide en orge de brasserie	8
3	Recommandations pratiques	11
3.1	Choix des parcelles	11
3.2	Date de semis en orge de printemps	11
3.3	Densité de semis	12
3.4	Protection des semences et des jeunes semis.....	12
3.5	Insecticide contre les pucerons jusqu'au stade 1 ^{er} nœud	12
3.6	Fumure azotée.....	12
3.7	Désherbage : normalement pas de lutte contre le vulpin	13
3.8	Stratégie de lutte contre les maladies en orge de printemps	13
3.9	Les régulateurs de croissance.....	14
3.10	Récolte des orges de brasserie	14
3.11	Stockage des orges de brasserie.....	15

¹ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGA – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

Cet article est essentiellement centré sur les orges de brasserie de printemps. Toutefois l'orge de brasserie d'hiver y est présent pour les informations sur les variétés. Vous trouverez les informations non-spécifiques des orges brassicoles hiver (caractéristiques de l'année, fongicides, régulateurs, et principes généraux de la fumure) dans les chapitres consacrés à l'escourgeon.

1 Introduction : la production belge d'orges de brasserie en circuits courts

La Figure 8.1 donne l'évolution des cotations en prix rendus Centre de la Belgique depuis la récolte 2006. De ces cotations, il faut retrancher les frais de stockage et de transport pour obtenir le prix culture (agriculteur). La récolte 2007 est emblématique avec des prix exceptionnellement élevés suite à deux récoltes consécutives très mauvaises. Le coût du malt a alors atteint des sommets et a largement été répercuté par les brasseurs dans les prix aux consommateurs, répercussion « oubliée » quand les prix se sont effondrés en 2008 et 2009. Pourtant la part des matières premières (orge, houblon ...) dans les coûts de productions de la bière est tellement faible que les variations de leurs prix, toutes autres choses restant égales, ne devraient pas influencer de manière détectable le prix de la bière au consommateur. Rétribuer correctement les agriculteurs pour la matière première de qualité ne devrait donc pas poser de problème.

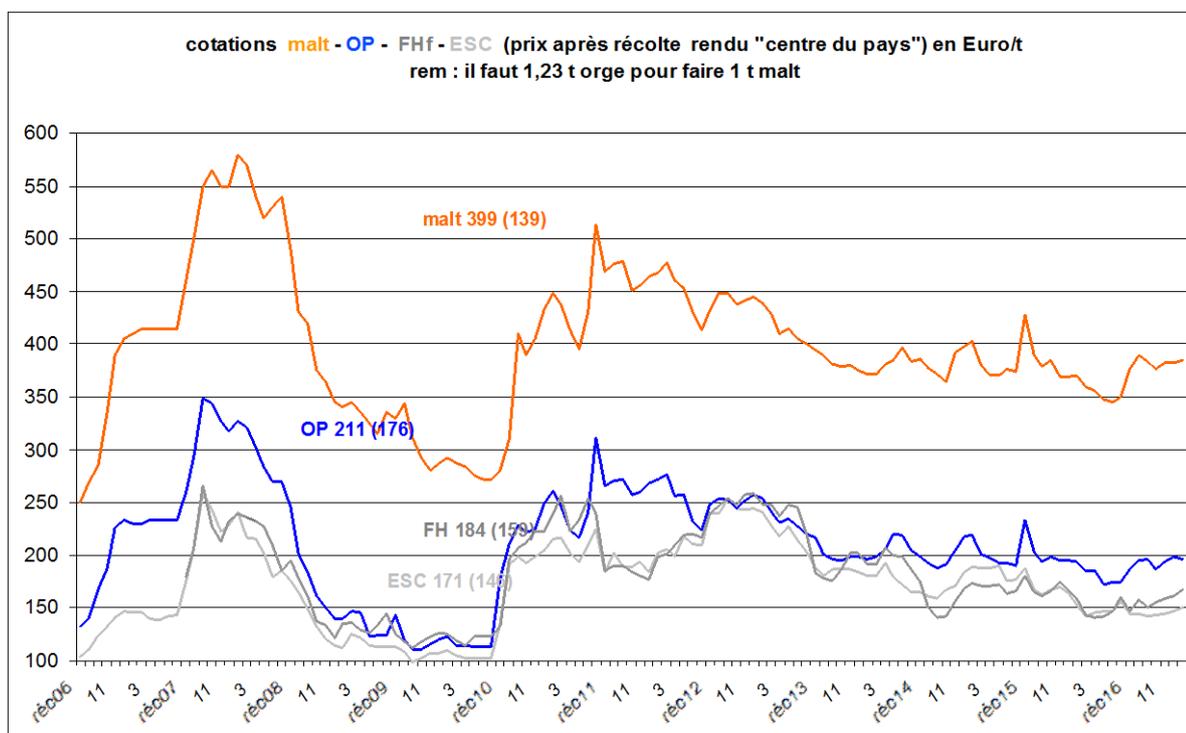


Figure 8.1 – Evolutions des cotations des céréales depuis 2006.

Or ce n'est pas le cas. L'industrie s'approvisionne au prix le plus bas sur le marché mondial à des prix insuffisants que pour rendre la culture rentable et attractive. Ainsi la différence de prix entre les escourgeons fourragers et brassicoles ne couvre généralement pas les frais de stockage différenciés (+ 10 €/t pour le surplus de soins et travail en qualité brassicole) ; la différence actuelle apparemment plus favorable au brassicole est liée à la baisse du fourrager et non à une amélioration du prix brassicole ; à leurs niveaux actuels de prix culture, la rentabilité des escourgeons laisse à désirer quelle que soit la finalité. La Figure 8.1 montre que le prix proposé dans les cotations pour l'orge de printemps (et donc son attractivité dans un cadre brassicole) ne s'est pas amélioré cette année. Pour l'orge de printemps brassicole, le prix (mondial) agriculteur est de l'ordre de 160 €/t sur base du FOB Creil rendu Belgique depuis 2013.

La démarche Terrabrew. Si on accepte sur base de comptabilité en ferme qu'il faut un prix culture de 160 €/t pour 9 tonnes/ha d'une céréale fourragère (escourgeon ou froment) pour permettre à l'agriculteur d'obtenir un revenu décent de sa culture, le prix éthique (fair trade) en orge de printemps devrait être de l'ordre de 250 €/t culture quand le rendement est de 6 tonnes/ha ; le stockeur devant aussi être justement rémunéré pour le travail supplémentaire avec les céréales de qualité (marge augmentée de 10 €/t).

A juste titre, nous sommes fiers de nos « bières belges » mais l'asbl Promotion de l'orge de brasserie, avec son label Terrabrew, les souhaiteraient aussi « bières du terroir » et donc produites avec des matières premières du terroir. Mais cette production locale d'orge de brasserie demande des prix « fair trade » stables et éthiques. Fixer un prix culture de l'ordre de 250 €/tonne d'orge de brasserie satisferait tous les partenaires de la filière, du producteur aux transformateurs, sans que l'impact sur le prix de la bière ne soit sensible pour le consommateur : augmentation d'à peine 0,9 % du prix, soit de l'ordre de 1 à 2 centimes d'Euro le litre. Quelques brasseurs-distillateurs belges ont déjà fait le pas et conclu des marchés.

2 Résultats d'expérimentations

2.1 Les variétés brassicoles

2.1.1 Une variété brassicole d'hiver : Etincel

Etincel reste la seule variété à destination de la brasserie disponible actuellement sur le marché en Belgique. Elle est comparée à la variété fourragère hybride Volume.

Tableau 8.1 : Principaux résultats en orge d'hiver brassicole en 2016 et depuis 2014. Rendements en pourcent du rendement moyen annuel des variétés (en kg/ha), paramètres de la qualité (teneur en protéines en %, calibrage en %, et poids de 1000 grains en gr).

Orges hiver	2016				2015				2014			
	RDT %	prot %	>2,5 mm	Poids 1000g	RDT %	prot %	>2,5 mm	Poids 1000g	RDT %	prot %	>2,5 mm	Poids 1000g
Etincel	96	11,4	82	36	97	8,6	90	40	101	9,0	92	41
Volume	104	12,1	64	35	103	9,7	87	43	99	9,4	88	40
	7882				12873				10946			

Source : essais ES16-01, ES15-01, ES14-02, Lonzée - Gembloux Agro-Bio Tech – CePicOP

Données culturales : en 2016 : fumure = 0-105-80 = 185 N, 2 fongicides (d/2 en montaison), 1 régulateur

Etincel, variété la plus cultivée en France, est moyennement sensible à la verse et à toutes les maladies. Sa faible propension à accumuler les protéines confirmée aussi en 2016 permet d'appliquer les mêmes calculs de fumure azotée qu'en escourgeon fourrager, sans plus devoir restreindre celle-ci par crainte de dépassement des normes de protéines.

2.1.2 Les variétés brassicoles de printemps

Comme dans les autres céréales, la chute des rendements 2016 en orges de printemps est importante, de l'ordre de 40 % quand on se réfère à la moyenne quinquennale. Aux explications climatiques déjà largement citées, il faut ajouter à Lonzée un développement inhabituel de lema (alors qu'ils étaient très peu présents en escourgeon) trop tardivement éradiqués avec un traitement au stade dernière feuille. Les maladies étaient bien présentes, mais pas plus qu'en 2015 ; par contre, en absence de chlorothalonil, l'efficacité et la rémanence des fongicides contre le complexe grillures-ramulariose ont été décevantes (comme en escourgeon). Le calibre des grains est plus faible qu'à la normale, par contre les teneurs en protéines sont restées au niveau optimal pour le débouché brassicole.

Les malteurs en Belgique s'approvisionnent prioritairement en France, d'où l'importance chez nous de la liste des variétés recommandées en France. Dans le tableau suivant, déjà commenté dans le Livre Blanc Céréales de septembre 2016, les 4 variétés **Explorer**, **Irina**, **Sebastian** et **Planet** sont recommandées dans cette liste.

Tableau 8.2 : Principaux résultats en orge de printemps. Essais EBC à Lonzée – Gx ABT CePiCOP.

Récoltes EBC – orges de printemps - en % de la moyenne des témoins													
orges de printemps brassicoles	Récolte 2016			Récolte 2015			Récoltes 2014-2012						2016 - 2012
	RDT 2016	Prot %	Calibre >2,5 mm	RDT 2015	Prot %	Calibre >2,5 mm	RDT 2014	Prot %	RDT 2013	Prot %	RDT 2012	Prot %	moy %
Variétés brassicoles témoins													
Explorer	104	10,8	89,7	99	10,6	97,2	100	10,5	99	10,2	104	10,1	101
Irina	97	9,8	80,7	101	10,4	94,3	100	10,2	104	9,6			100
Sebastian	99	10,8	89,6				100	11,1	97	10,0	96	11,2	98
Autres variétés brassicoles reconnues													
Planet	120	10	90,6	107	9,8	97,0							114
Odyssey	106	10,6	88,2	103	10,5	97,0	98	10,7	109	10,0			104
Gesine	100	10	87,2	101	10,4	97,1	105	10,5					102
Propino	99	11,3	95,0	98	10,0	92,4	99	10,5					98
Variétés à potentiel brassicole en observation													
Sangria	109	10,6	88,4	103	10,8	97,2							106
Ovation	104	11,2	84,8	104	9,8	91,1							104
Crescendo	99	10,3	86,3	104	10,5	97,9	108	10,2					103
Prunella	102	10,6	87,9	97	10,6	93,1							99
Overture	99	10,5	86,5	96	10,6	92,1	106	11	98	10,5	93	10,1	98
Laureate	103	9,6	89,7										103
Elena	102	11,3	87,2										102
Moyenne (1)	5499	10,5	86,7	9024	10,9	95,7	9109	10,6	9880	9,9	7914	10,7	8285

(1) : rendements moyens des témoins en kg/ha = 100 % de l'année de l'essai ; protéines et calibre en % (moyenne des témoins)

Planet a un potentiel de rendement exceptionnel et connaît de ce fait un très fort développement en Europe. Elle semble un peu moins sensible aux maladies excepté à la rouille naine mais par contre elle est la plus sensible à la verse (avec **Crescendo** qui n'est plus reprise dans la liste des variétés en observation).

Sebastian, la doyenne des variétés, et **Explorer** régressent fortement dans les semis mais, bien connues des malteurs, elles restent les plus recherchées. Lors de leur inscription, elles étaient les plus productives, mais sont maintenant dépassées pour ce critère. **Irina**, qui progressait dans les semis grâce à son bon potentiel, a le plus mal supporté le climat de 2016 et va régresser aussi au profit de **Planet**.

Des deux variétés **Overture** et **Sangria**, au stade « observation commerciale », seule **Sangria** montre un potentiel intéressant. Les autres variétés ne se trouvent pas ou plus sur la liste recommandée en France.

Propino est sur la liste recommandée en Grande Bretagne (et au Danemark) de même que la variété **Odyssey** pour une double finalité brasserie-distillerie (whisky. La variété **Lauréate** est maintenant aussi en observation à ce titre.

Dans tous les cas, il est primordial d'avoir l'avis de l'aval (brasseur, distillateur ou malteur, stockeur) avant d'arrêter son choix.

2.2 Les densités de semis en orge de printemps

Le tableau suivant résume les essais sur les densités de semis réalisés ces 3 dernières années. Les résultats sont donnés en % de la densité 175 grains/m², seule densité commune aux 3 essais.

8. Orges brassicoles

Tableau 8.3 : Rendements en % et densités de semis en 2014, 2015 et 2016 (Lonzée – Gx-ABT).

RDT 2016 - 2014 en % des rdt à 175 g/m ²		densité grains/m ²						
		100	125	150	175	200	225	250
2014	Concerto	94			100			100
2014	Quench	94			100			101
2015	Quench			99	100	99	100	
2015	Irina			98	100	104	104	
2016	Irina		91	91	100	99	102	
2016	Planet		98	101	100	106	102	
2016	Sebastian		94	98	100	109	102	
		94	94	97	100	103	102	101

Les semis ont été réalisés à la mi-mars dans d'excellentes conditions et ont été roulés au semis. Les résultats de 2016 amènent une différence significative favorable à la densité de 200 gr/m², densité sous laquelle il ne semble pas opportun de descendre. Semer plus dense n'améliore pas le potentiel dans ces essais. Il se confirme donc que les densités de semis en orge de printemps ne peuvent être aussi réduites qu'en orge d'hiver : les orges de printemps ont en effet peu de temps pour taller.

2.3 Essais sur la fumure azotée en orge de printemps en 2016

2.3.1 Réponses des rendements et des protéines à la fumure azotée en orge de printemps à Lonzée en 2016

La figure suivante donne les réponses des rendements et des protéines à la fumure azotée dans l'essai OP16-26 sur la variété Planet à Lonzée en 2016.

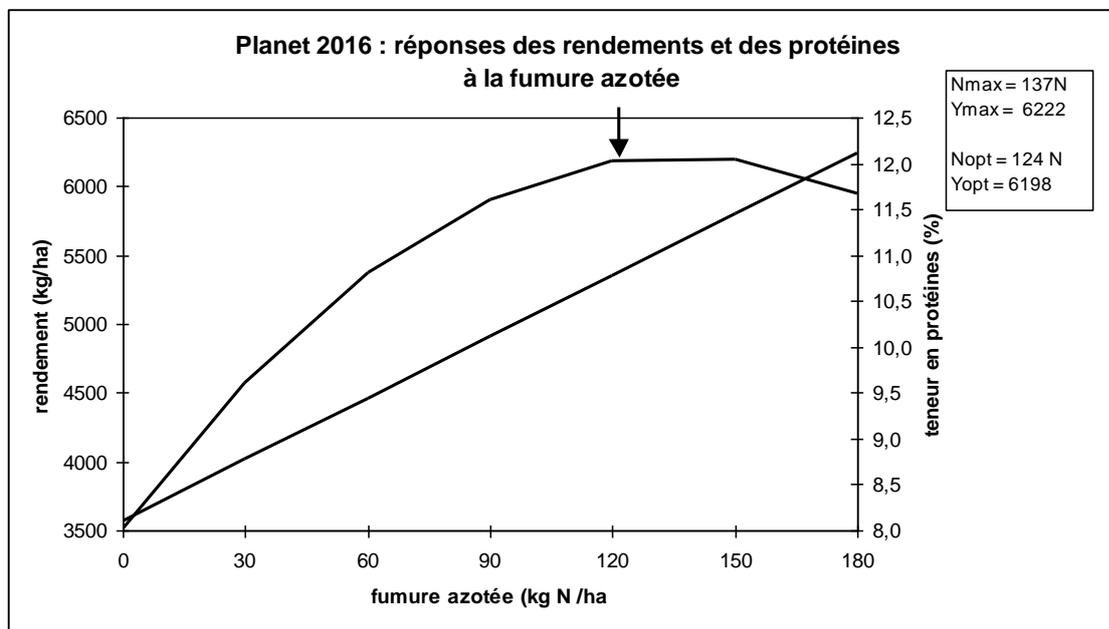


Figure 8.2 : Réponses moyennes des rendements et des teneurs en protéines à la fumure azotée croissante en 2016 (Lonzée – Gx-ABT).

La fumure optimale dans cet essai est de 124 N donnant 62 quintaux à 10,9 % de protéines. Le meilleur fractionnement se situe vers 90N à la levée avec le solde au redressement, mais

apporter toute la fumure à la levée n'entraînait pas de différence sensible. Les teneurs en protéines augmentent toujours de 0.5 % par 25 N de fumure azotée.

2.3.2 Réponses variétales à la fumure azotée des orges de printemps en 2016

Le classement des niveaux des fumures optimales des variétés communes dans les essais de comparaison en 2016 et 2015 étant totalement inversé confirme les conclusions des précédentes années qu'il n'est apparemment pas judicieux de vouloir classer les variétés dans des groupes différents d'exigence vis-à-vis de la fumure azotée.

Tableau 8.4 : Fumures azotées optimales de 9 variétés en 2016 - OP16-21 à Lonzée – Gx-ABT.

variétés	Nopt	RDTopt	prot à l'opt
Irina	131	5015	10,6
Planet	116	5890	10,4
Sebastian	120	5262	10,6
Crescendo	119	5691	10,4
Sangria	145	6093	10,5
Odyssey	123	5238	11,0
Ovation	124	5367	10,6
Propino	117	5384	10,7
Laureate	99	5484	10,1
moy	120	5464	10,5

L'intérêt de cet essai permet principalement de gommer les différences variétales annuelles et d'obtenir une valeur moyenne annuelle plus représentative. Concernant la variété Planet, on notera que malgré son potentiel plus élevé que la moyenne, sa fumure optimale est proche, ces deux dernières années, de la fumure de l'essai légèrement plus élevée en 2015, légèrement plus basse en 2016.

2.3.3 Comparaison des réponses moyennes des rendements et des protéines à la fumure azotée en orge de printemps à Lonzée, de 2011 à 2016

L'analyse de l'évolution des fumures optimales en orge de printemps depuis 2003 à Lonzée a été présentée dans le Livre Blanc Céréales de février 2016. Pour rappel, en comparant les périodes 2003 à 2009 et 2010 à 2015, les fumures optimales sont passées de 101 N à 132 N. Correspondant à ces fumures optimales, les rendements grimpaient de 76 à 87 quintaux alors que les protéines diminuaient de 11.3 % à 10.8 %.

La fumure optimale de cette récolte 2016, de l'ordre de 120 N (voir ci-dessus), reste proche de la moyenne quinquennale malgré les rendements nettement plus faibles que ces dernières années. Les protéines sont restées également très proches de la moyenne.

La Figure 8.3 intègre les résultats de 2016 à la moyenne quinquennale (2011-2015). La fumure optimale sur la période est de 134 N pour un rendement moyen de 83 quintaux et 10.8 % de protéines.

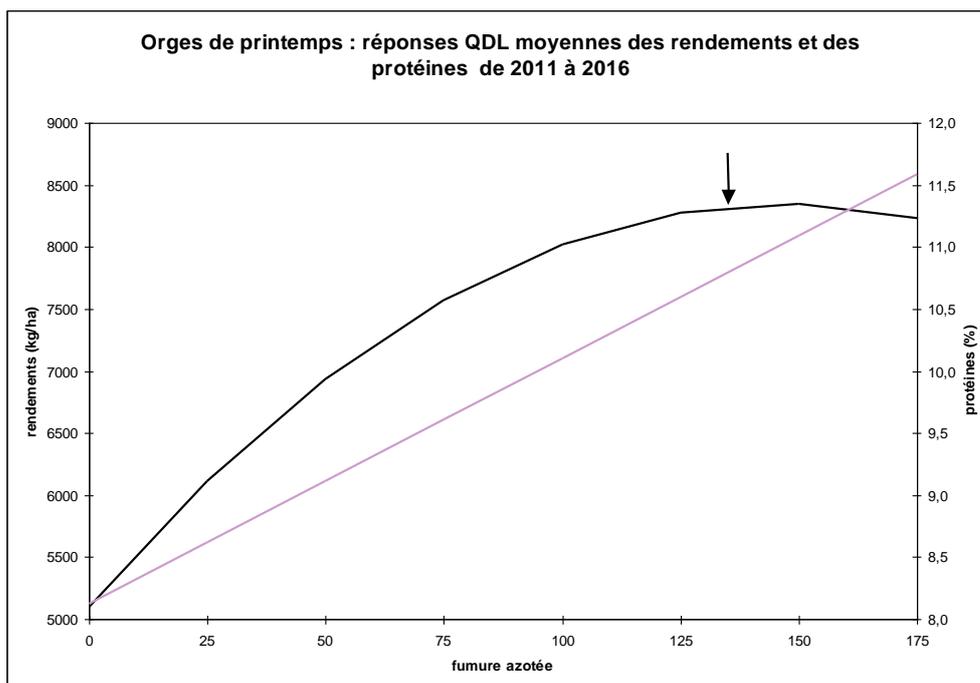


Figure 8.3 : Réponses moyennes des rendements et des teneurs en protéines à la fumure azotée croissante de 2011 à 2016 (Lonzée – Gx-ABT).

Si ce n'est la moyenne des rendements qu'elle fait baisser, la récolte 2016 ne modifie pas les autres paramètres. Il n'est donc pas opportun de modifier la fumure de référence.

2.3.4 Formes de l'engrais azoté et efficacité pour les rendements

Comme dans les essais de 2014 et 2015, aucune différence d'efficacité n'a été constatée en 2016 entre les 2 formes d'engrais azoté, liquide (39 %) ou solide (27 %) contrairement aux observations faites durant les années 2011, 2012 et 2013 où l'ammonitrate 27 % avait montré une nette meilleure efficacité.

L'apport de soufre (sous forme de kiésérite au stade 1^{er} talle (80 kg = 40 SO₃ + 20 MgO) n'a de nouveau pas amélioré les rendements dans cet essai OP16-28 Lonzée.

2.4 La protection fongicide en orge de brasserie

Le tableau suivant résume les observations à Lonzée des sensibilités aux maladies et l'apport des fongicides en 2014, 2015 et 2016 sur les principales variétés d'orges de printemps brassicole (+ Crescendo). L'helminthosporiose a été peu observée ces 3 dernières années contrairement à la rhynchosporiose. Toutes les variétés du tableau sont sensibles à la rouille naine mais on observe des différences variétales vis-à-vis de la sensibilité à la rhynchosporiose ou au complexe grillure-ramulariose.

Tableau 8.5 : Sensibilité aux maladies des principales variétés d'orge de printemps brassicole et apports (en q/ha) des fongicides appliqués à 2/3 de la dose au stade dernière feuille ou demi dose au stade montaison en 2014, 2015 et 2016 à Lonzée – Gx-ABT.

	Sensibilité aux maladies des principales variétés sur base des observations à Lonzée en 2014, 2015 et 2016					apports des fongicides en df (2/3 dose) - en mont (d/2)		
	rouille n.	oïdium	rhyncho.	grillure-ramul	verse	2016	2015	2014
Planet	---	+	+	-	--	14 - 6	18 - 4	
Sebastian	--	---	--	-	-	12 - 1		8 - 3
Explorer	---	---	---	-	+	11 - 6	19 - 3	6 - 2
Irina	---	+	+	---	+	10 - 4	26 - 4	7 - 1
Odyssey	---	+	+	---	--	10 - 5	10 - 5	6 - 0
Sangria	--	+	-	-	+	9 - 5	18 - 2	
Crescendo	--	+	+	---	---	8 - 0	17 - 4	5 - 1

En orge de printemps, vu la rapidité avec laquelle se déroule la montaison, la protection fongicide doit se raisonner différemment par rapport aux escourgeons bien qu'on soit confronté aux mêmes maladies.

En moyenne, sur les 12 dernières années, la période de montaison (entre le stade épi 1 cm et le stade dernière feuille étalée) a duré 15 jours en orge de printemps (17 jours en 2016) contre 33 jours en escourgeon (52 jours en 2016). Il en résulte que la montaison se déroule le plus souvent en absence de symptômes de maladies sur les nouvelles feuilles de la tige et que le traitement en montaison n'est généralement pas justifié. Pourtant un climat défavorable durant cette période peut permettre aux champignons de s'installer sans que les symptômes soient déjà observables : ces infections expliquent les efficacités parfois inattendues du traitement fongicide effectué durant la montaison.

A Lonzée, la rouille naine était présente en 2016 et 2015 dès la montaison tout comme un peu de rhynchosporiose sur les variétés les plus sensibles.

Le Tableau 8.6 résume les niveaux de rendements atteints les 8 dernières années en orge de printemps en situations avec et sans traitements fongicides aux stades de montaison et de dernière feuille. Pour rappel, ces essais sont réalisés avec des variétés classées parmi les plus sensibles aux maladies.

Tableau 8.6 : Rendements (en q/ha) avec et sans fongicides dans les « essais programmes de traitements » en orge de printemps et apports (en q/ha) du traitement fongicide appliqué seul sur la dernière feuille et du fongicide appliqué en plus en montaison dans les essais de 2009 à 2016. Lonzée – Gx-ABT.

Essais programmes fongicides	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	moy
Rdt témoin non traité (Qx/ha)	51	68	90	88	54	52	74	76	72
Traitements fongicides	Gains moyen en Qx/ha								
montaison Dernière feuille									
- -	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- dose normale	5	18	5	6	11	3	3	7	8
- demi-dose	4	19	3	7	9	3	3	6	7
dose normale dose normale	12	24	5	6	15	4	4	12	10
demi-dose dose normale	10	23	6	7	14	4	4	12	10
demi-dose demi-dose	8	22	5	7	13	4	3	10	9
Rdt moyens des objets traités (qx/ha)	59	90	94	94	67	55	77	85	80

La moyenne des rendements depuis 2009 en situations traitées est de 80 q/ha avec une

8. Orges brassicoles

variation de 55 à 94 q/ha. La moyenne historique des améliorations potentielles des rendements liées aux fongicides est de 10 q/ha, avec des extrêmes annuels variant de 4 q/ha en 2010 et 2011 à 24 q/ha en 2015. L'apport moyen en 2016 de 8 q/ha est juste dans la moyenne.

Le Tableau 8.7 donne, pour deux situations de prix « agriculteur » de vente de la récolte, soit 165 €/t (prix 2016 en automne sur le marché globalisé), soit 230 €/t (prix minimum attendu en « circuit court »), les gains moyens en Euros/ha apportés par les traitements fongicides dans ces essais « programmes de traitements fongicides » menés à Lonzée de 2009 à 2016. Les traitements sont effectués aux 2 stades « montaison » et « dernière feuille » à dose agréée ou à demi de cette dose maximale.

Tableau 8.7 : Gains (€/ha) apportés à la culture d'orge de printemps par les différents programmes de traitements fongicides - (Lonzée : 2009 à 2016). En caractère gras, le programme le plus économique de l'année (ou en moyenne des années) quand une dose pleine de fongicide montaison coûte 68 €/ha, celle du fongicide dernière feuille 76 €/ha, un passage coûtant 15 €/ha et que le prix de vente (PV) est soit de 165 €/t, soit de 230 €/t.

Traitements fongicides		PV = 165		bénéfices moyens en €/ha						
montaison	Dernière feuille	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	moy
-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	dose normale	-1	213	-14	13	86	-47	-36	24	34
-	demi-dose	14	259	-5	56	88	-11	-2	49	62
dose normale	dose normale	21	222	-84	-72	79	-107	-110	23	-7
demi-dose	dose normale	31	248	-35	-25	94	-81	-81	54	25
demi-dose	demi-dose	35	262	-16	7	118	-34	-49	66	50

Traitements fongicides		PV = 230		bénéfices moyens en €/ha						
montaison	Dernière feuille	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	moy
-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	dose normale	35	332	16	53	155	-30	-14	70	83
-	demi-dose	41	382	14	99	143	5	18	89	107
dose normale	dose normale	97	378	-49	-32	178	-81	-85	100	59
demi-dose	dose normale	98	400	7	21	187	-57	-58	131	90
demi-dose	demi-dose	89	405	19	50	204	-7	-28	132	111

Au prix de vente du marché globalisé (165 €/t) les calculs économiques montrent que le programme de traitement le plus économique est en moyenne celui où un seul fongicide est appliqué à demi dose agréée à la dernière feuille. Les années où les maladies sont facilement observées en montaison (telles que la rouille naine en 2015 et 2016 ou la rhynchosporiose en 2012 et 2009), un double traitement en montaison puis en dernière feuille, toujours à demi doses est tout à fait justifié. A ce niveau de prix bas et en présence très faible de maladies aux stades de traitement en montaison et en dernière feuille (2014, 2011 et 2010) aucun traitement n'était justifié.

Au prix de vente plus éthique du circuit court à 230 €/t, les traitements à pleine dose agréée ne sont toujours pas économiquement justifiés sauf rare exception. Selon la présence ou non des maladies en cours de montaison, il est opportun de réaliser respectivement un double traitement fongicide ou seulement un traitement de dernière feuille, mais toujours à demi doses agréées. L'unique exception constatée en 2016 ne devrait pas modifier ce principe.

Les conclusions sont qu'en moyenne en orge de printemps un traitement fongicide à demi

dose sur la dernière feuille étalée est généralement suffisant. Quand les maladies sont présentes comme en 2016, 2015, 2012 et 2009 (symptômes facilement visibles sur les nouvelles feuilles pendant la montaison), le double traitement à demi dose d'abord en montaison puis au stade dernière feuille est recommandé.

3 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 3.10 et 3.11).

3.1 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.

3.2 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, on rate beaucoup plus souvent un semis hâtif qui lève plus lentement et risque plus d'être ravagé par les pigeons et corvidés. 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, on ne mettra de l'orge de printemps que s'il n'y a pas d'autre choix.

3.3 Densité de semis

Il faut semer sans jamais dépasser 250 grains au m². Ne pas descendre sous 175 gr/m² même quand les conditions sont excellentes. Les dégâts de pigeons ou de corvidés ne sont pas moindres avec de fortes densités de semis ; par contre les oiseaux font plus difficilement des dégâts quand la parcelle est roulée. Les essais menés à Loncée sont généralement semés à la mi-mars à 200 grains/m² et roulés au semis.

3.4 Protection des semences et des jeunes semis

Les semences doivent être désinfectées, en particulier contre le charbon. Le répulsif contre les oiseaux n'est plus autorisé en orge de printemps. 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.

3.5 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 ont 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.

3.6 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, on peut mettre la fumure de base au moment des semis effectués à partir de la mi-mars ou après.

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. 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.

Pour plus de détail, lire le point 2.3 sur les résultats des expérimentations sur la fumure.

3.7 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).

3.8 Stratégie de lutte contre les maladies en orge de printemps

Il arrive régulièrement en orge de printemps qu'aucun traitement fongicide ne soit rentabilisé, contrairement aux orges d'hiver et escourgeons où le traitement au stade dernière feuille doit systématiquement être appliqué.

Il convient, au moment de décider l'application d'un traitement fongicide, de tenir compte à la fois de la présence et de la pression des maladies sur les nouvelles feuilles formées, du climat annoncé les jours suivants, et des variétés (on fera plus facilement l'impasse sur les variétés résistantes).

Les 3 dernières feuilles de l'orge sont en principe les seules importantes pour le remplissage des grains. Le rôle du fongicide de dernière feuille est de maintenir ces feuilles en activité le plus longtemps possible. Le rôle du fongicide de montaison est d'empêcher les maladies présentes sur les nouvelles feuilles développées pendant la montaison d'atteindre les 2 dernières feuilles. Le problème des mycotoxines n'est pas préoccupant en orge de printemps. A l'inverse, des grains fusariés et moisés, souvent présents quand les récoltes matures sont retardées par les pluies au mois d'août, peuvent provoquer le gushing (désagréable et surprenante sortie explosive de la bière hors de la bouteille lors du décapsulage de celle-ci).

Fongicide au stade dernière feuille : il faut traiter systématiquement les variétés classées sensibles aux maladies au stade dernière feuille (même en absence de maladie). Un fongicide à moitié de la dose pleine agréée de matières actives contre les maladies visées semble pouvoir suffire (voir point 2.4) Le choix des produits (idéalement à base de SDHI et/ou strobilurine pour la rémanence) sera fait en fonction de la maladie dominante et des maladies

8. Orges brassicoles

accompagnantes (oïdium par exemple). Le chlorothalonil semble maintenant indispensable dans le mélange pour une protection suffisante contre le complexe grillures-ramulariose de plus en plus gravement pénalisant ces dernières années.

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 (un traitement réduit à ½ dose est toutefois conseillé dans ces conditions). Bien vérifier si par transparence de petits points translucides (signe d'implantation de rouilles, par exemple) ou de minuscules traces grises sur les dernières feuilles (signe d'implantation des grillures-ramulariose) ne sont pas présents. Si la situation devait évoluer défavorablement pendant le début de la phase de remplissage des grains, il sera encore possible d'intervenir contre la maladie envahissante.

Si on a dû traiter au stade montaison, il faut absolument retraiter au stade dernière feuille !

Fongicide au stade montaison : en montaison, il ne faut jamais traiter préventivement ; 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, du climat annoncé les jours suivants Le potentiel de développement des maladies matérialisé par la présence d'inoculum sur les vieilles feuilles visibles pendant le tallage n'est pas suffisant pour décider le traitement. 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 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.

Vu que la rémanence du produit n'est pas importante (il faudra retraiter en dernière feuille), et pour éviter les applications répétées de strobilurines (il faut éviter de favoriser l'apparition de souches résistantes), le conseil est de faire le choix, en montaison, parmi les fongicides à base de triazole efficace sur les maladies présentes. A Lonzée, la moitié de la dose pleine agréée est toujours suffisante au stade montaison.

3.9 Les régulateurs de croissance

En culture d'orge de printemps brassicole, l'emploi d'un régulateur n'est normalement pas nécessaire ; il est d'ailleurs souvent phytotoxique (avec parfois de fortes chutes de rendement). L'impasse sur Planet, variété notée très sensible verse en 2016, n'est pas conseillé. Si le traitement est jugé nécessaire, les régulateurs utilisés en escourgeon sont agréés en orge de printemps mais à 2/3 de la dose agréée en escourgeon (voir les pages jaunes). Un double traitement préventif contre la verse n'est jamais conseillé.

3.10 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

18 %.

La moissonneuse doit être réglée pour éviter de casser les grains, plus gros en orge deux rangs qu'en escourgeon.

Problème de montée tardive d'épis et de présence de grains verts. Il arrive certaines années, que de fortes minéralisations tardives provoquent le développement de tardillons. Ces épis ne peuvent améliorer les rendements, et retardent la moisson à bonne maturité et correcte humidité de la récolte. En saison humide, des moisissures peuvent se développer sur les grains mûrs, avec pour conséquences des risques de développement de mycotoxines et de déclassement. Vouloir sauver la moisson avec l'utilisation du glyphosate en « pré-récolte » quand les bons grains sont en phase terminale de maturation n'est plus autorisé !! Pourtant cette pratique n'altérerait en rien la capacité germinative des bons grains, l'expérience démontrant plutôt l'inverse car les silos sont plus faciles à conserver.

3.11 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 calibreux 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

8. Orges brassicoles

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.

Pour renseignements complémentaires :

Tél.- Fax : 081/62 21 39

Mail : bruno.monfort@guest.ulg.ac.be

URL : www.orgedebrasserie.be

9. Nutrition azotée de l'épeautre en Ardenne et en région limoneuse

E. Escarnot¹, R. Meza², S. Crémer³, M. De Toffoli⁴, R. Lambert³, G. Sinnaeve⁵, B. Bodson⁶, B. Dumont⁶

1	Introduction.....	2
2	Résultats de la saison culturale 2016.....	2
2.1	Conditions expérimentales.....	2
2.1.1	Protocole.....	2
2.1.2	Conditions climatiques.....	3
2.2	Résultats en 2016.....	4
2.2.1	Gembloux.....	4
2.2.2	Michamps.....	5
3	Analyse pluriannuelle.....	6
3.1	Aperçu dynamique des résultats d'essais.....	6
3.2	Analyse des essais.....	7
3.2.1	Analyse temporelle de la réponse à la dose totale.....	7
3.2.2	Analyse des schémas de fractionnement les plus adaptés.....	8
4	Considération environnementale et qualitative.....	14
5	Conclusions et perspectives.....	15

¹ CRA-W – Dpt Science du vivant – Unité Amélioration des espèces et biodiversité

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

³ Centre de Michamps ASBL

⁴ UCL – Earth & Life Institute – Pôle agronomie

⁵ CRA-W – Dpt Valorisation des productions – Unité Technologies de la transformation des produits

⁶ ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée

1 Introduction

Depuis 2004 en Belgique, l'épeautre occupe en moyenne 11.000 ha par an ; mais ces dernières années ont vu une grande fluctuation dans ses emblavements. En 2014, les 13.550 ha emblavés n'ont pas suffi à satisfaire le marché extérieur, principalement allemand, et les prix se sont envolés avec une moyenne de 312 €/t. Beaucoup d'agriculteurs ont donc décidé de produire de l'épeautre et l'emblavement en 2015 a donc atteint 20.011 ha, un record historique depuis les premières données statistiques éditées par le SPF en 1960. Les rendements en grain pour la période 2004-2014 oscillent entre 63,6 et 75,3 q/ha soit une moyenne de 69 q/ha et atteignent le record de 91,5 q/ha en 2015.

En 2015, la faible demande extérieure associée à l'importante production, due à des superficies extraordinaires et le rendement exceptionnel, ont eu comme conséquence un effondrement des prix en moyenne à 122 €/t et même une absence de marché en 2015. Les emblavements de 2016 sont redescendus à 9.366 ha avec un prix de vente en octobre 2016 de 150 à 160 €/t.

Les fluctuations de prix et de rendement, l'impact environnemental de la fertilisation azotée et les conséquences sur la teneur en protéines du grain nécessitent d'optimiser la nutrition azotée de la culture, même si celle-ci est destinée principalement à une autoconsommation sur l'exploitation. Si la fertilisation azotée est bien connue et observée très régulièrement en froment, elle l'est moins pour l'épeautre alors que celui-ci se développe dans la région limoneuse. Elle est également et tout particulièrement moins connue en région froide comme l'Ardenne alors que la majorité des emblavements d'épeautre se situe dans cette région.

Pour combler ce manque de connaissance du point de vue de la fertilisation azotée, Gembloux Agro-Bio Tech (ULg – Unité de Phytotechnie tempérée), l'UCL (ELIa-membre scientifique de Nitrawal), le Centre de Michamps asbl et le CRA-w (Unité Amélioration des espèces et biodiversité) mènent depuis 2011 des expérimentations en parallèle en région limoneuse (Gembloux) et en Ardenne (Michamps) avec la variété Cosmos, actuellement la plus cultivée en Belgique.

2 Résultats de la saison culturale 2016

2.1 Conditions expérimentales

2.1.1 Protocole

Le protocole expérimental est composé de 20 objets différents dont le fractionnement et les doses totales varient. Les modalités des objets sont identiques pour les 2 sites (à Gembloux et à Michamps), à la seule exception de l'objet 20. Cet objet a servi à tester la fumure conseillée pour l'épeautre par la littérature. Une fumure de 160 kg N/ha (60-70-75) a été appliquée à

Gembloux et une de 145 kg N/ha à Michamps (40-50-55) pour l'objet 20.

L'itinéraire cultural, pour les deux sites, est présenté ci-dessous dans le Tableau 9.1.

Tableau 9.1 : Itinéraire cultural des essais implantés à Gembloux et à Michamps.

Intervention	Gembloux - GxABT		Michamps - UCL	
	Modalité	Date/Stade	Modalité	Date/Stade
Précédent	Froment		Avoine	
Variété	Cosmos		Cosmos	
Semis	250 grains/m ²	26-oct-15	250 grains/m ²	12-oct-15
Fumure : selon modalité	Tallage (T)	16-mars-16	Tallage (T)	4-avril-16
	Redressement (R)	20-avril-16	Redressement (R)	26-avril-16
	Dernière feuille (DF)	16-mai-16	Dernière feuille (DF)	31-mai-16
Désherbage	Atlantis (300g) + Capri duo (250) + Huile (1L)	8-avril-16	Atlantis (200g/ha) + Capri (200g/ha) + Metro (30 g/ha) + Huile (1L/ha)	21-avr-16
Régulateur	Météor (2L/ha)	14-avr-16	Cycocel (1L/ha)	4-mai-16
Fongicide	Opus team (1,5L/ha) // Aviator Xpro (1,25L/ha)	11-mai-16 // 6-juin-16	Pugil (0,5 L/ha) + Priori Xtra (0,5L/ha)	4-mai-16
Insecticide	Néant		Néant	
Récolte		1-août-16		17-août-16

Nous devons préciser que malgré certaines modalités très riches en azote, aucun problème de verse n'a été enregistré depuis 2011 que ce soit à Michamps ou à Gembloux.

2.1.2 Conditions climatiques

a. Gembloux

A Gembloux, la saison culturale 2015-2016 a commencé par des semis d'octobre qui se sont déroulés dans des conditions favorables voire un peu sèches fin octobre et début novembre mais l'hiver a ensuite été pluvieux. L'hiver se distingue particulièrement par sa douceur avec des températures souvent supérieures aux normales saisonnières. Ce sont les conditions printanières qui vont marquer cette saison 2015-2016 aux conditions exceptionnelles. Le printemps est caractérisé par de faibles températures au mois de mai, à la méiose, engendrant une stérilité pollinique qui a affecté la fertilité des épis. Nous avons souvent observé dans les champs des épillets vides à l'extrémité supérieure de l'épi. Ensuite, un manque de rayonnement et des pluies à la floraison, au moment de la formation des enveloppes, s'est produit. Puis un excès d'eau fin mai et durant tout le mois de juin a engendré des sols gorgés d'eau et une anoxie racinaire. Ces deux événements à la floraison et durant le début du remplissage du grain ont affecté le rendement. Parallèlement, la pression de maladie était exceptionnelle en 2016 avec de la rouille jaune, de la septoriose, de l'oïdium et de la

fusariose. La verse a aussi affecté beaucoup de cultures d'épeautre car les sols gorgés d'eau ne permettaient pas une bonne tenue des tiges. Outre les conditions météorologiques, les maladies et la verse ont aussi pesé négativement sur le rendement dans nos campagnes.

b. Michamps

A Michamps, la saison culturale 2015-2016 de l'épeautre a été marquée par une pluviométrie relativement abondante avec près de 750 L/m² entre le 1^{er} octobre 2015 et le 15 août 2016. Des pluies intenses ont été relevées le 27 mai, le 30 mai et le 2 juin avec plus de 25 L/m². Deux périodes sans pluie ont cependant été enregistrées la deuxième décennie de mars ainsi que la première quinzaine de juillet. L'ensoleillement au cours de la saison culturale était également réduit et montrait une très grande variabilité journalière, surtout pour la période allant de début mai à la mi-août.

Les phénomènes météorologiques ayant le plus d'impact sur la culture d'épeautre, une pluviométrie excessive et un trop faible ensoleillement aux mois de mai et de juin, qui ont été observés à Gembloux, se sont aussi déroulés en Ardenne.

2.2 Résultats en 2016

Les rendements présentés ci-dessous sont les rendements phytotechniques et économiques des essais réalisés à Gembloux et à Michamps. Le rendement phytotechnique (Rdt phytot) est défini comme le rendement brut obtenu sur la parcelle. Le rendement économique (Rdt éco) représente la valeur de la production (obtenue à la parcelle) à laquelle on déduit l'équivalent (q/ha) correspondant au coût de l'engrais azoté mis en œuvre. L'ensemble des rendements économiques est calculé selon le rapport 6.2 (1 kg N = 6,2 kg d'épeautre). Le prix de vente retenu pour l'épeautre est de 150 €/t et le prix de l'azote (ammonitrate 27 %) est de 250 €/t. Ces prix proviennent de la moyenne obtenue au mois de décembre de chaque année depuis 2011.

La saison 2015-2016 a été marquée par des rendements très faibles tant à Gembloux qu'à Michamps avec 46 q/ha dans les deux sites. La diminution de rendement par rapport aux années précédentes est plus importante à Gembloux qu'à Michamps. Cela s'explique probablement par le contrôle des maladies : pour la première fois depuis des années, les maladies ont vraiment connu un grand développement à Michamps mais ont pu être freinées par les fongicides ce qui ne fut pas possible à Gembloux.

2.2.1 Gembloux

Des résultats de l'essai 2016 à Gembloux, il apparaît clairement que la fertilisation de 300 kg N/ha n'est pas valorisée et que celle de 50 kg N/ha est trop faible pour atteindre l'optimum économique. Entre ces deux extrêmes, une gamme allant de 100 à 225 kg N/ha permet d'atteindre l'optimum économique et ses équivalents. Si l'application totale est de 100 kg N/ha, il ne faut pas manquer la fraction de tallage, et appliquer la seconde fraction au redressement. Pour un total de 150 kg N/ha, c'est un manque au redressement qui a pénalisé le rendement. Par conséquent le fractionnement en 3*50 kg N/ha est le plus fiable. L'application de 200 kg N/ha, qui atteint le rendement économique maximal à 34 q/ha

requiert aussi un fractionnement entre le tallage et le redressement. Néanmoins cette stratégie (modalité 16) est plus risquée que celle proposée par le Livre Blanc Céréales (modalité 20) qui est la seconde en termes de rendement économique avec 29 q/ha. Cette stratégie permet de lisser les apports et de privilégier la teneur en protéines par un apport à la dernière feuille.

Par conséquent, la meilleure application est celle de la méthode Livre Blanc Céréales pour 2016 avec 205 kg N/ha, mais il serait tout à fait possible de mener la culture avec 150 kg N/ha avec 3 apports de 50 kg N/ha pour diminuer l'impact environnemental de l'azote. Il semble en 2016 que la fraction dispensée à la dernière feuille ait été peu valorisée, probablement à cause d'un excès d'eau dans le sol et du faible ensoleillement (Tableau 9.2).

Tableau 9.2 : Rendements phytotechniques et économiques (q/ha), observés dans l'essai « fumure azotée épeautre » 2016 – Variété Cosmos.

N° Objet	T	R	DF	Total	Gembloux		Michamps	
					Rdt phytot (q/ha)	Rdt éco (q/ha)	Rdt phytot (q/ha)	Rdt éco (q/ha)
1	0	0	0	0	23	23	34	34
2	50	0	0	50	28	25	42	39
3	0	50	0	50	28	25	40	37
4	0	0	50	50	25	22	36	33
5	50	50	0	100	35	29	46	40
6	50	0	50	100	33	27	45	38
7	0	50	50	100	31	25	42	36
8	50	50	50	150	38	29	44	35
9	0	75	75	150	38	29	41	32
10	75	0	75	150	35	26	45	36
11	75	75	0	150	37	28	41	32
12	75	75	75	225	42	28	43	29
13	100	0	0	100	34	28	44	38
14	0	100	0	100	29	23	40	34
15	0	0	100	100	32	26	38	32
16	100	100	0	200	47	34	42	29
17	100	0	100	200	38	26	42	30
18	0	100	100	200	38	25	38	26
19	100	100	100	300	44	25	36	17
20	60	70	75	205	42	29		
20	40	50	55	145			46	34

* Chaque valeur en gras représente la valeur la plus élevée observée pour le rendement phytotechnique, le rendement économique. Les cases grisées sont les objets statistiquement équivalents à la valeur maximale.

2.2.2 Michamps

A Michamps, la fertilisation minimale qui a permis d'atteindre un rendement économique équivalent au maximum est l'apport de 50 kg N/ha au tallage. Les apports de 150, 200, 225 et 300 kg N/ha sont les apports qui procurent les plus mauvais rendements économiques. La

recommandation du Livre Blanc Céréales n'est pas non plus adaptée : avec 145 kg N/ha en 2016, sous fractionnement croissant, le rendement phytotechnique est le plus élevé mais l'économique est le plus faible. Par conséquent, la dose de 100 kg N/ha semble adaptée à l'Ardenne mais il ne faut pas manquer l'apport au tallage et donc le meilleur fractionnement est de 50 kg N/ha au tallage et au redressement ou au tallage et à la dernière feuille. L'optimum économique est rencontré avec les apports au tallage et au redressement. Comme les sols froids d'Ardenne minéralisent tardivement, il est important de soutenir la culture dès le début de sa croissance lorsque le nombre de talles et d'épis par m² est déterminé (Tableau 9.2).

3 Analyse pluriannuelle

Après six années d'essais à Gembloux et quatre années d'essai à Michamps, nous sommes en mesure de vous présenter une synthèse afin de vous guider dans vos choix de fertilisation azotée de l'épeautre.

3.1 Aperçu dynamique des résultats d'essais

Comme repris en Figure 9.1, les rendements maximums étaient de 100, 95, 99, 86 et 112 q/ha respectivement en 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015 à Gembloux et ils n'atteignaient que 47 q/ha en 2016.

A Michamps, les rendements atteignaient des maximums de 83, 69 et 95 q/ha en 2011, 2013 et 2014 et 46 q/ha en 2016.

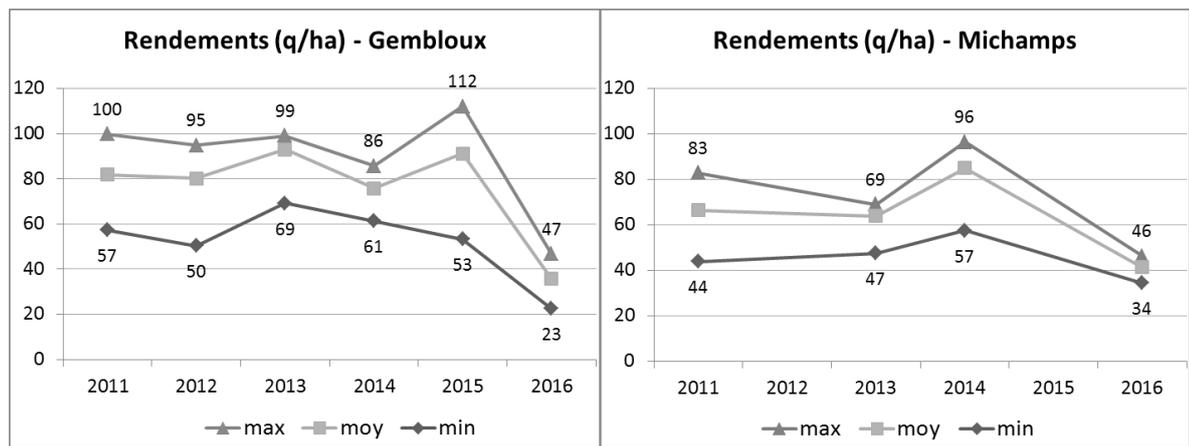


Figure 9.1 : Rendements (q/ha) à Gembloux et Michamps depuis 2011.

3.2 Analyse des essais

Comme cela est réalisé pour le froment et l'escourgeon, les résultats d'essais sont analysés à l'aide de régressions et de modèles statistiques. Cela permet de procéder à une analyse plus fine des résultats notamment en étudiant des schémas d'apport plus fins, qui nous permettent d'évaluer plus précisément la réponse de la culture aux apports d'azote. Ces résultats sont bien évidemment toujours confrontés aux données de terrain.

3.2.1 Analyse temporelle de la réponse à la dose totale

La Figure 9.2 présente les doses totales d'azote appliqué ayant permis d'atteindre l'optimum économique sur les sites de Gembloux et de Michamps, entre 2011 et 2016. L'optimum économique a été étudié avec un prix de vente du grain de 150 €/t et avec un coût d'achat de l'azote de 250 €/t.

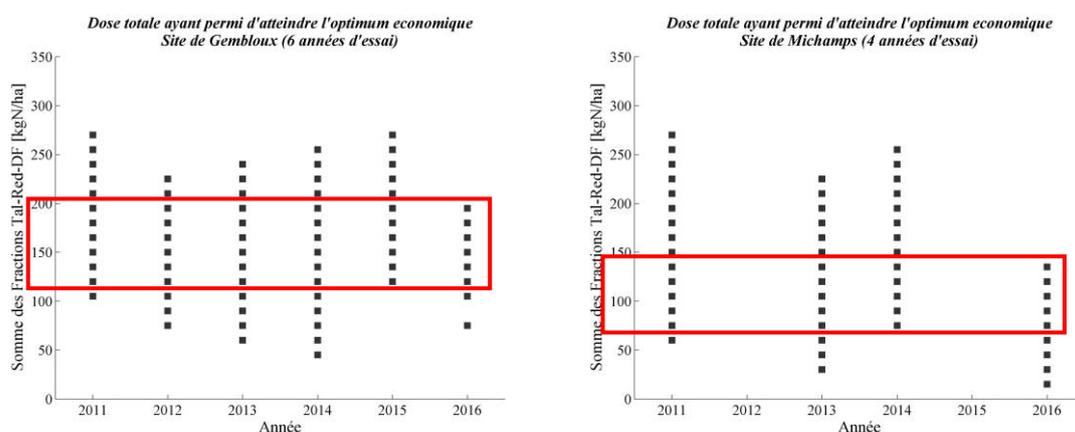


Figure 9.2 : Représentation graphique des doses totales ayant permis d'atteindre l'optimum économique année par année à Gembloux (gauche) et à Michamps (droite). Les doses totales d'apport d'azote ont été étudiées pour des accroissements de 15kg N/ha. Variété d'épeautre Cosmos.

A Gembloux, l'optimum économique est atteint 6 années sur 6 lorsque la dose totale oscille entre 120 et 195 kg N/ha. Cet optimum est atteint 5 années sur 6 avec une dose totale de 105 kg N/ha (optimum non atteint en 2015) et de 210-225 kg N/ha (optimum non atteint en 2016). **Au vu de ces résultats, nous estimons qu'un apport total compris entre 120 et 150 kg N/ha serait le plus adapté pour rencontrer l'optimum économique.**

A Michamps, les résultats sont rapportés pour 4 années d'essai. De ces essais il ressort que l'optimum économique est atteint 4 années sur 4 pour une dose totale d'azote comprise entre 75 et 135 kg N/ha. **Nous recommanderions pour le choix de la dose optimale, un apport total d'azote compris entre 75 et 120 kg N/ha.**

Ces résultats sont valables dans deux contextes économiques, à savoir celui présenté en Figure 9.2, mais aussi lorsque le prix de vente du grain est de 100 €/t et le prix d'achat de l'azote de 300 €/t.

3.2.2 Analyse des schémas de fractionnement les plus adaptés

Les Figures 9.3 et 9.4 présentent les schémas de fractionnement permettant d'atteindre l'optimum économique, respectivement à Gembloux et à Michamps. Pour chacune de ces figures, le graphique supérieur reporte les schémas de fractionnement optimaux en considérant un prix de vente du grain de 150 €/t et un prix d'achat de l'azote de 250 €/t, qui sont les prix moyens observés depuis 2011. Afin d'offrir une idée de l'impact des prix du marché sur le schéma de fractionnement optimal, le graphique inférieur reporte les schémas de fractionnement optimaux en considérant un prix de vente du grain de 100 €/t et un prix d'achat de l'azote de 300 €/t.

Au croisement des fractions tallage-redressement (Tal-Red sur l'axe y) et dernière feuille (DF sur l'axe x), le nombre d'année pour lequel le schéma a été optimal est indiqué par le niveau de gris de la cellule. Une cellule colorée en gris clair correspond à un schéma de fractionnement qui s'est avéré équivalent à l'optimum au cours de 2 saisons sur 6 (à Gembloux) ou sur 4 (à Michamps). En niveau de gris moyen, le schéma s'est avéré équivalent à l'optimum au cours de 3 saisons sur 4 ou 6. Et en gris foncé le schéma s'est avéré équivalent à l'optimum au cours de 4 saisons sur les 4 années d'essais de Michamps ou les 6 années d'essais de Gembloux.

Afin de s'assurer d'obtenir un schéma adéquat, il convient de sélectionner un fractionnement fonctionnant le plus souvent possible. Pour Gembloux, nous regarderons donc les fractionnements fonctionnant au moins 4 années sur les 6 années d'essais. Pour Michamps, nous nous attarderons aux fractionnements ayant fonctionné au moins 3 années sur les 4 années d'essais.

a. Région limoneuse (site d'essais de Gembloux)

La Figure 9.3 représente les fractionnements atteignant l'optimum économique à Gembloux pour les deux situations économiques envisagées. Le Tableau 9.3 synthétise les schémas de fractionnement qui se sont avérés optimaux au moins 4 années sur 6 sous les deux situations économiques.

De façon générale, nous observons que les doses optimales sont celles qui privilégient les apports au tallage et au redressement, le plus souvent avec un apport faible à la dernière feuille.

Pour la région limoneuse (Gembloux), les fractionnements qui s'adaptent mieux aux variations de prix de vente de l'épeautre et d'achat de l'engrais sont : 75-60-0 (135 kg N/ha) et 90-60-0 (150 kg N/ha).

Dans cette étude nous n'avons pas tenu compte de la teneur en protéines des grains à la récolte. L'apport d'une dose, même faible - nous recommandons toutefois un minimum de 30 kg N/ha - à la dernière feuille permettra d'obtenir un taux de protéines plus élevé dans le cadre de contrat spécifique. Ainsi, nous avons identifié dans le Tableau 9.4 des schémas de fractionnements qui se sont avérés optimaux 3 années sur 6 sur les deux situations économiques, et qui présentent une fraction azotée plus importante à la dernière feuille.

Au vu de ces résultats, bien que les préconisations antérieures, basées sur la fumure du

froment, se fussent avérées satisfaisantes, il semble que d'autres schémas de fractionnement soient plus adaptés.

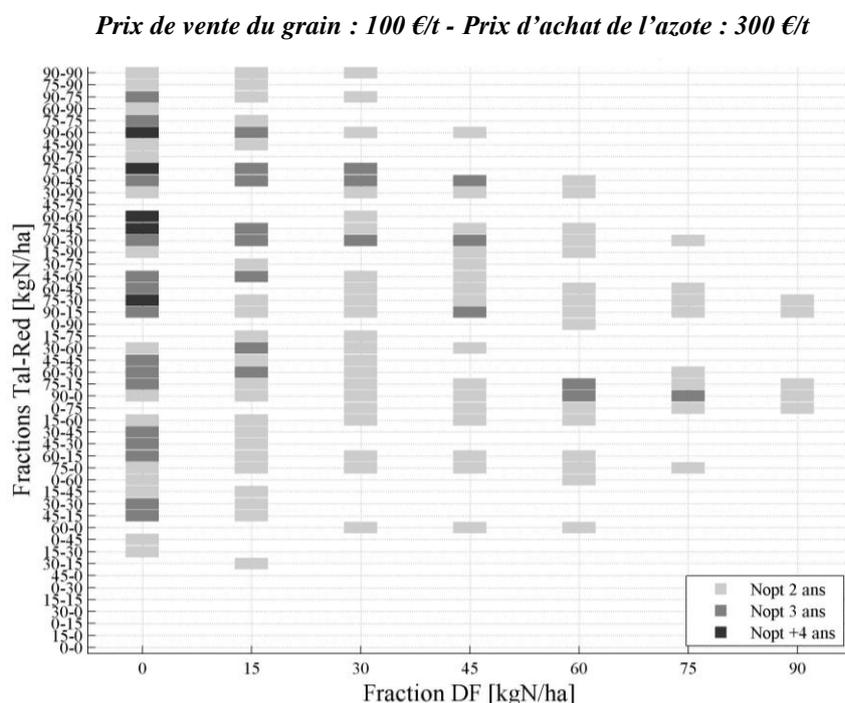
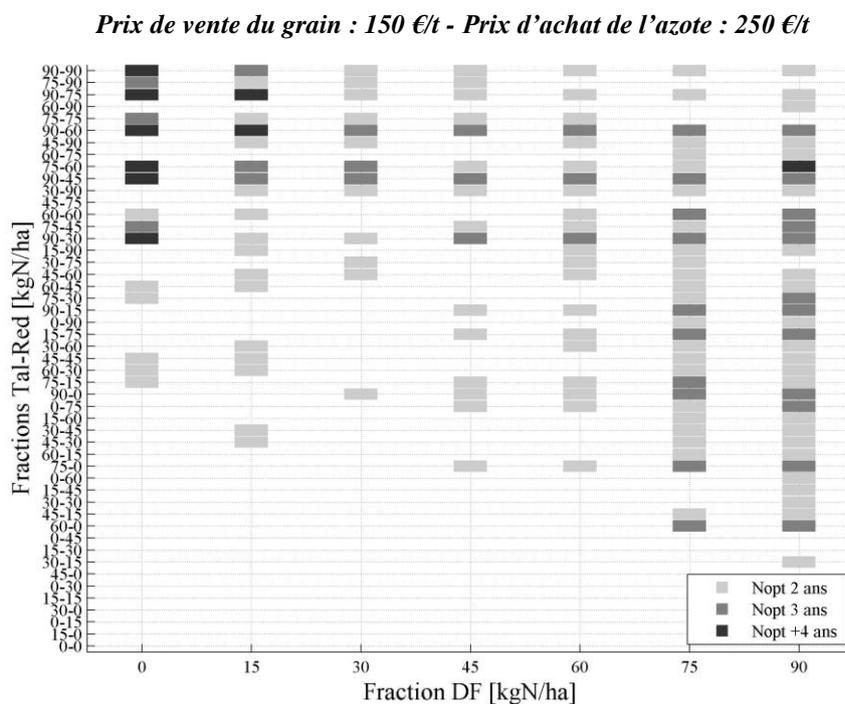


Figure 9.3 : Représentation graphique des schémas de fractionnement ayant permis d'atteindre l'optimum économique à Gembloux (6 années d'essais). Au croisement des fractions Tal-Red (axe y) et DF (axe x), le nombre d'année pour lequel le schéma a été optimal est indiqué par la cellule en niveau de gris. Gris clair – schéma équivalent à l'optimum au cours de 2 saisons. Gris moyen - schéma équivalent à l'optimum au cours de 3 saisons. Gris foncé - schéma équivalent à l'optimum au cours de 4 saisons.

9. Epeautre

Tableau 9.3 : Synthèse des schémas de fractionnement ayant permis d'aboutir à l'optimum économique plus de 4 années sur 6, en considérant différentes situations économiques. Les résultats sont ici rapportés pour la région Limoneuse (site d'essai de Gembloux).

Prix grain : 150 €/t Prix azote : 250 €/t				Prix grain : 100 €/t Prix azote : 300 €/t			
Tallage	Redress.	DF	Dose totale	Tallage	Redress.	DF	Dose totale
90	90	0	180	-	-	-	-
90	75	0	165	-	-	-	-
90	75	15	180	-	-	-	-
90	60	0	150	90	60	0	150
90	60	0	150	-	-	-	-
90	45	0	135	-	-	-	-
90	30	0	120	-	-	-	-
75	60	0	135	75	60	0	135
75	60	90	225	-	-	-	-
-	-	-	-	75	45	0	120
-	-	-	-	75	30	0	105
-	-	-	-	60	60	0	120

Tableau 9.4 : Synthèse des schémas de fractionnement ayant permis d'aboutir à l'optimum économique 3 années sur 6, sur les deux situations économiques et comprenant un apport à la dernière feuille. Les résultats sont ici rapportés pour la région Limoneuse (site d'essai de Gembloux).

Tallage	Redress.	DF	Dose totale
75	60	30	165
90	45	30	165
90	45	45	180
90	30	45	165
90	0	75	165

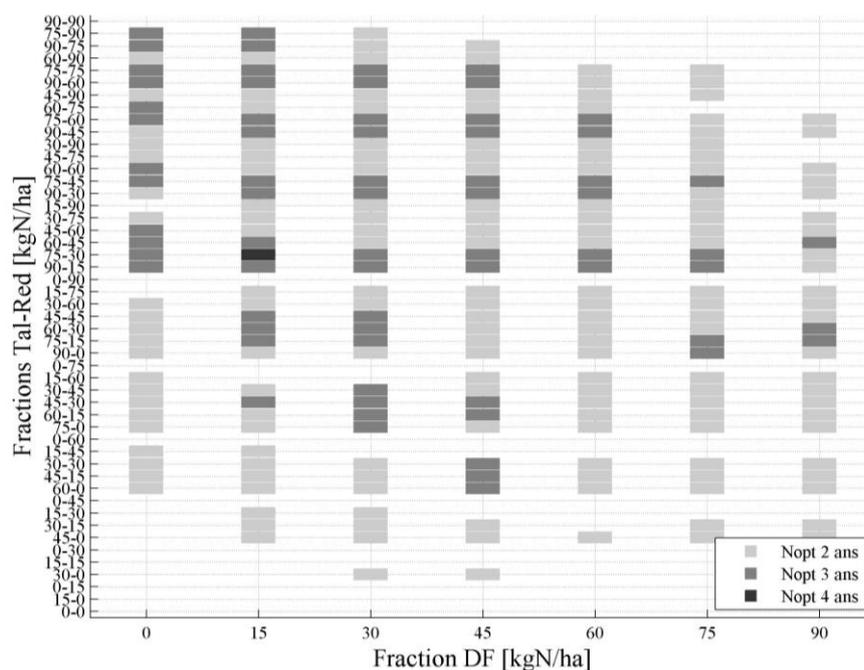
b. Région Ardenne (site d'essais de Michamps)

La Figure 9.4 présente les fractionnements atteignant l'optimum économique à Michamps selon plusieurs années et selon différentes situations économiques.

Une seule modalité a permis d'atteindre l'optimum économique 4 années sur 4 dans la situation économique la plus favorable. Il s'agit du schéma de fractionnement 75-30-15 (120 kg N/ha). Ce schéma s'est avéré optimal 3 années sur 4 dans la situation économique défavorable.

Pour la région de l'Ardenne (Michamps), les fractionnements optimaux sous les deux situations économiques sont : 60-45-0 (105 kg N/ha), 75-15-15 (105 kg N/ha), 60-60-0 (120 kg N/ha), 75-30-0/15/30 (105 à 135 kg N/ha), 75-45-0/15 (120 à 135 kg N/ha) et 90-15-15 (120 kg N/ha).

Prix de vente du grain : 150 €/t - Prix d'achat de l'azote : 250 €/t



Prix de vente du grain : 100 €/t - Prix d'achat de l'azote : 300 €/t

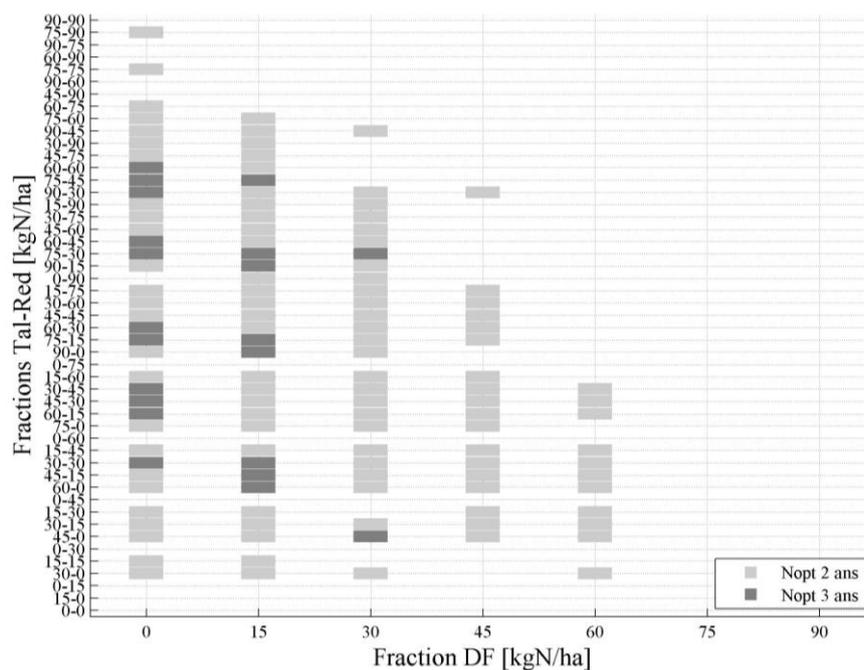


Figure 9.4 : Représentation graphique des schémas de fractionnement ayant permis d'atteindre l'optimum économique à Michamps (4 années d'essais). Au croisement des fractions Tal-Red (axe y) et DF (axe x), le nombre d'année pour lequel le schéma a été optimal est indiqué par la cellule en niveau de gris. Gris clair – schéma équivalent à l'optimum au cours de 2 saisons. Gris moyen - schéma équivalent à l'optimum au cours de 3 saisons. Gris foncé - schéma équivalent à l'optimum au cours de 4 saisons.

9. Epeautre

Tableau 9.5 : Synthèse des schémas de fractionnement ayant permis d'aboutir à l'optimum économique plus de 4 années sur 6, en considérant différentes situations économiques. Les résultats sont ici rapportés pour la région Ardenne (site d'essai de Michamps).

Prix grain : 150 €/t Prix azote : 250 €/t				Prix grain : 100 €/t Prix azote : 300 €/t			
Tallage	Redress.	DF	Dose totale	Tallage	Redress.	DF	Dose totale
90	75	0 à 15	165 à 180	-	-	-	-
90	60	0 à 45	150 à 195	-	-	-	-
90	30	15 à 60	135 à 180	-	-	-	-
-	-	-	-	90	30	0	120
90	15	0 à 75	105 à 180	90	15	15	120
-	-	-	-	90	0	15	105
75	90	0 à 15	165 à 180	-	-	-	-
75	75	0 à 45	150 à 195	-	-	-	-
75	60	0 à 60	135 à 195	-	-	-	-
75	45	0 à 75	120 à 195	75	45	0 à 15	120 à 135
75	30	0 à 75	105 à 180	75	30	0 à 30	105 à 135
75	15	15 à 90	105 à 180	-	-	-	-
-	-	-	-	75	15	0 à 15	90 à 105
75	0	30	105	-	-	-	-
60	60	0	120	60	60	0	120
60	45	0 à 15	105 à 120	60	45	0	105
60	30	15	105	-	-	-	-
-	-	-	-	60	30	0	90
60	15	30 à 45	105 à 120	-	-	-	-
-	-	-	-	60	15	0	75
60	0	45	105	-	-	-	-
-	-	-	-	60	0	0	60
45	60	0	105	-	-	-	-
45	45	15 à 30	105 à 120	-	-	-	-
45	30	15 à 45	90 à 120	-	-	-	-
-	-	-	-	45	30	0	75
45	15	45	105	-	-	-	-
-	-	-	-	45	15	15	75
-	-	-	-	45	0	30	75
30	45	30	105	-	-	-	-
-	-	-	-	30	45	0	75
30	30	45	105	30	30	0 à 15	60 à 75

Parmi ces fractionnements, pour des considérations pratiques (nombre de passage et/ou apport minimum de 30 unités par passage) et agronomiques (risques potentiels de verse associés à de trop fortes doses au redressement), nous recommandons les schémas suivants : 60-45-0 (105 kg N/ha), 75-30-0 (105 kg N/ha), 75-45-0 (120 kg N/ha) et 75-30-30 (135 kg N/ha). Notons que ce dernier pourrait convenir pour soutenir la production de protéines.

A nouveau, comme cela a été fait pour la région limoneuse, nous avons identifié d'autres schémas de fractionnement qui se sont avérés optimaux 3 années sur 4 dans la situation économique favorable et 2 années sur 4 dans la situation défavorable, et qui permettent un apport d'azote plus important à la dernière feuille, afin de maximiser la teneur en protéines. Ces schémas sont présentés au Tableau 9.6.

Tableau 9.6 : Synthèse des schémas de fractionnement ayant permis d'aboutir à l'optimum économique 3 années sur 4 dans la situation économique favorable et 2 années sur 4 dans la situation défavorable et comprenant un apport à la dernière feuille. Les résultats sont ici rapportés pour la région Ardenne (site d'essai de Michamps).

Tallage	Redress.	DF	Dose totale
75	0	30	105
60	15	30	105
60	0	45	105
45	30	15 à 30	90 à 105
45	15	45	105
30	45	30	105
30	30	45	105

Nos recommandations confirment la dose totale d'azote actuellement apportée en épeautre dans la région. Cependant, nos essais tendent à indiquer qu'il soit intéressant d'employer un schéma de fractionnement qui :

- Se concentrent sur un apport en deux fractions, au tallage et au redressement, pour atteindre l'optimum économique ;
- Se répartissent sur les fractions appliquées aux trois stades clefs, afin de soutenir la production de protéines.

4 Considération environnementale et qualitative

Par ailleurs, les analyses de reliquats azotés post-récolte de 2013 à Michamps montrent qu'en-deçà de 100 kg N/ha les reliquats sont proches de celui du témoin zéro et par conséquent ont un impact minime envers l'environnement (Figure 9.5). Le conseil formulé dans cette étude participe à diminuer l'impact de la fertilisation azotée sur l'environnement.

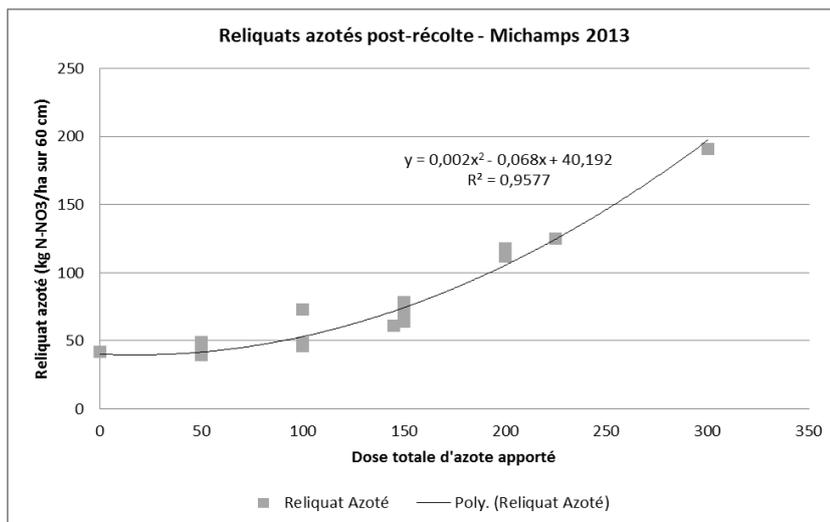


Figure 9.5 : Reliquats azotés (kg N-NO3/ha) mesurés sur 60 cm en post-récolte - Michamps 2013.

Enfin, les analyses qualité de 2013 de l'essai de Michamps ont montré qu'un apport à la dernière feuille pour les doses totales de 50 et 100 kg N/ha permet d'augmenter légèrement la teneur en protéines. Par conséquent, les modalités qui comprennent un apport à la dernière feuille sont à privilégier dans cet objectif (Figure 9.6).

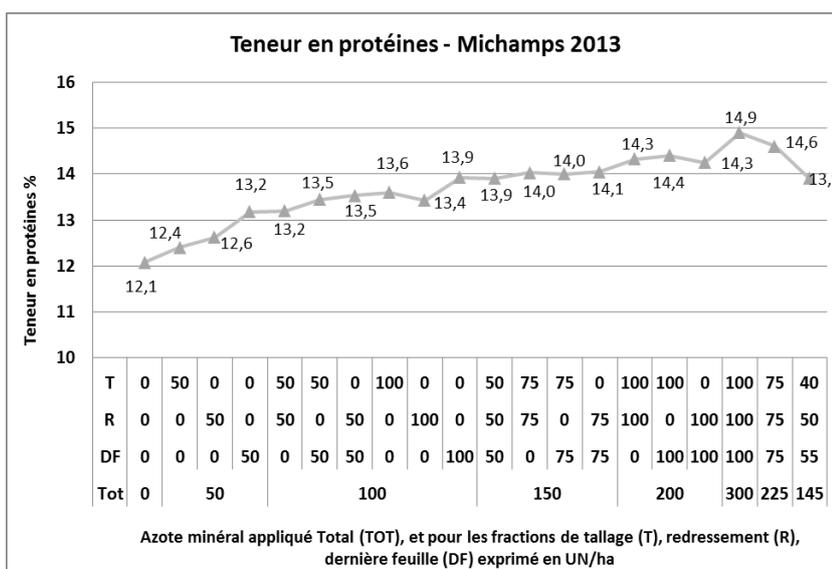


Figure 9.6 : Teneurs en protéines (%) selon les modalités de fertilisation azotée - Michamps 2013.

5 Conclusions et perspectives

Grâce à l'analyse de nos essais menés sur plusieurs années et en deux sites contrastés, il est possible aujourd'hui d'affirmer avec certitude que la fertilisation azotée de l'épeautre ne doit pas se calculer comme celle du froment. Il semble qu'aussi bien la dose totale que le schéma de fractionnement doivent être adaptés à chaque région.

Ainsi, la dose totale recommandée pour un rendement économique optimal doit idéalement être comprise entre 135 et 150 kg N/ha pour la région limoneuse et de 105 à 120 kg N/ha pour la région froide (Ardenne).

Nous constatons par ailleurs que l'épeautre a besoin d'un fractionnement dégressif, c'est-à-dire beaucoup d'apport au début de son cycle et des doses plus faibles par la suite. Dans les deux régions, un apport plus important est donc recommandé au tallage.

Par conséquent, pour la région limoneuse (Gembloux), les fractionnements s'adaptant le mieux aux variations de prix de vente de l'épeautre et d'achat de l'engrais sont : 75-60-0 (135 kg N/ha) et 90-60-0 (150 kg N/ha). Pour la région de l'Ardenne (Michamps), nous recommandons les schémas suivants : 60-45-0 (105 kg N/ha), 75-30-0 (105 kg N/ha), 75-45-0 (120 kg N/ha), et 75-30-30 (135 kg N/ha).

Nous remarquons qu'au vu des résultats, la fertilisation de l'épeautre peut se réaliser simplement en deux fractions permettant de faire des économies sur le nombre de passages de machines.

N'oublions pas que des schémas maximisant la production de protéines sont possibles et ont été mis en avant dans cet article. Ces schémas, qui reposent sur un fractionnement en trois apports et présentent un apport plus important à la dernière feuille, sont à considérer dans le cadre de contrats spécifiques. Ces schémas « protéiques » vont toutefois être testés plus systématiquement dès la saison 2016-2017 afin de confirmer leur potentiel et leur efficacité.

10. Perspectives

1	Impact de la gestion des résidus de cultures sur la fertilité des sols et la production agricole.....	2
1.1	Contexte & Objectifs.....	2
1.2	Parcelle expérimentale	2
1.3	Des résidus de cultures au carbone organique du sol	3
1.4	Et qu'en est-il des nitrates ?	5
1.5	Après un départ parfois difficile, peu d'impact sur les cultures au final.....	7
1.6	Conclusions	9
2	Le travail superficiel du sol, plutôt qu'un labour conventionnel, permet-il de réduire les émissions de N ₂ O vers l'atmosphère ? Campagne sur un essai en froment d'hiver.....	11
2.7	Introduction	11
2.8	Dispositif expérimental.....	12
2.9	Résultats.....	13
2.10	Conclusion et perspectives	15
3	Portrait et durabilité de différentes voies de valorisations des ressources céréalières wallonnes. Résultats extraits du projet ALT-4-CER	17
3.1	Introduction	17
3.2	Etat des lieux des flux céréaliers wallons.....	18
3.3	Scénarios d'évolutions possibles des productions céréalières wallonnes	22
3.4	Impacts environnementaux des productions céréalières wallonnes.....	23
3.5	Utilisation des céréales wallonnes pour la production d'énergie	25
4	Le projet BELCAM	26
4.6	Cadre et démarche générale du projet.....	26
4.7	Le conseil de fumure azotée dans BELCAM	28
4.8	Perspectives de développement du module azote	30

1 Impact de la gestion des résidus de cultures sur la fertilité des sols et la production agricole

M.-P. Hiel¹, S. Barbieux¹, J. Pierreux², C. Roisin³, G. Colinet⁴, B. Bodson², B. Dumont²

1.1 Contexte & Objectifs

Dans le contexte d'une agriculture durable et performante, la valorisation des coproduits des cultures est une réalité courante. Quand ils sont exportés, les résidus de cultures peuvent être utilisés à différentes fins : pour le bétail, la production de bioénergie, du matériel isolant ... Dans le cas où les résidus sont attribués au bétail, ce n'est pas une réelle exportation puisque il y aura une restitution des matières organiques via l'apport de fumier par après. Cependant une réelle exportation des résidus ne peut se faire au détriment de la durabilité de l'agroécosystème. Les résidus de cultures représentent une quantité de matières organiques non négligeable qui contribuent sans nul doute au maintien de la fertilité du sol. La question de la gestion des résidus de culture doit dès lors se poser. Jusqu'à quel niveau peut-on exporter les résidus de culture sans risque pour la qualité des sols ? Quelle est la meilleure manière de gérer les résidus restant au champ ?

Afin de répondre à ces questions, l'essai SOLRESIDUS a été mis en place au sein de la ferme expérimentale de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg).

1.2 Parcelle expérimentale

Quatre modalités contrastées résultant de deux pratiques sont suivies dans cet essai :

- Gestion des résidus : soit restitués au sol (IN) soit exportés (OUT). Dans le cadre de l'exportation les racines et les chaumes sont bien entendu laissés sur place ;
- Travail du sol : le travail du sol permet d'allouer les résidus différemment au sein du profil de sol. Avec un labour (L) ceux-ci sont distribués sur 25 cm de profondeur. Avec un travail du sol réduit / non labour (NL) ils ne sont mélangés que sur 10 cm (profondeur du travail des outils pour le déchaumage et la préparation du semis). La différence entre les deux traitements consiste juste à la réalisation du labour avant la préparation superficielle pour l'implantation des cultures. Les autres opérations (déchaumage, préparation lit de semence,..) sont identiques.

Les quatre modalités sont donc un labour avec incorporation des résidus (L-IN), un labour

1 ULg – Gx-ABT – TERRA research center – AgricultureIsLife

2 ULg – Gx-ABT – AgrobioChem – Phytotechnie tempérée

3 CRA-W – Dpt Agriculture et Milieu Naturel – Unité Fertilité des Sols et Protection des Eaux

4 ULg – Gx-ABT – BIOSE – Eau, Sol, Plantes

avec exportation des résidus (L-OUT), un travail réduit avec restitution des résidus (NL-IN) et un travail réduit avec exportation des résidus (NL-OUT). L'essai (1.7 ha) est un carré latin de 16 parcelles (15x40m) composé de quatre répétitions des quatre modalités.

L'essai a été mis en place en 2008 avec une première culture de colza. Les données n'ont pas été récoltées sur cette culture puisque c'est cette culture qui a permis le premier apport de résidus à la récolte. La succession des cultures est reprise dans le Tableau 10.1.

Tableau 10.1 : Succession des cultures sur l'essai SOLRESIDUS depuis la création de l'essai.

Année	Culture
2008-09	Colza
2009-10	Froment d'hiver
2010-11	Froment d'hiver
2011-12	Froment d'hiver
2012-13	Culture intermédiaire (moutarde)
2013	Féveroles
2013-14	Froment d'hiver
2014-15	Culture intermédiaire (avoine-pois)
2015	Maïs grain
2015-16	Froment d'hiver

Les mesures réalisées sur cet essai sont nombreuses et variées afin de caractériser tout ce qui se passe au niveau du sol mais aussi de la plante. C'est le résultat de collaborations entre diverses structures (notamment avec le CRA-W) premièrement via le projet SOLRESIDUS et ensuite par la création de la plateforme AgricultureIsLife. C'est maintenant le CARE⁵ AgricultureIsLife qui gère la parcelle et en assurera le suivi. Dans cet article, nous vous présentons l'évolution de la production agricole mise en relation avec l'évolution du carbone et des nitrates dans le sol.

1.3 Des résidus de cultures au carbone organique du sol

1.3.1 Résidus de cultures

Depuis le début de l'essai, la quantité de résidus dans les parcelles avec incorporation des résidus est deux fois plus élevée que dans les parcelles avec exportation (55,6 t/ha et 26,8 t/ha respectivement) (Figure 10.1). On ne constate pas d'effet du travail du sol sur les quantités de résidus produites.

⁵ CARE : Cellules d'Appui à la Recherche et à l'Enseignement

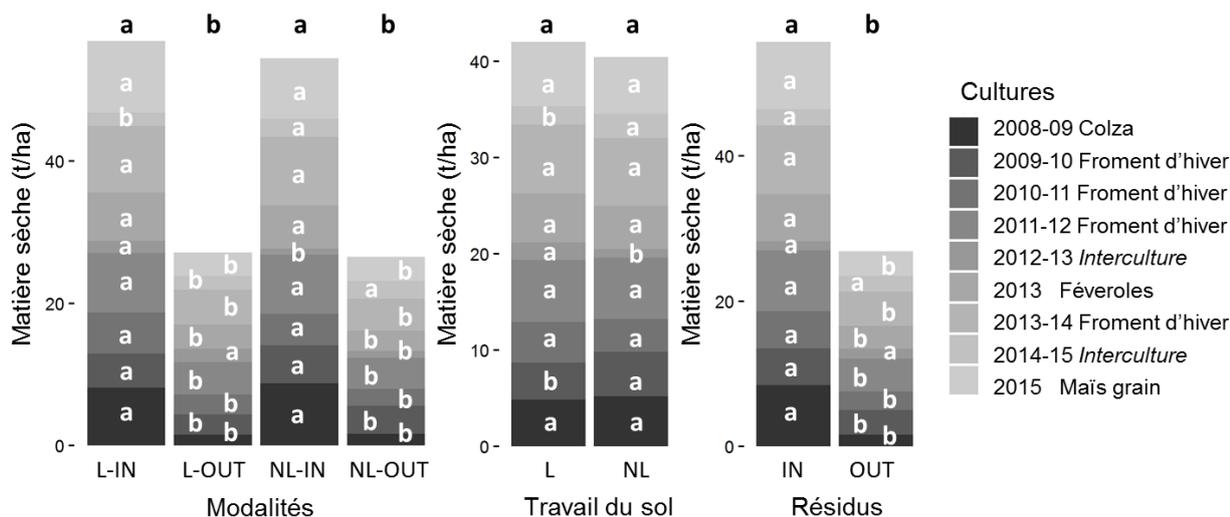


Figure 10.1 : Quantités de résidus restitués au champ (en matière sèche) depuis le début de l’essai suivant les cultures. Les lettres représentent pour chaque culture des différences significatives entre traitements.

1.3.2 Carbone organique total (COT)

La valeur initiale en carbone organique total en 2008 était de 1,17 g/100g. Dans l'ensemble, au sein de chacune des modalités appliquées depuis de la mise en place du dispositif jusqu'à aujourd'hui (printemps 2016) la teneur en carbone organique total du sol n'a pas significativement évolué. Cependant des différences émergent entre modalités au printemps 2016 avec plus de COT en NL-IN par rapport à L-OUT et NL-OUT.

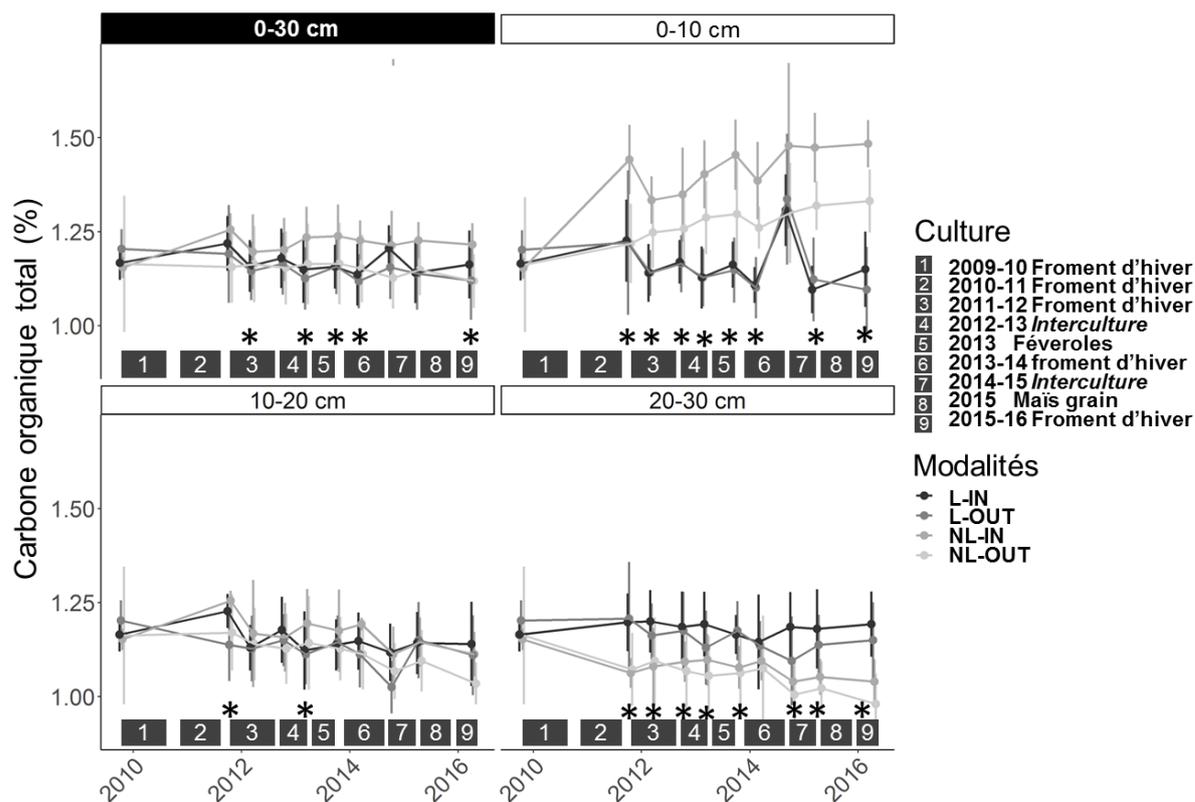


Figure 10.2 : Evolution du Carbone organique total (%) du sol sur 0-30 cm, 0-10 cm, 10-20 cm et 20-30 cm. Les rectangles numérotés en dessous de chaque figure représentent chaque période de culture. Les étoiles correspondent à des différences significatives entre traitements pour cette date de prélèvement.

Si le stock de carbone organique ne change pas sur le 0-30 cm, nous observons clairement une stratification du carbone au sein de ce profil (Figure 10.2). Dans la couche 0-10 cm, la teneur en carbone est plus élevée en travail superficiel et plus particulièrement en travail superficiel avec incorporation des résidus (NL-IN). A contrario, sur la couche 20-30 cm la teneur en COT est plus faible en travail superficiel qu'en labour. Le travail du sol réduit a donc peu à peu stratifié le carbone organique puisque les résidus de culture ne sont mélangés que sur la couche superficielle de 0 à 10 cm.

Pour les parcelles en labour, la teneur en carbone organique total est constante sur toutes les profondeurs et ce quelle que soit la quantité de résidus restituée. La vitesse de minéralisation diffère probablement entre les deux modes de travail du sol. Les parcelles en labour minéralisent plus rapidement.

1.4 Et qu'en est-il des nitrates ?

Nous avons suivi l'évolution des teneurs en nitrates dans le sol tout au long des saisons de cultures (Figure 10.3). La dynamique des nitrates répond surtout aux événements climatiques plutôt qu'au travail du sol ou à la quantité de résidus au sein du profil. Dans des conditions climatiques proches des normales saisonnières, aucun effet de la gestion des résidus n'impacte

10. Perspectives

les nitrates dans le sol. Cependant c'est une fois que les conditions climatiques s'écartent des normales saisonnières que l'on peut constater des différences.

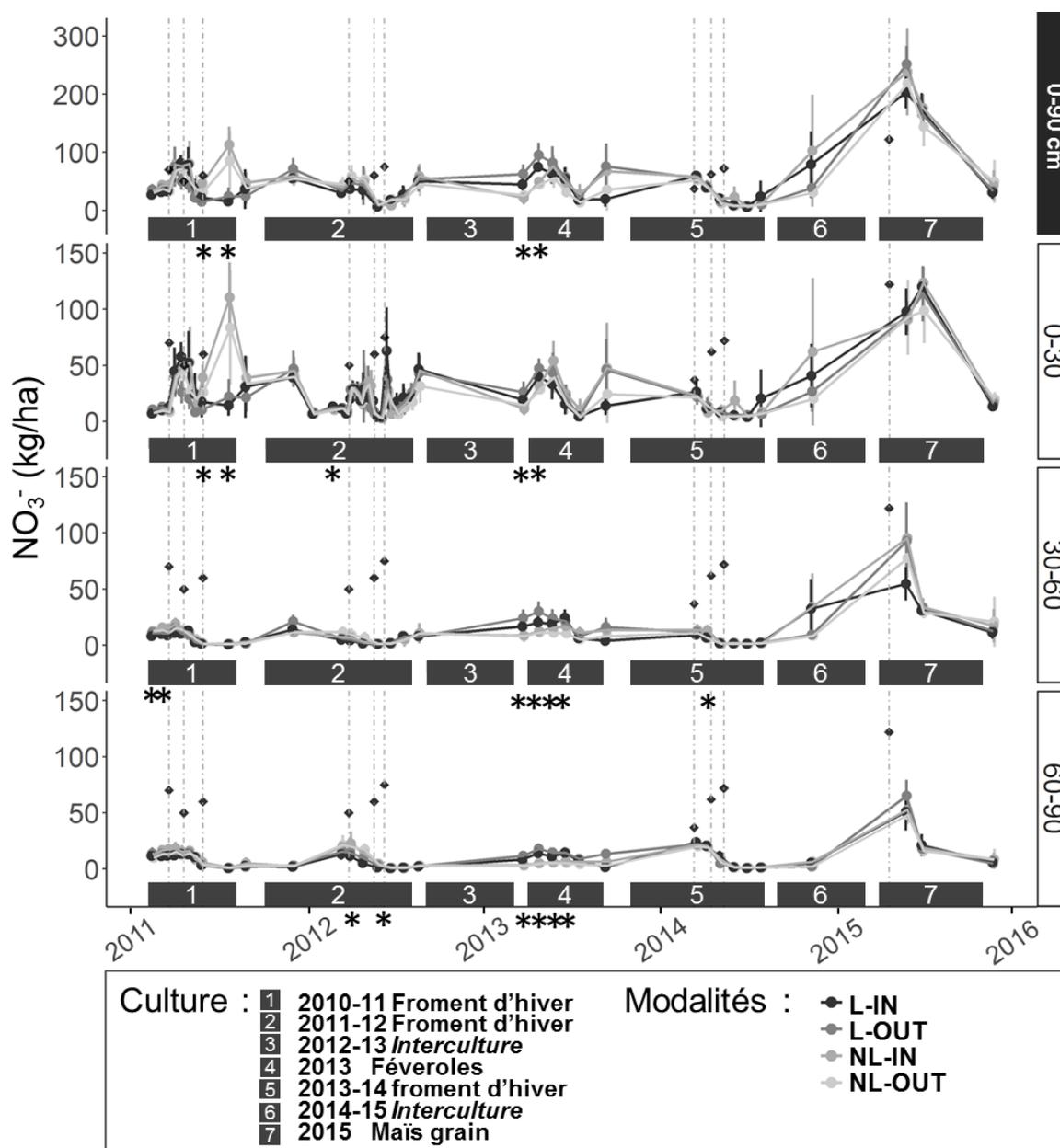


Figure 10.3 : Evolution des teneurs en nitrates dans le sol (kg/ha) sur 0-90 cm, 0-30 cm, 30-60 cm et 60-90 cm. Les lignes verticales pointillées représentent les dates de fertilisation minérale et les losanges en indiquent la dose. Les rectangles numérotés en dessous de chaque figure représentent chaque période de culture. Les étoiles correspondent à des différences significatives entre traitements pour cette date de prélèvement.

En 2011, avec une sécheresse de printemps, le froment a, dans un premier temps, moins absorbé d'azote en non-labour qu'en labour. Mais cette différence s'est ensuite estompée suite à l'absorption de l'azote par les plantes et probablement à la lixiviation. En 2013, au début de la culture de féveroles, une différence due au travail du sol est aussi constatée. Cette

différence est induite par la culture intermédiaire de moutarde. Le labour a été réalisé en novembre et il a permis d'enfouir de la matière fraîche (1,8 t/ha de matière sèche). Après l'hiver, lorsque les résidus du couvert ont été enfouis par le travail superficiel il n'en restait plus que 0,9 t/ha et sous forme plus dégradée.

Au final, la quantité de résidus de récolte restituée au sol n'a pas eu d'impact sur la distribution et la dynamique des nitrates dans le sol.

1.5 Après un départ parfois difficile, peu d'impact sur les cultures au final

1.5.1 Levée des cultures

Sur 6 années de cultures, trois années montrent des taux de levée inférieurs en travail superficiel par rapport au labour (froment 2010-11 : 11% de différence, féveroles 2013 : 20% de différence et froment 2013-14 : 10 % de différence). Les quantités de résidus enfouis ne semblent, à première vue, pas influencer le taux de levée. Par contre leur localisation semble quant à elle avoir un impact.

Le taux de germination global (prenant en compte tous les taux de germination normalisés par la densité de semis) montre aussi un effet négatif du travail superficiel sur le taux de levée (Figure 10.4) et aucun effet des résidus. Cependant, les effets observés peuvent être dus au travail du sol modifiant l'humidité et la porosité du sol mais aussi aux conséquences d'une présence et d'une proximité accrues entre les semences et les résidus. En effet les résidus peuvent nuire à une bonne levée pour trois raisons principales :

- Ils jouent le rôle d'obstacle physique et empêchent le coléoptile de rejoindre facilement la surface, la graine peut ainsi s'épuiser ;
- Ils peuvent être responsable de phytotoxicité lors de la levée et/ou pour les jeunes plantules (cas de résidus proches des graines mais aussi positionnés en dessous et qui auront les contacts avec les premières racines) ;
- Les résidus proches des graines, en augmentant la macroporosité, empêchent un bon contact sol-semence essentiel pour une bonne réhumectation de la graine.

Le taux de germination global semble être inversement corrélé à la quantité de résidus proche des semences et non à la quantité incorporée au sol. En effet, quelle que soit la quantité de résidus incorporée, en labour leur densité dans le lit de semences sera moins élevée qu'en travail superficiel. Le gradient de résidus autour des semences est le suivant : NL-IN > NL-OUT >> L-IN > L-OUT.

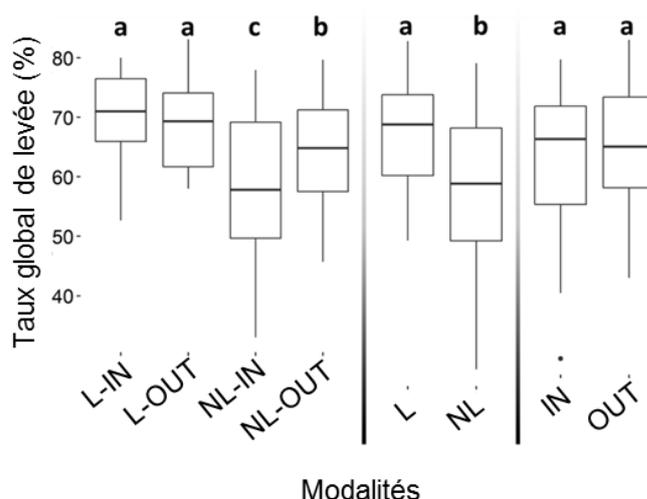


Figure 10.4 : Taux de levée global. Différentes lettres indiquent une différence statistique entre modalités.

1.5.2 Croissance des cultures

Lors de la croissance, certaines différences ont pu être observées à différentes périodes de développement et parfois de manière contradictoire. Nous remarquons un effet prépondérant du climat sur la croissance.

L'incorporation des résidus a eu des effets négatifs sur les deux premières cultures de froment (2009-10 et 2010-11). En 2009-10, avec des conditions climatiques proches des moyennes historiques, ces différences ce sont estompées. En 2010-11 il n'en fut rien. Cette année fut caractérisée par une sécheresse de printemps qui a provoqué un retard de développement dans les parcelles avec résidus et en travail superficiel. La restitution a sans doute provoqué une « faim d'azote » plus importante. Les microorganismes ont consommé, pour leur propre métabolisme, l'azote dégradé provenant des résidus, privant la plante de l'azote nécessaire à son développement.

Plus tard dans la croissance c'est le travail du sol qui impacte plus la plante. En général on observe que dans les parcelles en non-labour, pour 3 cultures sur 6, le développement de la biomasse foliaire est plus faible.

1.5.3 Rendements

Les différences observées à la croissance ou à la levée ne sont pas ou peu traduites dans les rendements. A l'échelle annuelle (Figure 10.5), les rendements n'ont pas été impactés par les différents travaux du sol ou la quantité de résidus excepté pour le froment récolté en 2011. La sécheresse de printemps n'a pas permis à la plante de rattraper le déficit déjà observé à la levée contrairement à la féverole de 2013 ou au froment récolté en 2014. Pour ces deux cultures, les différences observées à la levée ne se sont pas répercutées sur le rendement en grain. En féverole, la biomasse par plante était plus élevée dans les parcelles à faible densité de plantes. Pour le froment récolté en 2014, le froment a produit plus de talles et par conséquent plus d'épis par plante dans les parcelles à densité de plantes plus faible, c'est-à-

dire en NL.

Si l'on regarde les rendements cumulés depuis le début de l'essai, nous n'observons pas d'effet de la quantité de résidus restituée (IN – OUT). Les rendements cumulés sont plus faibles en travail superficiel qu'en labour (Figure 10.5). Cependant cette différence n'est que de 3,4 %. Par modalité, le rendement cumulé le plus faible est observé en NL-IN par rapport au rendement le plus élevé (en L-OUT), soit 4,7% en moins. Cela représente 2,1 t/ha seulement.

Quant à la qualité du grain, on peut conclure que les différentes modalités de gestion de résidus de culture n'ont pas impacté la teneur en protéines ni en NPK.

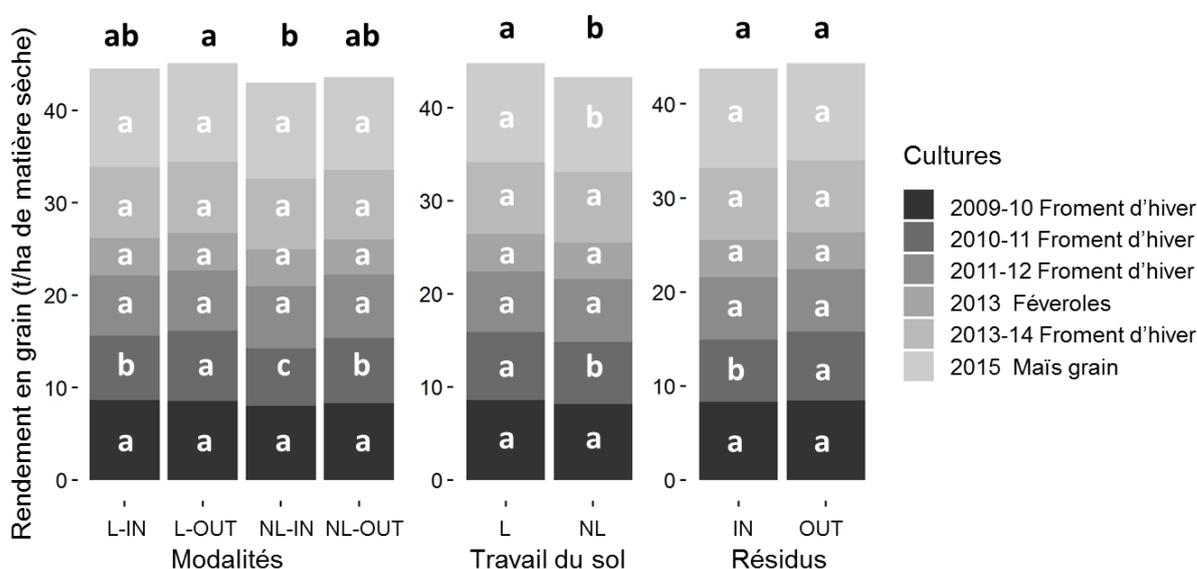


Figure 10.5 : Rendements en grain cumulés (t/ha en matière sèche). La production annuelle est représentée par une nuance de gris. Des lettres différentes dans une couleur de bloc indiquent une différence significative pour cette culture-là. Des lettres différentes au-dessus des colonnes représentent une différence significative entre traitement pour le cumul des rendements.

1.6 Conclusions

A ce stade les effets des différentes modalités de gestion des résidus sur la fertilité du sol ou sur les cultures sont assez modérés. Mais ce n'est pas pour autant que nous pouvons en conclure une absence d'effet, ceux-ci pouvant peut être s'accroître sur du plus long terme. Nous observons l'importance prépondérante du climat sur la manière dont les différentes modalités de gestion des résidus de cultures vont influencer le système eau-sol-plante.

Toutefois, nous observons des tendances sur l'évolution du carbone dans le sol avec une augmentation légère en non-labour avec restitution des résidus (NL-IN) en comparaison aux autres modalités. Le type de résidus a son importance également. Les résidus issus des couverts ont un impact plus important que les pailles sur les nitrates dans le sol par exemple.

En général, nous observons un effet plus important du mode de travail du sol que de la quantité des résidus restitués sur la répartition du carbone organique total dans le profil, sur

10. Perspectives

les levées et pendant le développement des cultures. Il faut noter également une capacité des cultures en non-labour à rattraper des retards de développement puisque finalement les rendements sont équivalents, excepté en cas de conditions climatiques limitantes en eau.

Au final avec si peu de différences au niveau de la production agricole, nous en concluons que d'autres facteurs doivent être pris en compte quant à la décision d'une stratégie de gestion des résidus appropriée à une agriculture durable. Ces facteurs sont les émissions de gaz à effet de serre, la structure du sol, la faune du sol, la consommation en carburant ...

Il est important de rappeler que cette étude reflète plus un système en transition que des pratiques à long terme. En effet, les dynamiques liées au carbone du sol notamment sont connues pour être des processus lents. Des changements plus prononcés pourraient influencer la structure et par conséquent les effets sur les levées par exemple. Dès lors, nous recommandons de poursuivre cette étude sur du plus long terme.

2 Le travail superficiel du sol, plutôt qu'un labour conventionnel, permet-il de réduire les émissions de N₂O vers l'atmosphère ? Campagne sur un essai en froment d'hiver.

F. Broux⁶, M. Lognoul⁶, N. Theodorakopoulos⁷ M-P. Hiel⁸, B. Bodson⁹, B. Heinesch⁶ et M. Aubinet⁶

2.7 Introduction

Le protoxyde d'azote (N₂O) est un des principaux gaz à effet de serre. En termes de contribution au réchauffement climatique, il se classe en troisième position derrière le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane (CH₄). Il est également un des responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique. Sa concentration atmosphérique a augmenté de 20 % durant l'ère industrielle et cette évolution a été particulièrement rapide durant les dernières décennies.

Le N₂O est produit par des phénomènes d'origines naturelles ou anthropiques. Le secteur agricole étant de loin le plus gros contributeur à cette production de N₂O anthropogénique, notamment à travers la fertilisation azotée des cultures.

Dans les parcelles agricoles, la majorité des émissions proviennent du sol où le N₂O est produit par différents mécanismes. Ces mécanismes peuvent avoir lieu à différentes étapes du relativement complexe cycle de l'azote. Sans entrer dans le détail des différents mécanismes, il faut néanmoins en citer les deux principaux. La nitrification est le processus par lequel l'azote sous forme ammoniacale est oxydé en azote nitrique. La dénitrification quant à elle est la réduction consécutive du nitrate vers le diazote (composant majoritaire de l'air ambiant). Dans les deux cas, le N₂O est un sous-produit de la réaction.

La littérature scientifique renseigne différentes variables environnementales (climatiques, pédologiques, etc.) qui peuvent individuellement influencer ces mécanismes. Toutefois, les auteurs ne sont toujours pas d'accord quant à l'influence de certaines pratiques agricoles sur les émissions d'un système complexe comme une parcelle agricole.

Il est donc important d'acquérir une meilleure connaissance des émissions par les cultures. Tout d'abord, afin d'en affiner l'inventaire. Ensuite, cela permettrait d'identifier des pistes de réductions de ces émissions en optimisant les pratiques actuelles ou en promouvant de

⁶ ULg – Gx-ABT – BIOSE –Echanges Ecosystèmes-Atmosphère

⁷ ULg – Gx-ABT – AgroBioChem – Microbiologie et génomique

⁸ ULg – Gx-ABT – TERRA research center – AgricultureIsLife

⁹ ULg – Gx-ABT – AgroBioChem – Phytotechnie tempérée

10. Perspectives

nouvelles pratiques comme une fertilisation plus sophistiquée (application à taux variable, engrais à diffusion lente) à titre d'exemple.

Cela permettrait un meilleur inventaire des émissions de N₂O par l'agriculture, et, plus précisément, selon les différents itinéraires techniques. D'autre part, une meilleure estimation des pertes d'azote est bénéfique tant du point de vue de l'étude de l'impact des pratiques que de l'ajustement de la fertilisation.

Les études concernant l'impact du labour sur les émissions ont fourni des résultats divergents. Certains travaux indiquent une augmentation des émissions avec le non-labour ou le travail du sol réduit, d'autres le contraire, ou encore un effet non significatif. Sans être exhaustif, le travail du sol peut influencer les émissions au travers des modifications de l'humidité du sol, des conditions aérobies/anaérobies, de la matière organique ou encore des populations microbiennes. Ces facteurs pouvant également se trouver en interactions les uns avec les autres. Il y a donc un manque de connaissance pour identifier plus clairement l'influence du labour sur ces propriétés et donc sur les émissions.

Dans le but d'apporter des éléments de réponses à ces questions, nous avons instrumenté des parcelles d'essai de froment pour le suivi des échanges de N₂O sous deux régimes de travail du sol, un labour conventionnel et un travail superficiel. Les deux questions de recherches soulevées sont :

- Quel est l'impact du labour sur les flux de N₂O ?
- Quelle est l'influence de la fertilisation azotée, du climat et du développement de la culture sur la dynamique des émissions de N₂O ?

Cette étude s'inscrit dans le contexte plus large du projet AgriGES qui a pour objectif d'étudier la réponse du CH₄ et du N₂O aux techniques de gestion dans les pâturages et les cultures.

2.8 Dispositif expérimental

2.8.1 Site d'étude

L'étude présentée ici a été réalisée sur l'essai SOLRESIDUS sur deux parcelles avec restitutions des résidus (IN), une parcelle étant travaillée en labour conventionnel (L) l'autre en travail du sol réduit (NL). La description détaillée du site et des itinéraires techniques est donnée dans l'article « 1.

Impact de la gestion des résidus de cultures sur la fertilité des sols et la production agricole » (du chapitre « Perspectives »).

2.8.2 Dispositif de mesures des flux de gaz (N₂O et CO₂)

Les flux de N₂O et de CO₂ sur chacune des deux parcelles ont été mesurés à l'aide d'un système de chambres de sol automatisées. Une chambre de sol est un volume cylindrique posé sur la surface du sol qui se ferme durant une durée déterminée (ici 22,5 min) à l'aide d'un couvercle commandé de façon automatique. L'air dans la chambre est pompé vers les analyseurs (N₂O et CO₂) qui mesurent la concentration en gaz qui s'accumule dans le volume clos. Le flux de gaz sortant du sol est calculé à partir de l'évolution de la concentration au cours du temps de fermeture de la chambre. Sur chaque parcelle, 8 chambres sont disposées afin de couvrir une plus grande variabilité spatiale. Les 8 chambres se ferment consécutivement, fournissant une valeur moyenne de flux toutes les quatre heures pour chaque modalité. Seuls les flux de N₂O sont présentés ici.



Figure 10.6 : Dispositif expérimental : ensemble de 8 chambres de sol sur la parcelle de froment d'hiver en labour réduit.

Ce système automatisé a pour avantage de fournir des mesures en continu avec une bonne résolution temporelle (une mesure toutes les quatre heures). C'est un atout conséquent car les émissions de N₂O sont généralement caractérisées par une dynamique de faibles flux de fond entrecoupés de pics d'émissions aussi intenses que brefs

2.8.3 Mesures annexes

Les mesures de flux sont complétées par des mesures permettant de caractériser la parcelle.

La température et l'humidité du sol sont ainsi mesurées en continu, à faible profondeur (5 cm). Approximativement tous les quinze jours, un prélèvement de sol a aussi été effectué afin de mesurer les contenus en azote et carbone organique total dans la parcelle ainsi que certains paramètres microbiologiques. Afin d'avoir un aperçu plus fin des réservoirs d'azote, les contenus en azote ammoniacal et nitrique ont également été quantifiés.

En fin de campagne, après retrait des chambres, des prélèvements ont été effectués en dessous de chaque chambre de sol. Ceux-ci ont été utilisés pour caractériser la variabilité entre les chambres sur différents plans : contenus en azote, structure du sol et expression de gènes.

2.9 Résultats

La campagne sur la culture de froment d'hiver a montré en 2016 des émissions près de deux fois plus importantes pour la parcelle en travail du sol réduit que pour celle en labour conventionnel (Figure 10.7). Cette différence peut être reliée aux différences de contenus en carbone et en azote (total et nitrique) du sol (Figure 10.8), ces contenus étant systématiquement plus importants en non-labour. La conséquence probable est une activité microbienne plus importante.

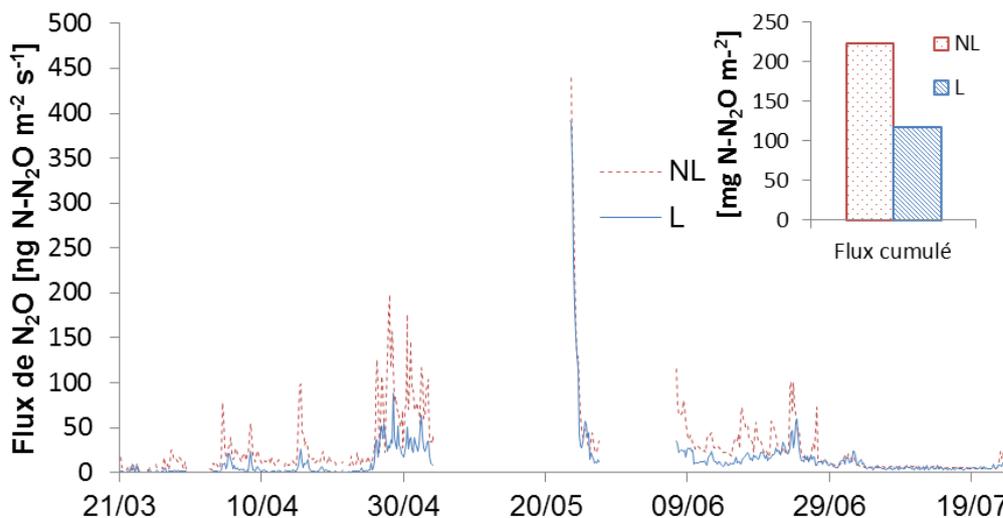
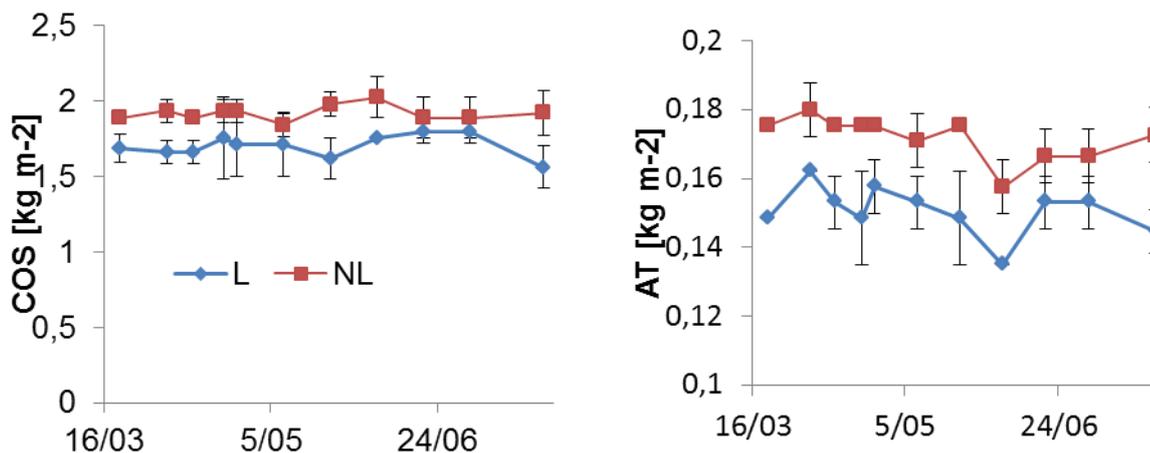


Figure 10.7 : Série temporelle et somme cumulée le long de la période de mesure des émissions de N₂O dans les deux parcelles : labour (L) et non-labour (NL).



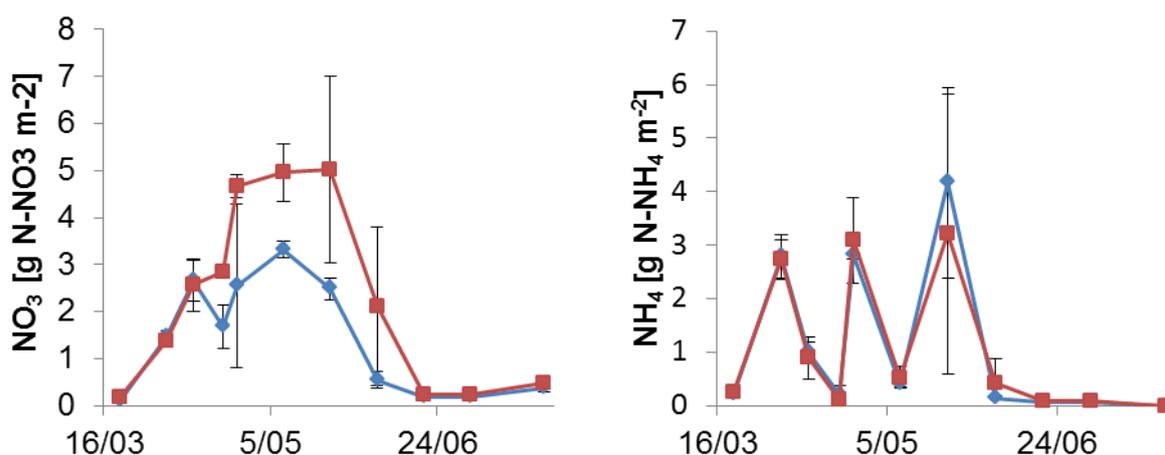


Figure 10.8 : Carbone organique du sol (en haut à gauche), azote total (en haut à droite), nitrate (en bas à gauche) et ammonium (en bas à droite) dans les prélèvements effectués dans les 10 premiers cm sur les deux parcelles : labour (L) et non-labour (NL).

La dynamique temporelle des émissions est rythmée par les événements de fertilisation dans les deux parcelles. La situation est particulièrement marquée dans la parcelle en non-labour (Figure 10.9) où les émissions sont plus importantes. Les fertilisations constituent une entrée d'azote ($\text{NO}_3^- - \text{NH}_4^+ - \text{CO}(\text{NH}_2)_2$) dans le sol, il est donc logique d'observer une augmentation des contenus en azote nitrique et ammoniacal dans le prélèvement qui suit. Ces apports sont également suivis d'une série de pics déclenchés par des augmentations de la teneur en eau du sol. L'évolution des pools d'azote nitrique et ammoniacal suggère ainsi un processus de nitrification après les fertilisations. L'absence d'augmentation de la concentration en nitrate dans les prélèvements successifs à la troisième fertilisation doit être perçue dans le contexte du développement de la culture. En effet, la troisième fertilisation correspondant à une période d'importante acquisition de biomasse par le froment, l'azote est simplement assimilé par le froment.

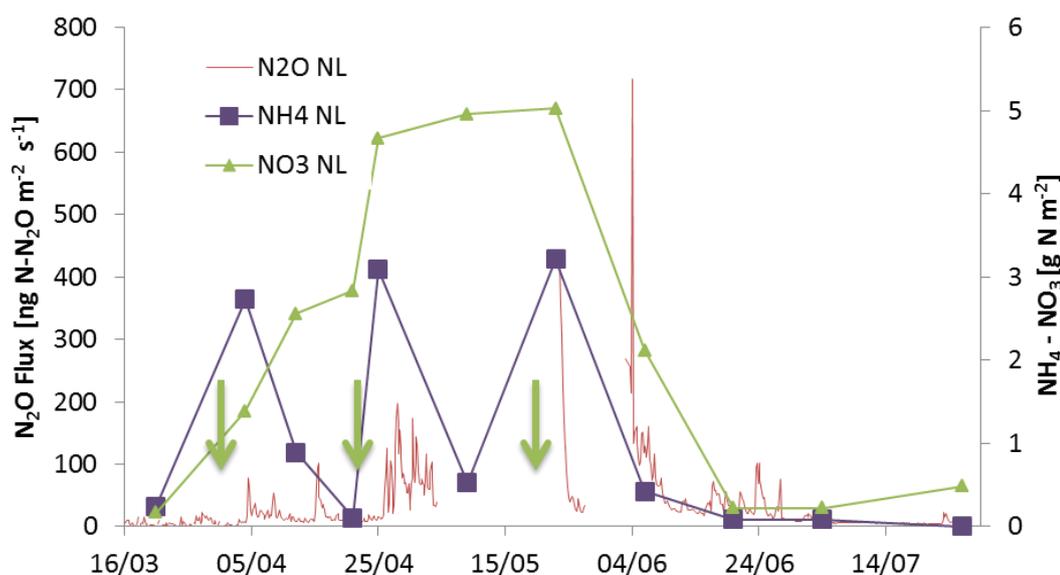


Figure 10.9 : Séries temporelles des flux de N_2O et des contenus en NO_3^- et NH_4^+ du sol dans la parcelle NL

(non labour). Les flèches indiquent les trois fertilisations (dans l'ordre : 60, 60 et 75 unités d'azote sous forme de solution UAN).

2.10 Conclusion et perspectives

Les résultats présentés montrent des émissions de N₂O plus importantes dans la parcelle soumise à une pratique de non-labour en comparaison avec la parcelle en labour conventionnel. Ce constat souligne l'importance de considérer les pratiques agricoles sous différents angles. Les bénéfices en matière de conservation des sols d'un non-labour pourraient par exemple être nuancés par le bilan N₂O qui semble défavorable. Néanmoins, il s'agit d'une étude ponctuelle et il reste à mettre en évidence les mécanismes à l'origine de ces différences afin de pouvoir transposer ces résultats dans d'autres contextes.

Les résultats mettent également en évidence le lien entre les événements de fertilisation et les pics d'émissions. Dans le cas présent, il semble que ceux-ci soient liés à un processus de nitrification.

Les résultats de cette étude sont toujours en cours de traitements. Il s'agit notamment d'établir des relations entre les émissions et les autres variables mesurées ou d'identifier de façon plus fine la dynamique des pics qui constituent la plus grande partie des émissions.

Cette étude doit également être complétée par d'autres campagnes. Dans le cadre du projet AgriGES, une campagne de mesure sur une culture de maïs a déjà été effectuée en 2015. Il est également prévu d'effectuer une campagne de mesure sur une culture de betterave ainsi qu'une manipulation visant à identifier l'impact d'un facteur en particulier sur les émissions comme le type de fertilisation azotée ou son fractionnement.

3 Portrait et durabilité de différentes voies de valorisations des ressources céréalières wallonnes. Résultats extraits du projet ALT-4-CER

F. Van Stappen¹⁰, A. Delcour¹¹, V. Decruyenaere¹², F. Rabier¹³, P. Burny¹⁴, D. Stilmant¹⁵ et J.P. Goffart¹⁶

3.1 Introduction

Cet article a pour but de communiquer de manière succincte les résultats du projet ALT-4-CER, financé par le Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W) sur base des fonds de la loi de défiscalisation des institutions de recherches Moerman. Ce projet s'est déroulé de mars 2011 à juillet 2015.

Le projet comportait les objectifs suivants:

- Dresser un portrait des utilisations actuelles des céréales wallonnes ;
- Elaborer des scénarios originaux d'évolutions possibles de l'utilisation des céréales wallonnes en concertation avec le secteur wallon ;
- Evaluer, sur base d'analyses du cycle de vie (ACV), les impacts environnementaux (et socio-économiques, disponibles mais non repris dans cet article) de la production et la transformation des céréales wallonnes selon des exemples de filières de valorisation.

Nous présentons ici des informations, extraites des résultats du projet, sur le portrait en 2010 de la valorisation des céréales wallonnes et sur l'estimation de l'impact environnemental de la production de céréales en Wallonie.

Nous nous limitons à donner les conclusions et messages-clés de l'étude sur la construction de scénarios possibles d'évolution de l'utilisation des céréales wallonnes d'une part et, d'autre part, sur l'utilisation des céréales pour la production d'énergie.

L'ensemble des résultats de l'étude sera diffusé ultérieurement dans une brochure de vulgarisation destinée aux acteurs du monde agricole.

10 CRA-W – Dpt Valorisation des productions – Unité Biomasse, bioproduits et énergies

11 CRA-W – Dpt Productions et filières – Unité Stratégies phytotechniques / Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité Systèmes agraires, territoire et technologies de l'information

12 CRA-W – Dpt Productions et filières – Unité Mode d'élevage, bien-être et qualité

13 CRA-W – Dpt Productions et filières – Unité Machines et infrastructures agricoles

14 CRA-W – Dpt Productions et filières – Unité Stratégies phytotechniques

15 CRA-W – Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité Systèmes agraires, territoire et technologies de l'information

16 CRA-W – Dpt Productions et filières – Unité Stratégies phytotechniques

3.2 Etat des lieux des flux céréaliers wallons

3.2.1 La production céréalière en Wallonie

En Wallonie, sur la moyenne de 2007 à 2010, près de 50 % de la superficie sous labour est couverte par des céréales à grains, soit 192 037 ha (DGSIE, 2011). Les cinq principales cultures céréalières sont le froment (*Triticum aestivum* L.), l'orge (*Hordeum vulgare* spp.), l'épeautre (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* [L.] Thell.), le maïs grain et le maïs fourrager (*Zea mays* spp.) (Figure 10.10).

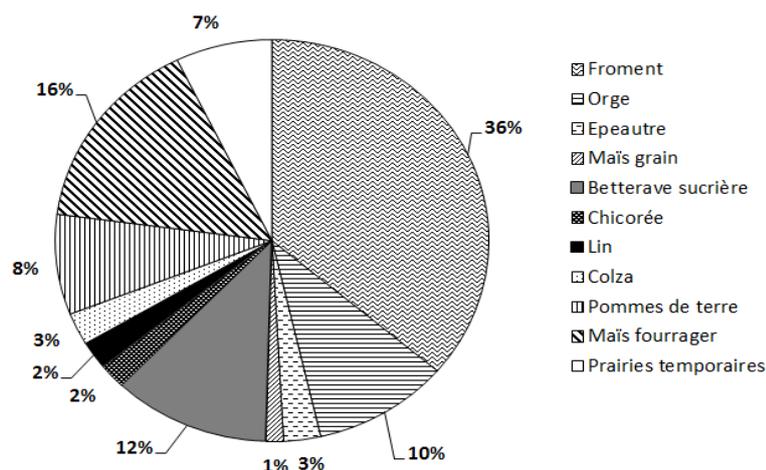


Figure 10.10 : Répartition moyenne (%) des emblavements des surfaces cultivées en Wallonie de 2007 à 2010.

La Figure 10.11 permet de visualiser la répartition des surfaces céréalières et des espèces cultivées par région agricole selon la SAU, maïs fourrager compris. La taille des graphiques (format « secteurs ») par région agricole est proportionnelle à la surface agricole de la région agricole concernée. Il apparaît que les grandes régions céréalières cultivent principalement des céréales à haut rendement telles que le froment d'hiver et l'orge d'hiver. Le maïs grain, qui occupe des surfaces réduites mais en croissance, se rencontre surtout dans le Nord de la Wallonie (75 % en Région sablo-limoneuse et 23 % en Région limoneuse). Les régions moins fertiles (Famenne, Ardenne, Région jurassique, Haute Ardenne) présentent un profil en céréales plus diversifié. Enfin, proportionnellement à la SAU, le maïs fourrager se cultive principalement dans les régions orientées vers l'élevage (Ardenne, Famenne, Région jurassique, Région Herbagère liégeoise, Haute Ardenne et Région Herbagère des Fagnes).

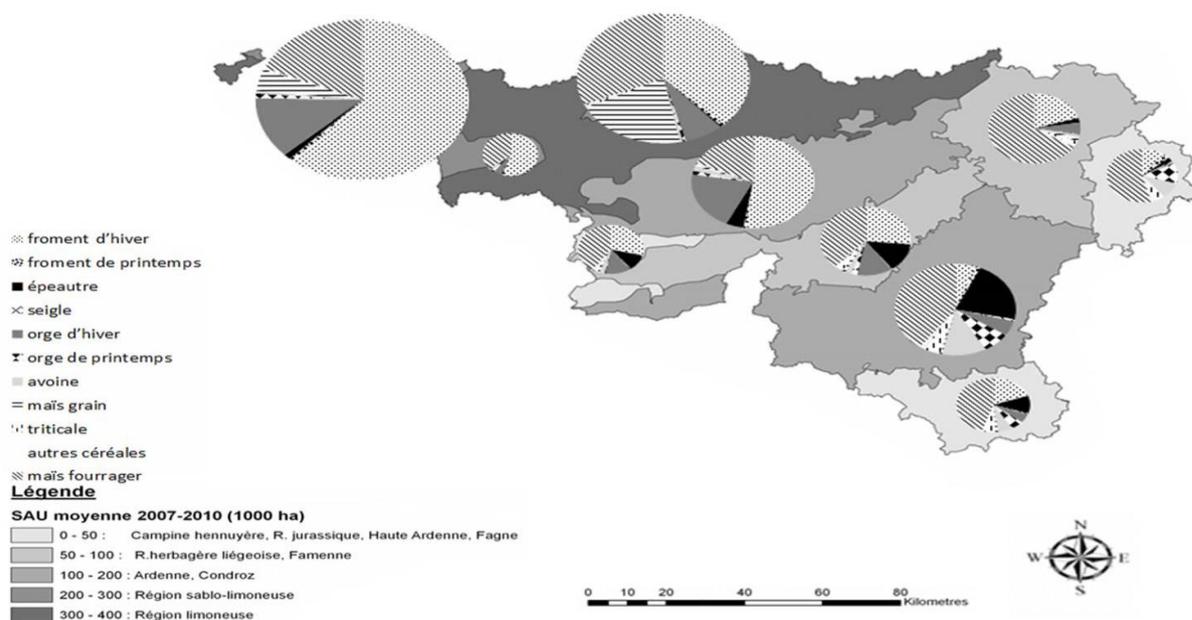


Figure 10.11 : Superficie agricole utile (SAU) en Wallonie (moyenne sur les années 2007 à 2010) et répartition des surfaces céréalières (maïs fourrager compris) selon les zones agricoles wallonnes.

3.2.2 Evolution des superficies céréalières wallonnes

Si la superficie céréalière a peu changé entre 1995 et aujourd'hui (+ 2 %), l'importance relative des espèces céréalières cultivées a, quant à elle, fortement évolué. Les évolutions les plus marquantes concernent le développement de la culture de maïs grain, l'avènement du maïs fourrager étant bien antérieur. Le maïs grain et le maïs fourrager ont respectivement connu une augmentation de 31 % et 19 % depuis 1995. Le froment reste la céréale la plus cultivée en Wallonie (depuis 1995, l'évolution de la superficie consacrée au froment a augmenté de 9 %) alors que l'orge et l'épeautre, deux céréales également importantes, ont vu leurs surfaces diminuer. Les céréales comme le seigle, l'avoine et le triticale se sont elles aussi raréfiées. Afin d'identifier les substitutions possibles entre cultures durant ces 15 dernières années, la Figure 10.12 propose une visualisation des évolutions de l'ensemble des surfaces emblavées avec les principales espèces cultivées en Wallonie. Si les cultures liées au régime de quota comme la betterave sucrière diminuent dans l'assolement, d'autres, telles que la pomme de terre, le colza ou les légumineuses, se sont bien développées.

Sur un total de 14 502 exploitations agricoles wallonnes en 2010, 58 % produisaient des céréales. Bien que le nombre d'exploitations wallonnes diminue drastiquement depuis 15 ans, la superficie wallonne consacrée aux céréales, maïs fourrager compris, peut être qualifiée de très stable (moyenne de 242 893 ha avec un écart-type de 10 960 ha).

10. Perspectives

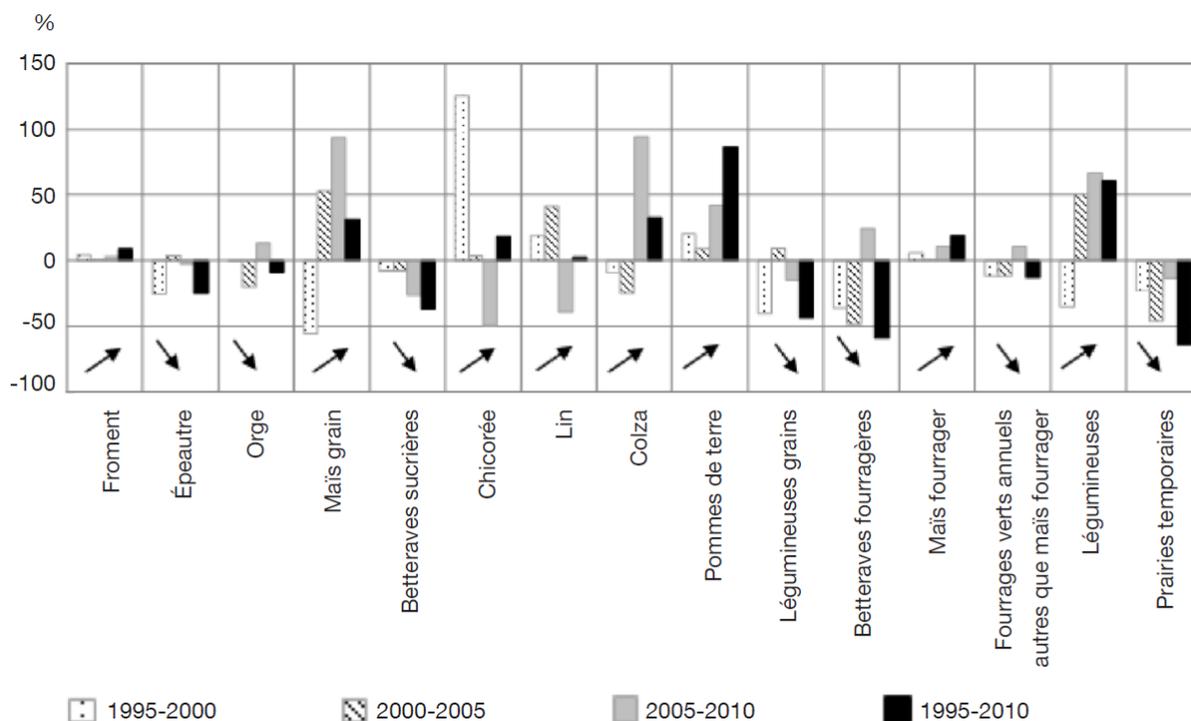


Figure 10.12 : Évolution des surfaces pour les principales espèces cultivées en Wallonie de 1995 à 2010.

3.2.3 Utilisations des céréales wallonnes

Comme le montre la Figure 10.13, les céréales wallonnes sont valorisées pour 45 % en utilisation directe par le secteur de l'alimentation animale (Feed). Le secteur de l'amidonnerie représente 44 % en utilisation directe et recouvre tant le Feed que le Fibre, le Food et le Fuel. Néanmoins, les céréales wallonnes alimentent au mieux 15 % de l'industrie belge des aliments composés pour animaux (504 000 t de céréales wallonnes comparées à 3 316 000 t de céréales consommées par cette industrie en Belgique).

La Figure 10.14 présente, pour chacune des cinq céréales, la situation moyenne, sur les années 2007 à 2009, des flux céréaliers wallons exprimés en tonnes de matière sèche. Le maïs est essentiellement valorisé au niveau du Feed (intra-consommation et aliments pour animaux) : 82 % pour le maïs grain et 98 % pour le maïs fourrager. Le froment et l'orge ont un profil nettement plus diversifié en termes d'utilisations avec respectivement 29 % et 49 % pour le secteur Feed, 25 % et 24 % pour le secteur Fibre et 29 % et 4 % pour le Fuel. La valorisation Food (meunerie et malterie) est relativement plus importante pour l'épeautre (20 %) que pour les autres céréales.

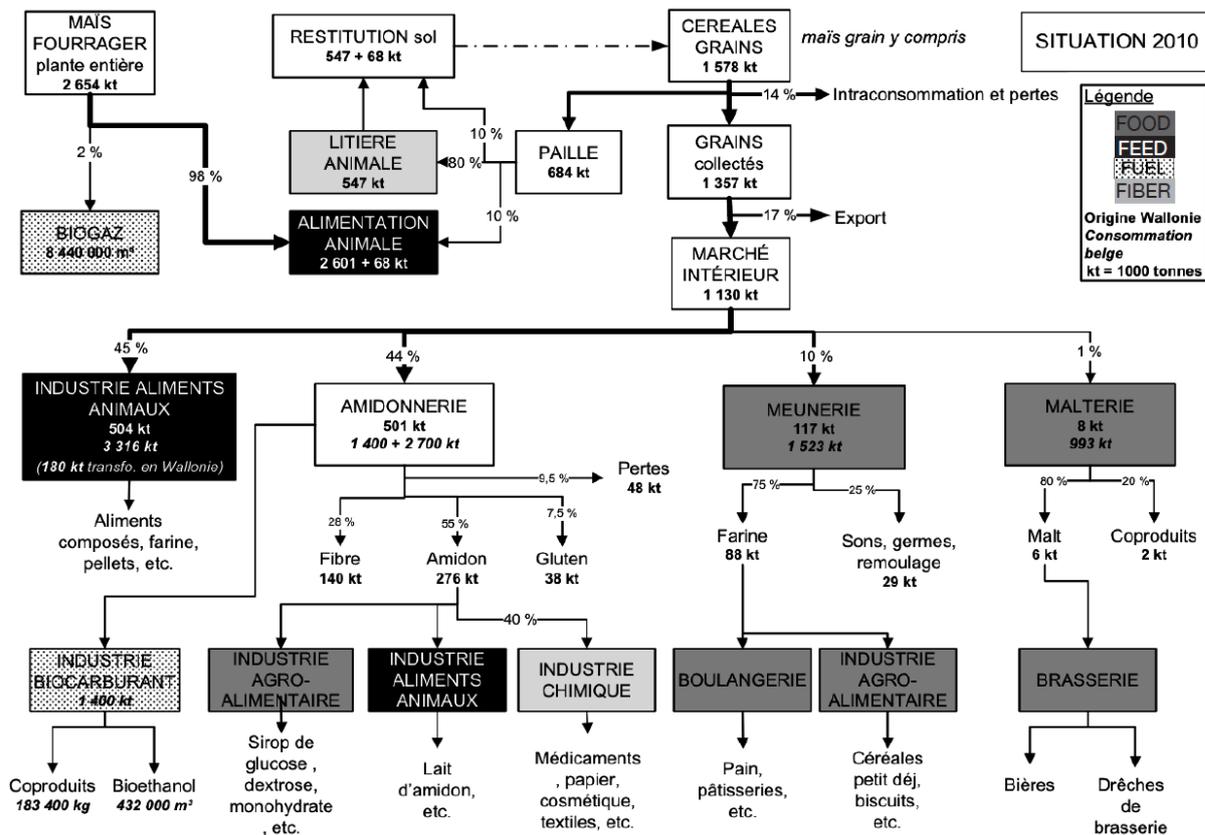


Figure 10.13 : Répartition des flux céréaliers wallons (quantités exprimées en matière fraîche) en 2010.

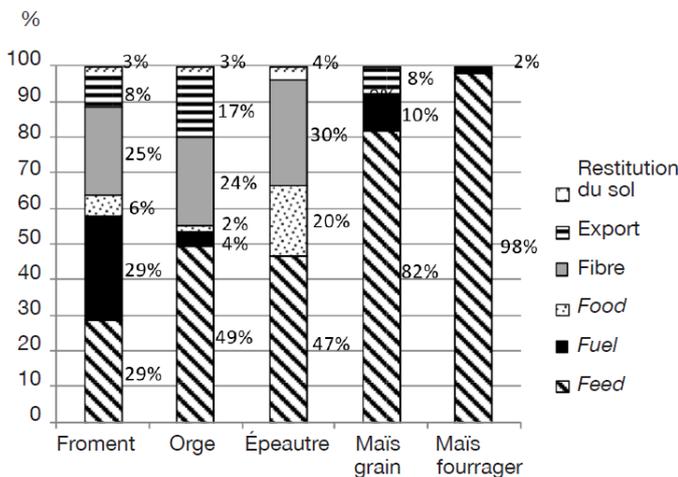


Figure 10.14 : Destinations (exprimées en % de matière sèche) des quantités des principales céréales produites en Wallonie (froment, orge, épeautre, maïs grain, maïs fourrager et pailles) en 2010.

Les données exprimées en tonnes de matière fraîche (MF) ont été converties en tonnes de matière sèche (MS) afin de pouvoir comparer aussi bien la paille que le grain.

3.2.4 Conclusions et messages-clefs

Les interviews auprès des acteurs de la filière, les recherches dans la littérature et les statistiques officielles ont permis de réaliser un état des lieux des flux céréaliers wallons. La majeure partie des céréales wallonnes est destinée à l'alimentation animale (Feed), que ce soit par l'apport de pailles ou d'aliments composés via l'industrie des aliments pour animaux. La deuxième grande utilisation est l'amidonnerie, qui comprend une partie de la valorisation en alimentation humaine (Food), en biocarburants (Fuel) et en utilisation matière (Fiber). L'utilisation directe des céréales wallonnes pour l'alimentation humaine est très limitée.

- *Parmi les céréales grains cultivées en Wallonie, le froment représente à lui seul plus du tiers des surfaces. L'évolution de ces 15 dernières années montre que les terres emblavées en froment continuent d'augmenter au détriment d'autres céréales telles que l'escourgeon ou l'épeautre, indiquant une spécialisation de la culture céréalière wallonne.*
- *Les céréales wallonnes sont à l'heure actuelle utilisées principalement pour l'alimentation animale (45 %). Ainsi, pour des raisons de taille réduite des lots, de climat et de rémunération insuffisante de la qualité requise pour l'alimentation humaine, la quasi-totalité du blé wallon est de qualité fourragère.*
- *Plus de 90% de la production belge d'aliments pour animaux est concentrée en Flandre, indiquant une délocalisation de la création de valeur ajoutée liée à la transformation des céréales produites en Wallonie.*
- *Plus d'un quart (27 %) du blé wallon est transformé par l'industrie du bioéthanol.*

3.3 Scénarios d'évolutions possibles des productions céréalières wallonnes

Conclusions et messages-clés

L'exercice mené dans le cadre de cette étude a abouti à l'établissement de quatre scénarios d'utilisations des céréales wallonnes à l'horizon 2030. Ces scénarios, sous-tendus par des hypothèses contrastées, brossent une gamme de futurs possibles pour la filière céréalière wallonne. La question de la compétition entre utilisations alimentaires (directes ou indirectes) et non alimentaires est clairement sous-entendue au travers de ces scénarios qui illustrent des futurs contrastés allant de l'autonomie alimentaire de la Wallonie jusqu'à la mondialisation radicale des productions, en passant par le développement stratégique de nouveaux débouchés alliant évolutions des pratiques culturelles, modifications des habitudes de consommation et nouvelles technologies.

- *La Wallonie produit moins de 10 % de ses besoins en céréales destinées à l'alimentation humaine. Le solde de ses besoins est couvert par l'importation. Si le modèle actuel se poursuit d'ici 2030 (Business-as-Usual), la Wallonie ne produira plus de céréales à destination de l'alimentation humaine.*
- *La tendance actuelle dans l'alimentation des Wallons va vers une diminution de la consommation globale en viande mais vers une augmentation de la consommation de volaille, or la ration de ces animaux est constituée pour 60 % de céréales, ce qui pourrait accentuer la compétition entre l'homme et l'animal pour la ressource céréalière.*

3.4 Impacts environnementaux des productions céréalières wallonnes

3.4.1 Introduction

La méthode d'analyse du cycle de vie (ACV) (ISO14040-44) a été mobilisée afin d'évaluer les impacts environnementaux de la production de céréales en Wallonie. Ceci avait pour but de :

- Identifier les paramètres sensibles lors de la conduite d'ACV de productions agricoles alimentées par des données locales (à l'échelle de la Wallonie) ;
- Comparer la durabilité environnementale des productions céréalières wallonnes avec les moyennes européennes.

L'étude s'est basée sur les données de la Direction de l'Analyse Economique Agricole (SPW/DAEA) de 2010 à 2013, soit quatre années. Elle s'est focalisée sur les cinq principales cultures céréalières wallonnes : le froment (*Triticum aestivum* L.), l'orge (*Hordeum vulgare* spp.), l'épeautre (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* [L.] Thell.), le maïs grain (sec et humide) et le maïs fourrager (*Zea mays* spp.).

L'analyse a pris en compte les étapes suivantes de la production de céréales :

- Production et transport des intrants (semences, engrais minéraux, produits de protection des plantes, matériel agricole, carburant et lubrifiants) ;
- Travaux agricoles (culture intermédiaire éventuelle, préparation du sol, semis, fertilisation, protection des cultures, récolte) : émissions dues à la combustion du carburant, à l'abrasion des pneus, à l'usure du matériel ;
- Transport jusqu'à la ferme ou chez le négociant ;
- Séchage du maïs grain ;
- Couverture des silos, le cas échéant ;
- Stockage chez le négociant, le cas échéant.

Les catégories d'impact étudiées sont : le réchauffement climatique, l'acidification, l'eutrophisation, la toxicité humaine, l'écotoxicité, l'utilisation du sol agricole, la consommation en eau et en ressources abiotiques.

3.4.2 Etapes de la production ayant le plus d'impacts sur l'environnement

Pour toutes les céréales, c'est la production des engrais minéraux qui constitue la part la plus importante des impacts environnementaux de la production des céréales. Ainsi, elle représente entre 18 et 36 % du potentiel de réchauffement climatique, entre 46 et 84 % de l'écotoxicité, entre 36 et 70 % de la consommation en eau et entre 22 et 39 % de la consommation en ressources abiotiques.

Viennent ensuite les émissions dues à l'utilisation des engrais minéraux qui représentent entre 12 et 34 % du potentiel de réchauffement climatique, entre 8 et 49 % de l'impact sur la toxicité humaine, entre 4 et 65 % du potentiel d'acidification et entre 2 et 48 % du potentiel d'eutrophisation. Les émissions dues à l'application des engrais organiques représentent quant à elles entre 1 et 33 % du potentiel de réchauffement climatique, entre 43 et 91 % de l'impact sur la toxicité humaine, entre 23 et 94 % du potentiel d'acidification et entre 16 et 89 % du potentiel d'eutrophisation.

La mécanisation représente entre 7 et 13 % du potentiel de réchauffement climatique, au travers de la combustion du carburant, entre 10 et 27 % de la consommation en eau, via la pulvérisation des produits de protection des plantes, la production du carburant et, dans une moindre mesure, celle des machines, et entre 18 et 51 % de la consommation en ressources abiotiques via la production du carburant.

L'application des produits de protection des plantes contribue pour 2 et 36 % de l'impact sur l'écotoxicité.

3.4.3 Eco-efficience des productions céréalières wallonnes

Les céréales grains produites en Wallonie démontrent en moyenne un impact environnemental moindre que les productions moyennes européennes (selon les données fournies dans les bases de données couramment utilisées par les praticiens de l'ACV). Ces résultats s'expliquent en partie par les rendements wallons plus élevés, démontrant une très bonne maîtrise de ces cultures.

On observe également que les cultures qui induisent le moins d'impacts par kg de produit sont aussi celles qui induisent le moins d'impacts par hectare cultivé et par euro de marge brute. Ces cultures sont donc les plus éco-efficientes, offrant une production à un prix compétitif tout en minimisant les impacts sur l'environnement. Dans le cas des céréales wallonnes, ces cultures sont, sans surprise, le froment mais, également, l'épeautre.

3.5 Utilisation des céréales wallonnes pour la production d'énergie

Conclusions et Messages-clés

- *Les études de cas réalisées montrent que l'utilisation d'intrants céréaliers, utilisés ou utilisables en alimentation animale, pour la production de biogaz ou de bioéthanol induit des impacts pour le remplacement de ces intrants en alimentation animale supérieurs aux bénéfices de ces technologies. Il est donc essentiel de privilégier l'utilisation d'intrants non utilisables en alimentation animale.*
- *L'utilisation du digestat de biométhanisation comme fertilisant organique permet d'éviter l'utilisation de fertilisants de synthèse, permettant à cette technologie de réduire ses impacts sur le réchauffement climatique, sur la consommation d'eau et de ressources fossiles et sur l'écotoxicité des écosystèmes. Par contre, l'utilisation du digestat induit des impacts substantiels sur l'acidification et l'eutrophisation. Sur ce point, l'utilisation d'un injecteur lors de l'épandage du digestat permet de limiter ces pollutions.*

4 Le projet BELCAM

J.P. Goffart¹⁷, Y. Curnel¹⁸, D. Goffart¹⁸, V. Planchon¹⁸, P. Defourny¹⁹, C. Delloye¹⁹, T. De Maet¹⁹, B. Tychon²⁰, J. Wellens²⁰, I. Piccard²¹, A. Gobin²¹, D. Qinghan²¹, F. Baret²², M. Weiss²² et J. Jiang²²

4.6 Cadre et démarche générale du projet

L'avènement récent d'une nouvelle génération de satellites équipés de capteurs multispectraux dotés de résolutions spatiale (taille des pixels) et temporelle (fréquence de retour au-dessus d'une même zone) suffisantes pour le suivi du parcellaire agricole, tels que les satellites européens Sentinel-1 (ondes radars) et Sentinel-2 (ondes dans le visible et le proche infrarouge), ouvre les portes au développement d'un large panel de nouvelles applications orientées vers l'encadrement techniques et économiques des utilisateurs finaux, à savoir les agriculteurs. Ces capteurs permettent maintenant une caractérisation de la biomasse aérienne suffisamment fine pour réaliser un réel suivi à l'échelle de la parcelle agricole. De plus, les images satellites couvrent des surfaces de plus en plus grandes (290 km par exemple pour Sentinel 2), et l'acquisition systématique des données brutes est gratuite alors qu'il y a quelques années encore une image satellite sur une surface plus restreinte pouvait coûter jusqu'à 4 000 euros. Les règles du jeu sont donc en train de changer complètement en matière d'accès aux informations de télédétection spatiale ! Tout cela est réalisé dans une optique d'encadrement et d'aide au niveau agricole, à l'échelle de chaque parcelle et sur l'ensemble d'un territoire.

C'est dans ce cadre que le projet BELCAM (« BELgian Collaborative Agriculture Monitoring system for sustainable cropping systems » pour « Suivi agricole collaboratif belge à l'échelle de la parcelle pour des systèmes de cultures durables ») a vu le jour en 2014. Comme son nom l'indique, ce projet, financé par la Politique scientifique fédérale belge (BELSPO), est avant tout collaboratif tant par le regroupement de plusieurs partenaires scientifiques (UCL, CRA-W, ULg, VITO et INRA) que par l'aspect collaboratif de la collecte de données provenant de centres pilotes wallons, de centres techniques flamands et surtout des agriculteurs belges.

Le principal objectif du projet vise au développement de méthodes et de chaînes de traitements de données issues de la télédétection capables d'intégrer des informations de

¹⁷ CRA-W – Dpt Productions et filières – Unité Stratégies phytotechniques

¹⁸ CRA-W – Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité Systèmes agraires, territoire et technologie de l'information

¹⁹ UCL – Earth and Life Institute – Environmental sciences

²⁰ ULg – Arlon Campus Environnement – Eau, Environnement, Développement

²¹ VITO – Agriculture Research Group

²² INRA – Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes

‘crowdsourcing’ provenant d’agriculteurs (= ‘farmsourcing’) ou de partenaires associés (tels que les centres pilotes, par exemple). Ces données sont transmises au travers d’une plateforme web sur base volontaire ou via un échange de services d’information et ce, en vue de fournir à l’échelle de la parcelle et du district (commune, province, région) des informations pertinentes et à jour. Le développement du projet BELCAM est basé sur le suivi *in situ* des cultures (froment d’hiver, pomme de terre et maïs dans un premier temps) et sur l’interaction avec les centres pilotes et techniques correspondants, mettant à disposition des champs d’essais sur l’ensemble du pays (Figure 10.15).

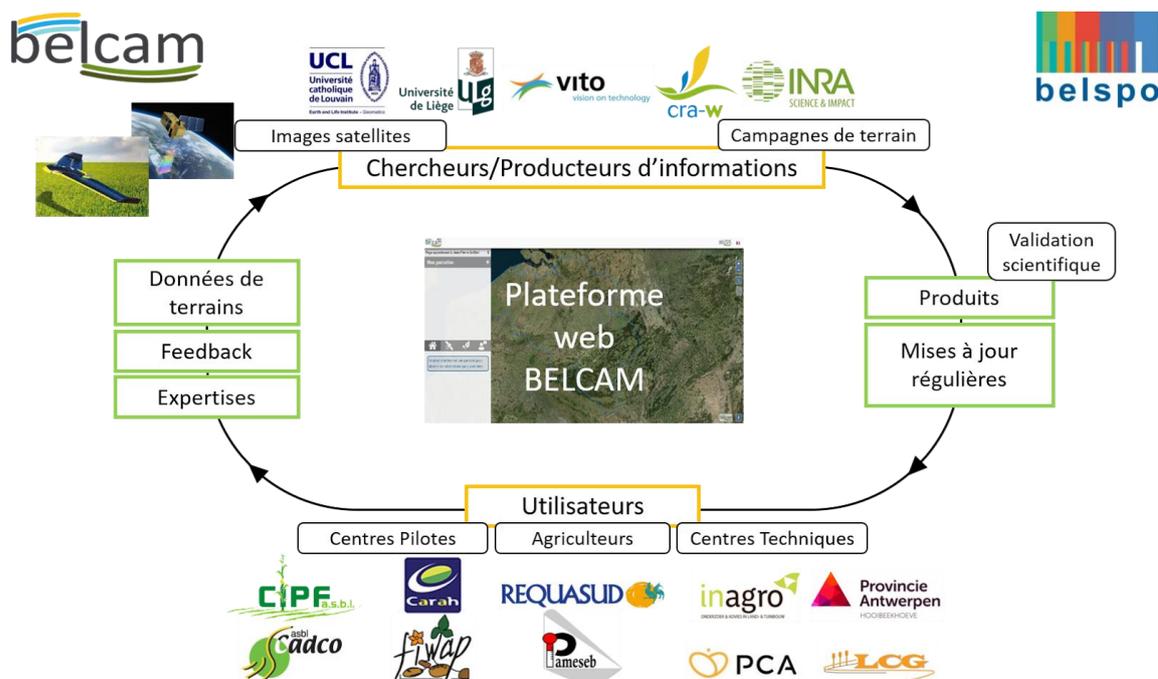


Figure 10.15 : Boucles d’échanges d’informations au sein du projet BELCAM entre utilisateurs et chercheurs.

Le ‘crowdsourcing’ professionnel est basé sur la transmission des informations collectées localement par les professionnels du secteur (agriculteurs ou centres pilotes et techniques). Il doit permettre d’enrichir ou de valider tout au long de la saison les données issues du traitement des séries temporelles d’images satellites (voire de drones). En agriculture, ces enrichissements ou ces validations se font via des techniques d’apprentissage automatique ou l’ajustement d’algorithmes qui caractérisent la relation entre les signaux des capteurs sur les satellites et les caractéristiques des cultures dans les champs.

Les premiers résultats attendus de BELCAM consistent en 6 produits qui seront fournis aux utilisateurs par l’intermédiaire de la plateforme web :

1. Bilan prévisionnel en azote à l’échelle de la parcelle, basé sur les informations telles que les précédents culturaux, les pratiques culturales (par exemple, les résidus de culture, les CIPAN, le labour, etc.) et les caractéristiques de la parcelle agricole (la pente, la texture du sol, etc.) ;
2. Zonation annuelle des parcelles, pour favoriser l’ajustement des pratiques agricoles en fonction de l’hétérogénéité de celles-ci ;

3. Statut azoté en pomme de terre et en froment d'hiver à l'échelle de la parcelle en vue de la prise de décision quant à l'application ou non d'une seconde application d'engrais azoté en pomme de terre, ou portant sur le niveau de la 3^{ème} fraction en azote en froment d'hiver sur base de l'estimation de la teneur en azote des feuilles ;
4. Statut global de la culture (biomasse produite, indice de surface foliaire, couverture du sol par la végétation, part de la lumière du soleil photosynthétiquement active) en pomme de terre, froment d'hiver et maïs tout au long de la saison et à l'échelle du district ;
5. Evaluation des dégâts occasionnés par des stress de natures diverses subis par les cultures (nutritionnels, hydriques maladies/ravageurs) à l'échelle du district sur base de séries temporelles d'images radars et optiques ;
6. Estimation et prévision des rendements sur base de modèles de simulation de croissance intégrant les infos de la télédétection dans chaque parcelle pour une culture donnée, ou moyennées à l'échelle d'un district.

Cette liste, loin d'être exhaustive, est amenée à évoluer tout au long du projet sur base des retours et des demandes spécifiques des utilisateurs.

4.7 Le conseil de fumure azotée dans BELCAM

L'évolution de l'agriculture (diminution du nombre d'agriculteurs, taille croissante des exploitations, location/échange de terre, travaux par entreprise, etc.) rend l'acquisition d'informations fiables sur l'historique cultural des parcelles agricoles de plus en plus difficile.

Les aspects "Bilan prévisionnel azoté à la parcelle" et "Evaluation du statut azoté en cours de saison" sont intégrés sur la plateforme web au sein d'un module de recommandation de fertilisation azotée. Ce module a pour objectif de se baser sur les outils reconnus au niveau belge en termes de conseil de fertilisation azotée et d'objectiver plus encore ce conseil grâce à la valeur ajoutée de la télédétection.

Ces apports de la télédétection seront intégrés dans le module à deux niveaux :

- dans des outils de recommandation azotée existants basés sur la méthode du bilan prévisionnel en azote en remplaçant certaines informations fournies habituellement par l'utilisateur par une information que l'on souhaite plus objective et précise provenant des satellites (type, date d'enfouissement et biomasse du couvert intermédiaire, précédent cultural, caractérisation de la biomasse en froment d'hiver pour le fractionnement dans le Livre Blanc, *etc.*) ;
- dans des sous-modules de gestion de l'azote en cours de saison basés sur l'évaluation du statut azoté de la culture pour estimer au mieux le niveau d'un apport complémentaire en azote (troisième fraction dernière feuille en froment, complément azoté en juin-juillet en pomme de terre).

Dans le projet BELCAM, la recommandation de fumure est abordée de manières différentes en fonction de la culture concernée (Figure 10.16). Les outils existants envisagés

actuellement dans l'approche BELCAM sont REQUAFERTI et le Livre Blanc Céréales (en Wallonie) et l'outil d'INAGRO (en Flandre). REQUAFERTI est un outil développé au sein de l'ASBL REQUASUD par un groupe de travail regroupant les laboratoires du réseau REQUASUD dans le cadre de l'harmonisation du conseil de fumure azotée sur l'ensemble du territoire wallon. Il est destiné à une utilisation par les laboratoires du réseau REQUASUD mais fournit une recommandation azotée totale basée sur une approche statique de l'estimation du bilan azoté à l'échelle de la parcelle, d'une manière similaire au logiciel Azobil développé en France par l'INRA. REQUAFERTI est en quelque sorte un "Azobil wallon" tout comme l'est l'approche d'INAGRO pour la Flandre. La possibilité d'intégration du bilan dynamique AZOFERT paramétré pour la Wallonie dans le cadre du projet Interreg SUN de 2010 à 2013 est également envisagée.

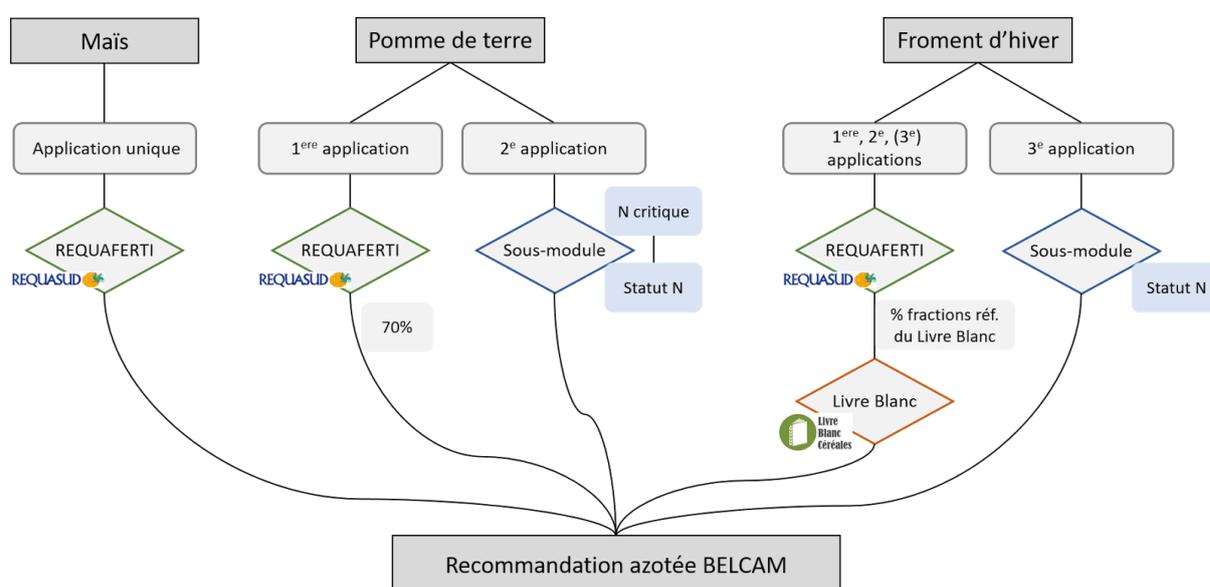


Figure 10.16 : Approche développée actuellement en 2017 pour la recommandation azotée dans le projet BELCAM pour le maïs, la pomme de terre et le froment d'hiver.

Pour le froment d'hiver, l'approche BELCAM propose actuellement une combinaison de REQUAFERTI, du Livre Blanc Céréales et d'un sous-module pour la dernière fraction azotée au stade dernière feuille. En pratique, il est prévu, à terme, que la recommandation totale estimée par REQUAFERTI soit divisée en 2 ou 3 fractions proportionnellement aux fractions de référence proposées dans le Livre Blanc Céréales. Chacune de ces fractions sera ensuite modulée suivant une utilisation partielle du Livre Blanc Céréales. Le stade dernière feuille correspondant à l'étape la plus décisive d'apport en azote pour assurer un bon rendement et une bonne qualité de grains, le sous-module basé sur le statut azoté servira à optimiser l'apport azoté à ce stade clé. Pour cet apport, le statut azoté est évalué par télédétection satellite via l'estimation du taux de chlorophylle contenu dans la végétation et de la biomasse produite, ce qui permet de déduire la quantité d'azote déjà prélevée par le couvert. Sur base du besoin en azote déterminé par l'objectif de rendement, il est alors possible d'estimer la dose optimale d'engrais azoté encore à apporter au champ.

4.8 Perspectives de développement du module azote

A ce stade du développement du module de recommandation azotée BELCAM, il est encore nécessaire d'évaluer la valeur ajoutée de la combinaison REQUAFERTI - Livre Blanc Céréales pour le froment d'hiver. Ce travail sera réalisé en utilisant une série historique d'essais azote en froment d'hiver dont la dose optimale d'azote a été déterminée. Sur base de ces résultats, une décision sera prise quant à l'utilisation combinée ou non de REQUAFERTI et du Livre Blanc Céréales. La possibilité de l'utilisation de l'outil de l'INAGRO pour la Région flamande doit également encore être approfondie. De même, comme déjà mentionné, la possibilité d'intégrer l'application AZOFERT (version dynamique du bilan azoté) sera étudiée.

Table des matières

1°) Produits phytosanitaires autorisés

Réalisé par le **CePiCOP/CADCO** avec les données disponibles sur le Phytoweb en date du 23/01/2017 et l'expertise du CRA-W dans le domaine ;

Vos remarques sont les bienvenues : **081/62.56.85** ou cadcoasbl@cadcoasbl.be

Ces inventaires sont mis à jour régulièrement et consultable sur www.cadcoasbl.be

!! Lire attentivement l'étiquette du produit avant toute utilisation !!

Herbicides

Pages Herbicides 2 à 18

[Introduction + anti-moussant + additif + mouillant (2) ; Sensibilité des adventices (3 à 4) ; mode d'action des substances actives (5) ; herbicides de pré-émergence (6-7) ; herbicides levée à début tallage (8-9) ; herbicides tallage à dernière feuille (10-16) ; herbicides à maturité (17) ; sensibilité variétale au chlortoluron (18)]

Antiverses

Pages Anti-verses 19 à 22

[orge et seigle (19) ; avoine et froment de printemps (20) ; épeautre et froment d'hiver (21-22)]

Fongicides

Pages Fongicides 23 à 35

[Introduction (23) ; orges (24 à 27) ; épeautre, froments, seigles et triticales (28 à 33) ; avoines (34-35)]

Traitements des semences

Pages 36

Insecticides

Pages Insecticides 37 à 39

[contre pucerons en été (37) ; contre puceron en automne (38) ; contre cécidomyies (39)]

Molluscicides

Page 40

Outil agronomique et de traçabilité

Le CADCO 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.

2°) Variétés

Pages 41 à 46

[fiche culture épeautre (41) triticales (42) seigle (43) avoine de printemps (44) froment de printemps et alternatif (45) orge de printemps (46)]

3°) Stades repères

Pages 47 à 52

[échelle BBCH améliorée (47 à 48) ; repères végétatifs (49) ; échelles phénologiques (50 à 52)]

4°) Travaux

Pages 54 à 55

LES HERBICIDES AUTORISÉS AU 23/01/2017

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 2017 : AURORA (8983P/B) ; AXIAL 50 (979P/P) ; FLUXYR 200 EC (9780P/B) ; STARANE (8292P/B) ; TOMAHAWK (9181 P/B) ;

en 2018 : AMINEX (1648P/B) ; BROGUE (9940P/B) ; CELTIC (9479P/B) ; DUPLOSAN DP-P (7616P/B) ; LIFE SCIENTIFIC DIQUAT (10067P/B) ; MEXTRA (9695P/B) ; PROP'SOL PRO (9947P/B) ; QUICKFIRE (9943P/B) ; SALVO (9865P/B) ; THUNDERBOLT (10022P/B) ;

Agent anti-moussant / toutes cultures (1/1)

 mise à jour 23/01/2017	Formulation	Numéro d'autorisation	Composition	Dose
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 huiles de colza estérifiées

Ces produits sont des adjuvants destinés à améliorer l'efficacité des herbicides ; **Délai avant récolte** : en fonction du produit auquel l'adjuvant est ajouté ;

 mise à jour 23/01/2017	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
Nom commercial														
GAON	9629P/B	EW	636,3 g/l	post-émergence	(2)	-								autorisé
ZARADO	10242P/B		733 g/l		(3)									-
MERO	9871P/B	812 g/l	(1)		autorisé									
ACTIROB B	8665P/B	EC	812 g/l	post-émergence	(1)									autorisé
NATOL	9298P/B		842 g/l											
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. TRS 2 a été testé avec ATLANTIS WG (9372/B).

 mise à jour 23/01/2017	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
Nom commercial														
TRS 2	10054P/B	EC	600 g/l	post-émergence	(4)	-		autorisé				autorisé		-

(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

 mise à jour 23/01/2017	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
Nom commercial														
CANTOR *	9881P/B	EC	790 g/l	post-émergence	(4)									autorisé
FIELDOR MAX *	10239P/B													autorisé

* 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 les herbicides ATLANTIS WG (9372P/B), 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 (1/2)

Produits	N° du produit	FOLLE AVOINE	JOUET DU VENT	PATURIN (1)	VULPIN	ALCHEMILLE	CAPSÈLE BOURSE À PASTEUR	CHENOPODE BLANC	CHRYSANTHÈME DES MOISSONS	COQUELICOT	FUMETERRE	GAILLET GRATTERON	LAMIÈRE POURPRE	MATRICIAIRE CAMOMILLE	MOURONS DES OISEAUX	PENSÉE SAUVAGE	RENONCULE	RENONÉE FAUX LISERON	RENONÉE DES OISEAUX	RENONÉE PERSIC. OU LAPATHIF.	SENE MOUTARDE DES CHAMPS	SENECON	TABOURET DES CHAMPS	VERONIQUE DE PERSE	VERONIQUE FEUILLE DE LIÈRE	CHARDON DES CHAMPS	LAIERON DES CHAMPS
Lutte contre les GRAMINEES																											
AVADEX 480	10	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AXIAL et AXEO	11	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PUMA SEW et FOXTROT	73 et 33	S	AS (1)	S	S	S	S	S	S	S	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																											
AFALON SC	1 et 65	R	AR	AS	AR	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ALISTER	2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ATLANTIS WG	6	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ATLANTIS MAXX	107	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ATLANTIS PLUS	108	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ATTRIBUT	7	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
BACARA	14	S	S	AS	AR	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CALIBAN DUO	20	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CALIBAN TOP	86	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CAPRI	22	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CAPRI DUO	87	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CAPRI TWIN	23	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
chlortoluron	59	AS	AS	AS	S	R	AS	AS	AS	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
COSSACK	27	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
DEFI et autres produits	29	AR	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
FENCE	109	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
HERBAFLEX	37	AS	S	S	AS	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
HEROLD SC	40	AR	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
HUSSAR ULTRA	43	AS	S	S	R	AS	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
isoproturon	64	AS	AS	AS	S	R	AS	R	AS	AS	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
JAVELIN	45	AS	AS	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
KALENKO	100	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
LEXUS MILLENIUM	47	R	AR	AR	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
LEXUS SOLO	48	R	AR	AR	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
LEXUS XPE	49	R	AS	AR	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
LIBERATOR	50	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
MALIBU	51	AR	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
MONITOR et MONIPLUS	55	AS	S	S	AR	AS	S	AS	AS	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
OTHELLO	89	S	S	S	S	AS	S	AS	S	AS	AR	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
PACIFICA	56	S	S	S	S	AS	S	AS	S	AS	AR	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

4 Herbicides

Produits	N° du produit	FOLLE AVOINE	JOUET DU VENT	PATURIN (1)	VUUPIN	ALCHEMILLE	CAPSÈLE BOURSE A PASTEUR	CHENOPODE BLANC	CHRYSANTHEME DES MOISSONS	COQUELICOT	FUMETERRE	GAILLET GRATTERON	LAMIER POURPRE	MATRICAIRE CAMOMILLE	MOURONS DES OISEAUX	PENSEE SAUVAGE	RENONCULE	RENONÉE FAUX LISERON	RENONÉE PERSIC. OU LAPATHIF.	SENE MOUTARDE DES CHAMPS	SENECON	TABOURET DES CHAMPS	VERONIQUE DE PERSE	VERONIQUE FEUILLE DE LIERRE	CHARDON DES CHAMPS	LATERON DES CHAMPS
Lutte contre les DICOTYLEES ANNUELLES																										
2,4-D	58	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ALLIE	3 et 70	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ALLIE EXPRESS	4	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ALLIE STAR et BOUDHA	5 et 99	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AURORA et AURORA 40 WG	8 et 9	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AZ 500	12	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BEFLEX	93	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BIATHLON	15	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BIATHLON DUO	101	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BUTTRESS	85	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CAMEO	21	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CELTIC	25	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CHEKKER	26	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
DUPLOSAN DP-P	61	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
DUPLOSAN KV-P	69	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
diflufenican	62	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
fluroxypyr	31, 77 et 98	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
GRATIL	35	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
HARMONY M et CONNEX	36 et 88	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
MATRIGON et autres produits	52, 92 et 105	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
mcpa	38, 66 et 67	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
MEXTRA	53	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PILOTI	96	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
pendimethaline	79, 90 et 102	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PLATFORM S	57	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PRIMSTAR, KART, ATACO et SPITFIRE	46, 71 et 97	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PRIMUS et FRAGMA	72	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PRIMUS PERFECT	103	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
SARACEN DELTA	106	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
TREVISTAR	82	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
VERIGAL D	84	R	R	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 DICOTYLEES ANNUELLES et VIVACES																										
BOFIX	18	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p	34 et 60	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
mcpa + 2,4-D	28 et 83	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Herbicides TOTAUX																										
glyphosate	19, 63, 76, 94 et 104	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
REGLONE et autres produits	74	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= sensible AS= Assez sensible AR= assez résistant R= résistant
 (1) fenoxprop + safener. Paturin commun: S; Paturin annuel: R

MODE D'ACTION ET FAMILLE CHIMIQUE DES SUBSTANCES ACTIVES

Modèles d'action	Familles chimiques	Substances actives	Mode de pénétration	Produits
A Inhibiteurs de l' ACCase	Aryloxyphenoxypropionates Phenylpyrazolines	fenoxyprop pinoxaden	foliaire foliaire	33, 73 11, 80
B Inhibiteurs de l'ALS	Sulfonylurées	amidosulfuron flupyrsulfuron iodosulfuron mesosulfuron metsulfuron sulfosulfuron thifensulfuron tribenuron tritosulfuron	foliaire racinaire et foliaire foliaire foliaire foliaire racinaire et foliaire foliaire foliaire foliaire	26, 35, 86, 108 47, 48, 49 2, 6, 20, 26, 27, 43, 56, 86, 89, 100, 107, 108 2, 6, 27, 56, 89, 100, 107, 108 3, 4, 5, 36, 49, 70, 88, 96, 99 55 36, 88, 47 5, 21, 99 15, 101
C2 Inhibiteurs de la photosynthèse	Triazolopyrimidines	florasulam pyroxulam	foliaire foliaire	23, 87, 46, 71, 72, 82, 97, 101, 103, 106 22, 23, 87
	Triazinones	propoxycarbazone	racinaire	7, 20, 86
	Urées	chlortoluron isoproturon linuron	racinaire racinaire racinaire	59 37, 45, 64 1, 65
C3 Inhibiteurs de la photosynthèse	Hydroxybenzotrioles	ioxynil	foliaire	53
D Perturbateurs du photosystème I	Bipyridyles	diquat	foliaire	74
E Inhibiteurs de la PPO	Diphényléthers Triazolines	bifenox carfentrazone	foliaire foliaire	84 4, 8, 9, 57
F1 Inhibiteurs de la biosynthèse des caroténoïdes	Pyridinecarboxamides	diflufenican picolinate	racinaire et foliaire foliaire	2, 14, 40, 45, 50, 62, 89, 96, 100, 106 25
	Phenoxybutamides	beflubutamide flurtamone	racinaire et foliaire racinaire et foliaire	37, 93 14
G Inhibiteurs de l'EPSP synthase	Glycines	glyphosate	foliaire	19, 63, 76, 94, 104
K1 Inhibiteurs de l'assemblage des microtubules	Dinitroanilines	pendimethaline	racinaire	25, 51, 79, 90, 102
K3 Inhibiteurs de la division cellulaire	Oxyacetamides	flufenacet	racinaire	40, 50, 51, 109
L Inhibiteurs de la biosynthèse de cellulose	Benzamides	isoxaben	racinaire	12
N Inhibiteurs de la biosynthèse des lipides	Thiocarbamates	prosulfocarbe triallate	racinaire racinaire	29 10
O Phytohormones	Acides phenoxy-carboxyliques	2,4-D 2,4-DB dichlorprop-p MCPA mecoprop-p	foliaire foliaire foliaire foliaire foliaire	28, 58, 83 85 60, 61 18, 28, 60, 66, 67, 83 53, 57, 60, 69, 84
	Acides pyridine-carboxyliques	clopyralide fluroxypyr	foliaire foliaire	18, 52, 82, 103, 105 18, 31, 46, 71, 77, 82, 97, 98

Herbicide pré-semis (uniquement autorisé en orge contre graminées annuelles)
 AVADEx 480 (7785P/B) composé de 480 g/l triallate, dose maximum : 3-3,5 L/ha selon le type de sol. **Zone tampon/Dérive** : 1 à 6 m à incorporer immédiatement après l'application (efficacité secondaire contre lamier, chénopode et morelle noire)

Légende des tableaux : Herbicides céréales autorisés en pré-émergence (BBCH 01-08)

Case culture, et/ou usage vide = pas autorisé pour la culture et/ou l'usage ; **Gr¹** autorisé contre jouet du vent et pâturin annuel.

Zone tampon/Dérive¹ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

Mode de pénétration² : R = racinaire ; F = Foliaire / PP = phytoprotecteur

(1) max. 1 application de produit à base d'isoproturon par cycle de production, dose fonction du type de sol ; (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. Maximum. 2 kg de pendiméthaline/ha par an.

(chl) : certaines variétés de froment d'hiver sont sensibles. La sensibilité des épeautres n'est pas connue. S'informer auprès de l'obtienteur 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)

C O D E	mise à jour 23/01/2017	Mode de pénétration ²	numéro d'autorisation	voir légende	avoine				orge printemps			orge d'hiver			seigle	triticale	composition	Formulation	dose (maximum)			contre		nombre max. d'application	zone tampon/ dérive ¹
					épeautre	froment	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	triticale	dicoylées annuelles	dicoylées vivaces	graminées annuelles	Da					Da	Gr	Da	Da	Da		
59	Aaiko	R	9549P/B	(chl)		E	Fh	Oh								chlortoluron	SC	L/ha	(chl)		Da	Gr	1	5 à 6 m	
29	ADELFO	R	10351P/B		E	Fh	Oh	S								prosulfocarbe	EC	L/ha	4 à 5		Da	Gr	1	10 m	
1	AFALON SC	R	8562P/B		A ^(a)	Fp ^(b)	Op ^(a)	Sh								linuron	SC	L/ha	0,8 à 0,9(a)/0,9 à 1,1(b)		Da		1	1 à 6 m	
1	ARYLEX TECHNICAL		10517P/B		E	Fh	Oh	Sh								Halauxifene-méthyl Cloquinox-méthyl	EC	L/ha	0,6 à 1		Da		1	20m/75%	
12	AZ 500	R	7573P/B		E	Fh	Oh									isoxaben	SC	L/ha	0,15 à 0,20		Da	Dv		10 m	
14	BACARA	R et F	9127P/B		E	Fh	Oh	S								diflufenican flurtamone	SC	L/ha	1		Da	Gr ¹	1	5 à 6 m	
93	BEFLEX	R et F	10124P/B		E	Fh	Oh	S								beflubutamide	SC	L/ha	0,4		Da		1	20m/75%	
59	Chloortoluron 500 SC	R	7980P/B	(chl)	E	Fh	Oh									chlortoluron	SC	L/ha	(chl)		Da	Gr	1	5 à 6 m	
29	DEFI	R	7864P/B		E	Fh	Oh	S								prosulfocarbe	EC	L/ha	4 à 5		Da	Gr	1	1 à 6 m	
62	DIFLANIL 500 SC	R et F	9408P/B		E	Fh	Oh	S								diflufenican	SC	L/ha	0,375		Da		1	20m/50%	
29	FIDOX	R	10515P/B	(2)	E	Fh	Oh	S								prosulfocarbe	EC	L/ha	4 à 5		Da	Gr	1	10 m	
29	FIDOX EC	R	9680P/B	(2)	E	Fh	Oh	S								prosulfocarbe	EC	L/ha	4 à 5		Da	Gr	1	10 m	
62	Inter diflufenican 500 SC	R et F	967P/P		E	Fh	Oh	S								diflufenican	SC	L/ha	0,375		Da		1	20m/50%	
12	INTER ISOXABEN 500	R	1100P/P		E	Fh	Oh	S								isoxaben	SC	L/ha	0,15 à 0,20		Da		1	10 m	
62	LEGACY 500 SC	R et F	9589P/B		E	Fh	Oh	S								diflufenican	SC	L/ha	0,4		Da		1	20m/50%	
59	LENTIPUR 500 SC	R	8875P/B	(chl)	E	Fh	Oh									chlortoluron	SC	L/ha	(chl)		Da	Gr	1	20 m	

Tableau 2 de 2 : Herbicides céréales autorisés en pré-émergence (BBCH 01-08)

C O D E		mise à jour 23/01/2017	Mode de pénétration ²	numéro d'autorisation	voir légende	céréales						Formulation	dose (maximum)	contre			nombre max. d'application	zone tampon ¹
						avoine	épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver			seigle	triticale	dicoylées annuelles		
65	LINUGAN 500 SC		R	9073P/B		A ^(a)	Fp ^(b)	Op ^(a)		S ^(a)		SC	L/Ha	Da			1	10 m
65	LINUREX 50 SC		R	8445P/B		Ap ^(a)	Fp ^(b)	Op ^(a)		Sp ^(a)		SC	L/Ha	Da			1	10 m
65	LINURIS 500 SC		R	9596P/B		A ^(a)	Fp ^(b)	Op ^(a)		S ^(a)		SC	L/Ha	Da			1	1 à 6 m
65	LINURON 500 SC		R	9597P/B		A ^(a)	Fp ^(b)	Op ^(a)		S ^(a)		SC	L/Ha	Da			1	1 à 6 m
65	LINUSTAR Certis Linuron 500 SC	ou	R	8586P/B		Ap ^(a)	Fp ^(b)	Op ^(a)		Sp ^(a)		SC	L/Ha	Da			1	1 à 6 m
79	METALINE		R	9999P/B	(3)				Oh			SC	L/Ha	Da			1	10 m
102	MOST MICRO		R	10330P/B	(3)				Oh			CS	L/Ha	Da			1	20 m
29	ROXY EC		R	9684P/B	(2)		E		Oh	S	T	EC	L/Ha	Da		Gr	1	10 m
29	ROXY 800 EC		R	9679P/B, 994P/P	(2)		E		Oh	S	T	EC	L/Ha	Da		Gr	1	10 m
62	SEMPRA		R et F	10088P/B			E		Oh	S	T	SC	L/Ha	Da			1	5 à 6 m
29	SPOW		R	10167P/B	(2)		E		Oh	S	T	EC	L/Ha	Da		Gr	-	1 à 6 m
90	STOMP AQUA		R	9839P/B 957P/P	(3)				Oh			CS	L/Ha	Da			1	20 m
79	STOMP 400 SC		R	7957P/B	(3)				Oh			SC	L/Ha	Da			1	5 à 6 m
59	TOLUREX SC		R	7733P/B	(chl)		E		Oh		T	SC	L/Ha	Da		Gr	1	5 à 6 m
62	TOUCAN Diffufenican Glob 500 SC	ou	R et F	9653P/B			E		Oh	S	T	SC	L/Ha	Da			1	20m/50%

www.cad.coasbl.be

Légende des tableaux 1 et 2 : BBCH 09 = levée ; 11 = une feuille étalée ; 12 = deux feuilles étalées ; ... ; 20 = tallage (pas de talle visible).

Zone tampon/Dérive¹ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

Mode de pénétration² : R = racinaire ; F = Foliaire / PP = 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. 2 kg de pendiméthaline/ha par an. ; Gr¹ : contre jouet du vent et pâturin annuel ; Da² : contre gailllet et crucifères ; Gr⁴ : contre vulpin et ray-grass ;

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 ; Sp : seigle de printemps.

www.cadcoasbl.be

Tableau 1 de 2 : Herbicides céréales en levée – début tallage (BBCH 09-20)

081/62.56.85

C O D E	Cadco	mise à jour 23/01/2017	Mode de pénétration ²	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine				seigle				triticale	dose (maximum)	Formulation	composition	contre		nombre max. d'application	zone tampon/dérive
							épaulette	front printemps	front d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	Seigle	Sp	T					Da	Dv		
70	ACCURATE		F	9551P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T				30	WG	20% metsulfuron-méthyl	Da	Dv	1	2 à 6 m	
3	ALLIE		F	9450P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T				30	SG	20% metsulfuron-méthyl	Da	Dv	1	1 à 6 m	
5	ALLIE STAR		F	9795P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T				45	SG	22,2% tribenuron-méthyl 11,1% metsulfuron-méthyl	Da	Dv	1	2 à 6 m	
11	AXEO		F	9603P/B	Gr ⁴ Gr ² , P	13 à 20	E	Fp	Oh		T				0,9 1,2	EC	50 g/l pinoxaden 12,5 g/l cloquantocet-mexyl			1	1 à 6 m	
11	AXIAL, Axial 50 (31/12/17)		F	9602P/B, 979P	Gr ⁴ Gr ² , P	13 à 20	E	Fp	Oh		T				0,9 1,2	EC	50 g/l pinoxaden 12,5 g/l cloquantocet-mexyl			1	1 à 6 m	
1	ARYLEX TECHNICAL			10517P/B	A	10 à 20	E	Fh	Oh	Sh	T				0,6 à 1 0,4 à 0,8	EC	7,8 g/l halauxifène-méthyl 7,5 g/l cloquantocet-mexyl	Da		1	20m/75%	
12	AZ-500		R	7573P/B	P	13 à 20	E	Fh	Oh	Sp	T				0,15 à 0,20	SC	500 g/l isoxaben	Da	Dv	-	1 à 6 m	
14	BACARA		R	9127P/B	Gr ¹	9 à 13	E	Fh	Oh	S	T				1	SC	100 g/l diflufenican	Da	Gr ¹	1	5 à 6 m	
93	BEFLEX		R et F	10124P/B		9 à 20	E	Fh	Oh	S	T				1 + 750 g/ha isoproturon (a) 1 + 1kg/ha isoproturon (b)	SC	250 g/l flurtamone		Gr ¹	1	5 à 6 m	
15	BIATHLON		R et F	9779P/B		9 à 20	E	Fh	Oh	S	T				0,4	SC	500 g/l beflubutamide	Da		1	20m/75%	
101	BIATHLON DUO		F	10263P/B		13 à 20	Ap	Fp	Op	Sp					70	WG	71,4% tritosulfuron	Da		1	1 à 6 m	
99	BOUDHA		F	10190P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T				20	WG	25% metsulfuron-méthyl 25% tribenuron-méthyle	Da	Dv	1	20 m	
20	CAMEO		F	9581P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T				45	SG	50% tribenuron-méthyle	Da	Dv	1	5 à 6 m	
25	CELITIC (30/06/2018)		R F	9479P/B	A	12 à 20	E	Fh	Oh	Sh	T				2,5	SC	320 g/l pendiméthaline 16 g/l picolindifen	Da		1	2 à 6 m	
88	CONNEX		F	9814P/B	P	12 à 20	A	Fh	Oh	Sh	T				60	WG	68,2% triflufenuron-méthyl 6,8% metsulfuron-méthyl	Da		1	2 à 6 m	
29	DEFI		R	7864P/B	(2)	9 à 13	E	Fh	Oh	S	T				4 à 5	EC	800 g/l prosulfocarbe	Da	Gr ¹	-	1 à 6 m	
70	DEFT		F	9552P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T				30	WG	20% metsulfuron-méthyl	Da	Dv	1	1 à 6 m	
62	DIFLANIL 500 SC		R et F	9408P/B		09 à 20	E	Fh	Oh	S	T				0,375	SC	500 g/l diflufenican	Da		1	20m/50%	
109	FENCE		R	10523P/B		11 à 13	E	Fh	Oh						0,5	SC	480 g/l flufenacet		Gr ¹	1	10 m	
29	FIDOX		R	10515P/B	(2)	09 à 13	E	Fh	Oh	S	T				4 à 5	EC	800 g/l prosulfocarbe	Da	Gr ¹	1	10 m	
70	FINY		F	9482P/B	P	12 à 20	E	Fh	Oh	S	T				30	WG	20% metsulfuron-méthyl	Da	Dv	1	2 à 6 m	
33	FOXTROT		F	9705P/B		13 à 20		Fp	Oh	S	T				1	EW	69 g/l fenoxaprop-p-éthyl 34,5 g/l cloquantocet-mexyl		Gr ¹	1	1 à 6 m	

Tableau 2 de 2 : Herbicides céréales en levée – début tallage (BBCH 09-20)

C O D E	mise à jour 23/01/2017	Nom commercial	Mode de pénétration?	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine				orge d'hiver				seigle triticale	dose (maximum)	Formulation	composition	dicotylées annuelles Vivaces graminées	nombre max. d'application	zone tampon/ dérive
							épaulette	froment d'hiver	froment d'hiver	orge d'hiver	Op	Fh	Oh	S							
72		Fragma anc. SARACEN	F	10349P/B	P	14 à 20	A	E	Fp	Fh	Oh	S	T		L/Ha	SC	50 g/l florasulam	Da	1	1 à 6 m	
35		GRATIL	F	8316P/B	Da ²	13 à 20	A	E	Fp	Fh	Oh	S	T		g/Ha	WG	75% amidosulfuron	Dg ²	-	1 à 6 m	
36		HARMONY M	F	9510P/B	P	12 à 20	A	E		Fh	Oh	S	T		g/Ha	SG	40% triflousulfuron-méthyl 4% metsulfuron -méthyl	Da	1	1 à 6 m	
40		HEROLD SC	R	9533P/B, 986, 1129P/P	A	11 à 13				Fh	Oh			L/Ha	SC	400 g/l flufenacet 200 g/l diflufenican	Da	Gr	20m/50%		
62		Iner diflufenican 500 SC	R et F	967P		09 à 20	E	E		Fh	Oh	S	T	L/Ha	SC	500 g/l diflufenican	Da	1	20m/50%		
12		Iner isoxaben 500	R	1100P/P			E	E		Fh	Oh	T		L/Ha	SC	500 g/l isoxaben	Da	1	10 m		
70		ISOMEXX	F	9481P/B	P	12 à 20		E		Fh	Oh	S	T	g/Ha	WG	20% metsulfuron -méthyl	Da	Dv	1	2 à 6 m	
62		LEGACY 500 SC	R et F	9589P/B		09 à 20	E	E		Fh	Oh	S	T	L/Ha	SC	500 g/l diflufenican	Da	1	20m/50%		
50		LIBERATOR	R	9681P/B	A	11 à 13				Fh	Oh			L/Ha	SC	400 g/l flufenacet 100 g/l diflufenican	Da	Gr	1	20 m	
51		MALIBU	R et R	9316P/B	A	11 à 12				Fh	Oh			L/Ha	EC	300 g/l pendimethaline 60 g/l flufenacet	Da	Gr	1	20 m	
Eviter l'usage du MALIBU si semis irrégulier, peu recouvert (sols mouteux), en sol léger ou hydromorphe.																					
90		METALINE	R	9999P/B	(3) A	09 à 20 11 à 12				Fh	Oh			L/Ha	SC	455 g/l pendimethaline	Da	1	10 m		
3		METRO SG	F	10143P/B	P	12 à 20	E	E		Fh	Oh	S	T	g/Ha	SG	20% metsulfuron -méthyl	DA	Dv	1	10 m	
55		MONITOR	R et F	9158P/B	P	13 à 20	E	E		Fh	Oh			g/Ha	WG	80% sulfosulfuron	Da	Gr	2	5 à 6 m	
MONITOR doit toujours être appliqué en mélange avec une huile de colza esterifiée autorisée à cet effet.																					
102		MOST MICRO	R	10330P/B	(3) A	09 à 20 11 à 12				Fh	Oh			L/Ha	CS	365 g/l pendimethaline	Da	1	20 m		
72		PRIMUS	F	9074P/B	P	14 à 20	A	E	Fp	Fh	Oh	S	T	L/Ha	SC	50 g/l florasulam	Da	1	1 à 6 m		
103		PRIMUS PERFECT	F	10317P/B	P	14 à 20	A	E	Fp	Fh	Oh	S	T	L/Ha	SC	300 g/l clopyralide 25 g/l florasulam	Da	1	1 à 6 m		
73		PUMA S EW	F	8986P/B	P	13 à 20				Fh	Oh	S	T	L/Ha	EW	69 g/l fenoxaprop-p-ethyl 18,75 g/l méfenpyr-diethyl		Gr	-	1 à 6 m	
88		RACING EXTRA	F	10021P/B	P	12 à 20	Ah	E		Fh	Oh	S	T	g/Ha	WG	68% triflousulfuron-méthyl 7% metsulfuron -méthyl	Da	1	5 à 6 m		
29		ROXY EC	R	9684P/B	(2)	9 à 13	E	E		Fh	Oh	S	T	L/Ha	EC	800 g/l prosulfocarbe	Da	Gr	1	10 m	
70		SAVY	F	9980P/B	P	12 à 20	A	E	Fp	Fh	Oh	S	T	g/Ha	WG	20% metsulfuron -méthyl	Da	Dv	1	1 à 6 m	
62		SEMPRA	R et F	10088P/B		09 à 20	E	E		Fh	Oh	S	T	L/Ha	SC	500 g/l diflufenican	Da	1	5 à 6 m		
29		SPOW	R	10167P/B	(2)	9 à 13	E	E		Fh	Oh	S	T	L/Ha	EC	800 g/l prosulfocarbe	Da	Gr	-	1 à 6 m	
79		STOMP 400 SC	R	7957P/B	(3)	9 à 20	A			Fh	Oh			L/Ha	SC	400 g/l pendimethaline	Da	1	5 à 6 m		
90		STOMP AQUA	R	9839P/B, 957P/P	(3) A	9 à 20 11 à 12				Fh	Oh			L/Ha	CS	455 g/l pendimethaline	Da	1	20 m		
62		TOUCAN Diflufenican Glob 500 SC	R et F	9653P/B		9 à 20	E	E		Fh	Oh	S	T	L/Ha	SC	500 g/l diflufenican	Da	1	20m/50%		
82		TREVISTAR	F	9799P/B	P	13 à 20	A	E	Fp	Fh	Oh	S	T	L/Ha	EC	100 g/l fluroxypyr 80 g/l clopyralide 2,5 g/l florasulam	Da	Dv	1	1 à 6 m	

Légende des tableaux : Herbicides autorisés en céréales du début tallage à la dernière feuille (BBCH 21-39)

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 – plein tallage - fin tallage ; (30-31-32) Redressement – 1er noeud – 2ème noeud ; (39) Dernière feuille.
 Produit avec date de fin d'utilisation pré-définie. A cette date le produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).

Zone tampon/Dérive¹ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

L1 : max. 1 application de produit à base d'isoproturon par an.

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 fluroxypyr-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 / PP = phytoprotecteur

Da¹ : contre crucifères ; **Da**² : contre gaïlet et crucifères ; **D**³ : contre chardons et composés ; **Da**⁴ : contre gratteron ; **Gr**¹ : contre jouet du vent et pâturin annuel ;

Gr² : contre chieudent, vulpin, jouet du vent ; **Gr**³ : contre chiendent ; **Gr**⁴ : contre folle avoine, jouet du vent et vulpin ; **Gr**⁵ : contre vulpin et ray-grass ; **Gr**⁶ : contre jouet du vent.

(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 ; argileux, 3,5-4 l/ha ; argileux, 3,5-4 l/ha ; argileux, 4,5-5 l/ha.

Tableau 1 de 7 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage à la dernière feuille (BBCH 21-39)

C O D E	mise à jour 23/01/2017	Gadco	Nom commercial	Mode de pénétration ²	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine						triticale			dose (maximum)	composition	contre			zone tampon/ dérive ¹
								épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps	seigle d'hiver	seigle hiver	Formulation			dicotylées annuelles	dicotylées vivaces	graminées annuelles	
59			Aaiko Chloroluron 500 SC	R	9549P/B	(chl)	25 à 29	E	Fh		Oh						500 g/l chloroluron	Da			1	1 à 6 m
70			ACCURATE	F	9551P/B	P	21 à 39	A	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	WG	20 % mesulfuron-méthyl	Da	Dv		1	2 à 6 m
67			AGROXONE 750	F	6463P/B		29 à 32	A	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SL	750 g/l MCPA	Da	Dv		1	1 à 6 m
67			AGROXYL 750	F	9157P/B		29 à 32	A	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SL	750 g/l MCPA	Da	Dv		1	1 à 6 m
2			ALLISTER	R et F PP F F	9594P/B	P	21 à 31	E		Fh					T	OD	150 g/l diflufenican 27 g/l méfenpyr-diéthyl 9 g/l mésosulfuron-méthyl 3 g/l iodosulfuron-méthyl-na	Da		Gr	1	20m/75%
3			ALLIE	F	9450P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	T	SG	20 % mesulfuron-méthyl	Da	Dv		1	1 à 6 m
4			ALLIE EXPRESS	F	9003P/B		21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	S	T	WG	40 % carfentrazone-éthyl 10 % mesulfuron-méthyl	Da			1	1 à 6 m
5			ALLIE STAR	F	9795P/B	p	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	S	T	SG	22,2 % tribenuron-méthyl 11,1 % mesulfuron-méthyl	Da	Dv		1	2 à 6 m
58			AMINEX (30/06/18)	F	1648P/B		29 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	T	SL	500 g/l 2,4-D	Da	Dv		-	1 à 6 m
64			ARELON L	R	6897P/B	L1 P, L1	21 à 30	E ^(a)		Fh ^(b)			Oh ^(b)			SC	500 g/l isoproturon	Da	Dv	Gr	1	20 m
46			ATACO	F	9508P/B	L7	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	T	SE	100 g/l fluroxypyr 1 g/l florasulam	Da			1	1 à 6 m

Tableau 4 de 7 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage à la dernière feuille (BBCH 21-39)

C O D E	mise à jour 23/01/2017	Mode de pénétration?	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine						orge						triticale	Formulation	dose (maximum)	composition	dicotylées annuelles vivaces	contre graminées annuelles	nombre max. d'application	zone tampon/ dérive
						épaulette	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps	seigle d'hiver	épaulette	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver								
61	DUPLOSAN DP-P (30/06/18)	F	7616P/B	P	29 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh				SL	l/ha	600 g/l dichlorprop	Da	Dv	1	1 à 6 m				
69	DUPLOSAN KV-P	F	7615P/B	P	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh				SL	l/ha	600 g/l mécoprop-p	Da	Dv	1	1 à 6 m				
60	DUPLOSAN SUPER	F	7618P/B	P	26 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh				SL	l/ha	310 g/l dichlorprop 160 g/l MCPA 130 g/l mécoprop-p	Da	Dv	1	1 à 6 m				
70	FINY	F	9482P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	WG	g/ha	20 % métsulfuron-méthyl	Da	Dv	1	2 à 6 m				
77	FLUOSTAR 180	F	9506P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EC	l/ha	180 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	1 à 6 m				
77	FLUROX 180 EC	F	9828P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EC	l/ha	180 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	1 à 6 m				
77	FLUXYR 200 EC (30/06/2017)	F	9780P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EC	l/ha	200 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	1 à 6 m				
33	FOXTROT	PP	9705P/B		21 à 31			Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EW	l/ha	69 g/l fenoxaprop-p-éthyl 34,5 g/l cloquintocet-méthyl		Gr	1	1 à 6 m				
72	FRAGMA anc. SARACEN	F	10349P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SC	l/ha	50 g/l forasulfam	Da		1	1 à 6 m				
77	GALGONE 180 EC	F	10444P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EC	l/ha	180 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	1 à 6 m				
77	GALISTOP	F	9830P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EC	l/ha	200 g/l fluroxypyr	Da	Dv	1	1 à 6 m				
52	GLOPYR 100 SL	F	9330P/B	D ³	29 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SL	l/ha	100 g/l clopyralide		D ³	1	5 à 6 m				
60	GRAMIX SUPER	F	9535P/B	P	26 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh				SL	l/ha	310 g/l dichlorprop 160 g/l MCPA 130 g/l mécoprop-p	Da	Dv	1	1 à 6 m				
35	GRATIL	F	8316P/B	Da ²	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	WG	g/ha	75 % amidosulfuron 40 % thifensulfuron-méthyl 4 % métsulfuron-méthyl	Da ²		-	1 à 6 m				
36	HARMONY M	F	9510P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SG	g/ha	200 g/l fluroxypyr	Da		1	1 à 6 m				
77	HATCHET XTRA	F	9966P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EC	l/ha	500 g/l isoproturon 85 g/l beflubutamide	Da	Dv	1	1 à 6 m				
37	HERBAFLEX	R R et F	9547P/B	P, L1 L1	21 à 30		E		Fh		Oh	Sp	Sh	T	SC	l/ha	200 g/l fluroxypyr	Da		Gr	1	5 à 6 m			
43	HUSSAR ULTRA	F PP	9576P/B	Gr ⁶	21 à 31		E		Fh			Sp	Sh	T	OD	l/ha	100 g/l iodosulfuron-méthyl-na 300 g/l méfenpyr-diéthyl	Da		Gr ⁶	1	2 à 6 m			
6	IKAWI	PP F F	1080P/P	P	21 à 31		E ^(b)	Fp ^(a)	Fh ^(b)			Sp ^(a)	Sh ^(a)	T ^(b)	WG	g/ha	9 % méfenpyr-diéthyl 3 % mécosulfuron-méthyl 0,6 % iodosulfuron-méthyl-Na	Da		Gr	1	5 à 6 m			
62	Inter diflufenican 500 SC	R et F	967/P		21 à 29 26 à 29		E		Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SC	l/ha	500 g/l diflufenican	Da		1	20m/50%				
64	IPFLO SC	R	6966P/B	L1	21 à 30		E ^(a)		Fh ^(b)		Oh ^(b)	Sp ^(a)	Sh ^(a)	T ^(a)	SC	l/ha	500 g/l isoproturon	Da	Dv	Gr	1	20 m			
64	ISO-CALLIOPE	R	8261P/B	L1	21 à 30		E ^(a)		Fh ^(b)		Oh ^(b)	Sp ^(a)	Sh ^(a)	T ^(a)	SC	l/ha	500 g/l isoproturon	Da	Dv	Gr	1	20 m			
70	ISOMEXX	F	9481P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	WG	g/ha	20 % métsulfuron-méthyl 62,5 g/l diflufenican	Da	Dv	1	2 à 6 m				
45	JAVELIN	R	7841P/B	P, L1	21 à 30				Fh		Oh				SC	l/ha	500 g/l isoproturon	Da	Dv	Gr	1	20 m			

Tableau 6 de 7 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage à la dernière feuille (BBCH 21-39)

C O D E	mise à jour 23/01/2017	nom commercial	Mode de pénétration	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	avoine										Formulation	dose (maximum)	composition	dicotylées annuelles vivaces graminées	nombre max. d'application	zone tampon/ dérive
							épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps	seigle hiver	triticale	triticale	triticale						
57		PLATFORM S	F F	8999P/B	P	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh							60 % mécoprop-P 1,5 % carfentrazone-éthyl	Da	1	1 à 6 m
71		PRIMSTAR	F F	9327P/B	L7	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				100 g/l fluroxypyr 2,5 g/l florasulam	Da	1	1 à 6 m
72		PRIMUS	F	9074P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh							50 g/l florasulam	Da	1	1 à 6 m
103		PRIMUS PERFECT	F	10317P/B	P	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				300 g/l clopyralide 25 g/l florasulam	Da	1	1 à 6 m
64		PROTUGAN 500 SC	R	8549P/B	P, L1 L1	21 à 30 25-30		E		Fh		Oh		Sh	T				500 g/l isotroturon	Da	Gr	20 m
73		PUMA S EW	F PP	8986P/B		21 à 31			Fp	Fh			Sp	Sh	T				69 g/l fenoxaprop-P-éthyl 18,75 g/l méfenpyr-diéthyl		Gr	1 à 6 m
88		RACING EXTRA	F	10021P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				68 % thifensulfuron-méthyl 7 % metsulfuron-méthyl	Da	1	5 à 6 m
47		RX 450	F R et F	1048P/P	P	21 à 39	A	E		Fh									40 % thifensulfuron-méthyl 10 % flupyrsulfuron-méthyl	Da	Gr	5 à 6 m
58		SALVO (30/06/18)	F	9865P/B	P	29 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				500 g/l 2,4-D	Da	1	1 à 6 m
106		SARACEN DELTA	R et F F	10386P/B	P	21 à 32	Ah	E		Fh		Oh		Sh	T				500 g/l diflufenican 50 g/l florasulam	Da	1	1 à 6 m / 90 %
70		SAVVY	F	9980P/B	P	21 à 39	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				20 % metsulfuron-méthyl	Da	1	1 à 6 m
62		SEMPRA	R et F	10088P/B		21 à 29 26 à 29		E		Fh		Oh	Sp	Sh	T				500 g/l diflufenican	Da	1	5 à 6 m
97		SPITFIRE	F F	10187P/B	L7	21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				100 g/l fluroxypyr 5 g/l florasulam	Da	1	1 à 6 m
77		STARANE (30/06/2017)	F	8292P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				180 g/l fluroxypyr	Da	1	1 à 6 m
98		STARANE FORTE	F	10260P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				333 g/l fluroxypyr	Da	1	1 à 6 m
79		STOMP 400 SC	R	7957P/B	L2 P, L2	21 à 25				Fh		Oh							400 g/l pendiméthaline	Da	1	5 à 6 m
90		STOMP AQUA	R	9839P/B, 957P/P	L2 P, L2	21 à 25		E		Fh		Oh	Sp	Sh	T				455 g/l pendiméthaline	Da	1	20 m
59		TOLUREX SC	R	7733P/B	(chl) P	25 à 29		E		Fh		Oh							500 g/l chlortoluron	Da	1	5 à 6 m
77		TOMAHAWK (30/06/2017)	F	9181P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				180 g/l fluroxypyr	Da	1	1 à 6 m
77		TOMAHAWK 200 EC	F	10455P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T				200 g/l fluroxypyr	Da	1	1 à 6 m / 50 %
62		TOUCAN ou Diflufenican Glob 500 SC	R et F	9653P/B		20 à 29 20 à 26		E		Fh		Oh	Sp	Sh	T				500 g/l diflufenican	Da	1	20m/50%

Tableau 7 de 7 : Herbicides autorisés en céréales du début tallage à la dernière feuille (BBCH 21-39)

C O D E		mise à jour 23/01/2017	Mode de pénétration?	numéro d'autorisation	voir légende	BBCH	céréales										BCH	Formulation	dose (maximum)	composition	contre		nombre max. d'application	zone tampon/ dérive ¹
							avoine	épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle printemps	seigle hiver	triticale	annuelles dicotyles					annuelles dicotyles	annuelles graminées vivaces		
82	TREVISTAR		F	9799P/B	P	21 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	EC	1,5	100 g/l fluroxypyr 80 g/l clopyralide 2,5 g/l florasulam	Da	Dv	1	1 à 6 m		
67	U 46-M		F	8439P/B		29 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SL	1,3 à 2	750 g/l MCPA	Da	Dv	1	2 à 6 m		
67	U 46-M750		F	9310P/B		29 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SL	1,3 à 2	750 g/l MCPA	Da	Dv	1	1 à 6 m		
66	U46 M250 EXTRA anciennement AgroxyL 250		F	6788P/B		29 à 32	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SL	4 à 6	250 g/l MCPA	Da	Dv	1	1 à 6 m		
58	U-46-D-500		F	7013P/B		29 à 32	A	E	Fp		Op	Oh	Sp	Sh	T	SL	1,2 à 1,6	500 g/l 2,4-D	Da	Dv	-	1 à 6 m		
84	VERIGAL D		F	8303P/B		21 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh				SC	2,25 à 2,5	308 g/l mécoprop-p 250 g/l bifénox	Da	Dv	1	1 à 6 m		
52	VIVENDI 100 SL		F	9356P/B	D ³	29 à 31	A	E	Fp	Fh	Op	Oh	Sp	Sh	T	SL	0,7 à 0,9	100 g/l clopyralide	D ³		1	1 à 6 m		

Herbicides autorisés à maturité (1/1)

depuis le 01/09/2014 cfr. [article "zone tampon en Wallonie"](#)

→ Zone tampon : de 1 à 6 m

La décision du **retrait de tous les usages pré-récolte des produits à base de glyphosate** fait suite à une publication de la Commission européenne, le 2 août 2016, invitant chaque Etat membre à faire particulièrement attention aux usages pré-récolte. En effet, l'usage comme dessiccant n'étant pas considéré comme une bonne pratique agricole, il fallait vérifier l'existence et/ou le besoin de cet usage dans les Etats membres.

En Belgique, le glyphosate n'était pas autorisé pour contrôler le moment de la récolte ou optimiser le battage (usage comme dessiccant) mais pour lutter contre les adventices en fin de cycle de certaines cultures (céréales, légumineuses). Le Comité d'agrément s'est penché sur la question fin août et a conclu que lorsque ces usages ont été octroyés dans le passé, l'éventail d'herbicides disponibles pour désherber les cultures était nettement moins large qu'actuellement. La bonne pratique agricole a évolué et les herbicides autorisés pour désherber la culture semée sont actuellement suffisamment variés. Un traitement au glyphosate est plus approprié en post-récolte, sur les repousses de chaumes et sur des adventices en cours de développement, ce n'est donc plus un traitement sur la culture mais entre 2 cultures.

Par conséquent, l'usage dans les cultures suivantes est **retiré** : haricots récoltés secs (sans cosse) ; pois fourragers (récoltés secs) ; fèves et féveroles (récoltées sèches) ; **froment d'hiver/de printemps** ; **orge d'hiver/de printemps** ; **seigle d'hiver/de printemps** ; **avoine d'hiver/de printemps** ; **triticale** ; **épeautre**

Les utilisateurs sont priés de respecter cette modification immédiatement, même si les étiquettes des produits disponibles sur le marché n'ont pas encore été adaptées. A partir du 01/07/2018, tous les emballages des produits concernés se trouvant sur le marché devront être munis d'une étiquette conforme à ces retraits.

Tableau 1 : Produits composés de 200 g/l diquat**Autorisé uniquement en avoines**

Autorisé contre mauvaises herbes et repousses de céréales ;
Stade d'application : (BBCH 89) maturation complète, grain dur ;
Formulation SL = concentré soluble ; **dose maximum** 2-4 l/ha ; **DAR** (délai avant récolte) = 7 jours ;
Zone tampon/Dérive : 20 mètres ; **nombre maximum d'application** : 1 ;
Application en localisé, en combinaison avec un surfactant, sur céréale versée et selon le développement des mauvaises herbes ;
 Uniquement pour l'alimentation du bétail, maximum 1.000g de diquat/ha/12 mois.

C O D E		mise à jour 23-01-17	numéro d'autorisation	Nom commercial	numéro d'autorisation	Nom commercial	numéro d'autorisation
74	BARCLAY D-QUAT		9911P/B	ENKOR PLUS	9633P/B	MISSION 200 SL	9585P/B
74	<i>BROGUE (30/06/18)</i>		<i>9940P/B</i>	FALCON	9642P/B	QUAD-GLOB 200 SL avant QUAD	9578P/B
74	DIQUA		9870P/B	KALAHARI	9912P/B	<i>QUICKFIRE (30/06/18)</i>	<i>9943P/B</i>
74	DIQUANET		9584P/B			REGLONE	4781P/B
74	DIQUANET SL		9811P/B	<i>Life Scientific Diquat (30/06/18)</i>	<i>10067P/B</i>		

Sensibilité variétale au chlortoluron

Réalisé avec la participation du Landbouwcentrum Granen (LCG vzw)

EPEAUTRE

VARIETE **SENSIBLE** AU CHLORTOLURON : Epanis

Peu de données sont disponibles concernant l'épeautre. En cas de traitement à base de chlortoluron sur d'autres variétés, se renseigner préalablement auprès du fournisseur.

FROMENT D'HIVER

VARIETES **TOLERANTES** AU CHLORTOLURON

Liste résultant des essais du CRA-W :

Altigo / Ararat/ Aristote/ As de coeur/ Avatar/ Barok/ Boregar/ Espart/ Folklor/ Homeros/ Horatio/ Intérêt/ Intro/ Istabraq/ Julius/ KWS Meilo/ KWS Ozon/ KWS Pius/ KWS Radius/ Mentor/ Mozes/ Relay/ Rockystart/ Sahara/ Sophytra/ 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).

Adequat/ Albert/ Albiano/ Alcides/ Arezzo/ Asketis/ Auckland/ Bermude/ Bussard/ Camp Remy/ Campus/ Carenius/ Cellule/ Colonia/ Creek/ Cubus/ Dekan/ Diderot/ Dinosaur/ Drifter/ Edgar/ Einstein/ Elegant/ Ephoros/ Equilibre/ Estivius/ Evasion/ Evina/ Fairplay/ Faustus/ Florett/ Florian/ Forum/ Fructidor / Garant/ Gedser / Grapeli/ Hattrick/ Hereward/ Hybery/ Hymack/ Hysun/ Incisif/ Intro/ Iridium/ Kaspart/ Kred/ Kundera/ KWS Dacanto/ KWS Dorset/ KWS Salix/ KWS Smart/ Lektri/ Lyrik/ Manager/ Matheo/ Mulan/ Novalis/ Nucleo/ Oaklay/ Olivart/ Omart/ Orcas/ Popeye /Porthus/ Profilus/ Q Plus/ Quebon/ Raglan/ RGT Texaco/ Rollex/ Rustic/ Sahara/ Santana/ Scout/ Selekt/ Sheldon/ Suffolk/ Sokal/ Sokrates/ Solehio/ Solstice/ Sorrial/ Sweet/ Sy Thalys/ Taft/ Tataros/ Thalys/ Terroir/ Timber/ Tobak/ Toisondor/ Tybalt/ Visage/ Viscount/ Zebedee

FROMENT D'HIVER

VARIETTES **SENSIBLES** AU CHLORTOLURON

Liste résultant des essais du CRA-W :

Celebration/ Henrik/ JB Asano/ Linus/ Meister/ Orpheus/ Razzano/ Salomo/ Scor/ Tabasco/ Zappa

Complément de liste* variétés sensibles au chlortoluron, information de firmes :

Akteur/ Alixan/ Altamont/ Amaretto/ Anapolis/ Anthus/ Armada/ Atomic/ Battalion/ Battant/ Benchmark/ Benedict/ Bergamo/ Biscay/ Boncap/ Britannia/ Cadenza/ Catalan/ Collector/ Compliment/ Contender/ Cordiale/ Corvus/ Cottage/ Crusoe/ Deben/ Diantha/ Discus/ Dorian/ Elixir/ Esket/ Expert/ Fortis/ Graham/ Granamax/ Granny/ Gustav/ Hastings/ Hyperion/ Hyscore/ Impression/ Inspiration/ Intact/ JB Diego/ Joker/ Ketchum/ KWS Crosby/ WPB Ebey/ KWS Horizon/ KWS Madryn/ KWS Siskin /KWS Talent / Levis/ Limabel /Lincoln/ Lion/ Lithium/ Louisart/ Manitou/ Matrix/ Memory/ Milor/ Paladin/ Papageno/ Pionier/ Plastre/ Potenzial/ Primus/ R 28/ Reflection/ RGT Mondio/ RGT Reform/ RGT Sacramento/ Rosario/ RGT Texaco/ Rubisko/ Schamane/ Smuggler/ Solution/ Sy Bascule/ Triso/ Triumph/ Valdo/ Vasco/ Vigorio/ Winnetou/ Zohra

*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.*

Régulateurs de croissance – orges et seigles (1/1)

consultable en ligne sur notre site : www.cadcoashl.be

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (31-32) 1^{er} nœud - 2^{ème} nœud ; (37-39) dernière feuille-ligule visible ; (45 ou 47) gaine éclatée ; (49) apparition des barbes.

DAR² = Délai avant récolte exprimé en jour.

Nom commercial	Date de fin d'utilisation	Formulation	numéro d'autorisation	Dose maximum			composition	DAR ²	Stade ¹ d'application			Zone tampon (Région wallonne)	nombre d'application	
				Orge d'hiver	Orge de printemps	Seigle			Orge hiver	Orge printemps	Seigle			
Composé d'éthéphon														
ARVEST	-		7064P/B											
CERAFON	-		9386P/B											
ETHEPHON CLASSIC	-		9202P/B											
ETHEPRO ou ETHEFON-PROTEX 480 g/l	-	SL	7775P/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	1,5 l/ha	480 g/l éthéphon	-	37-39	39-45		1 à 6 m	max. 1	
FLORDIMEX 480	-		8678P/B											
YATZE	-		9833P/B											
Composé de chlorure de mépiquat														
MEDAX TOP	-	SC	9840P/B	1,5 l/ha		1 l/ha	300 g/l chlorure de mépiquat 50 g/l prohexadione	56	31-32	31-37		1 à 6 m	max. 1	
TERPAL	-	SL	9286P/B	2,5 à 3 l/ha	1,5 à 2 l/ha	3 à 3,5 l/ha	305 g/l chlorure de mépiquat 155 g/l éthéphon	-	37-49					
Composé de trinexapac-éthyl (* ne pas utiliser en cas de production de semences)														
MOXA *	-		10234P/B		0,4-0,5 l/ha ⁽¹⁾	0,4 l/ha	250 g/l trinexapac-éthyl		29-32	31-32				
MOXA EC *	-		10430P/B											
LIMITAR *	-	EC	10296P/B	0,6 l/ha ⁽¹⁾	-	-								
LIFE SCIENTIFIC TRINEXAPAC 250 *	-		10235P/B		0,4-0,5 l/ha ⁽¹⁾	0,4 l/ha								
MODDUS *	-		9201P/B	0,6-0,8 l/ha ^{(1)**}	0,4-0,6 l/ha ⁽¹⁾	0,4-0,5 l/ha			31-32			1 à 6 m	max. 1	
TEMPO *	-	DC	10449P/B	0,6 l/ha ⁽¹⁾	0,6 l/ha	0,5 l/ha S. d'hiver								
TRIDUS *	-		10436P/B		0,4-0,5 l/ha ⁽¹⁾	0,4 l/ha								
SCITEC *	-		9768P/B	0,6-0,8 l/ha ^{(1)**}										
OPTIMUS *	-	EC	10142P/B	0,6-0,8 l/ha ⁽¹⁾	0,4-0,6 l/ha ⁽¹⁾	0,4-0,5 l/ha				29-32	31-32			
TRIMAXX *	-		10141P/B				175 g/l trinexapac-éthyl							

** en combinaison avec 240 g/ha d'éthéphon : 0,5 l/ha.

⁽¹⁾ en fonction de la variété

Vos remarques sont les bienvenues : 081/62.56.85

Régulateurs de croissance – avoine et froment de printemps (1/1)

consultable en ligne sur notre site : www.cadcoasbl.be

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

Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	Date de fin d'utilisation	numéro d'autorisation	Dose maximum		Formulation	composition	DAR ² jour	Stade ¹ d'application		Zone tampon (Région wallonne)	nombre d'application
				Avoine	Froment de printemps				Avoine	Froment de printemps		
Composé de chlorméquat												
K 2		-	10433P/B	2,2 l/ha	0,7-1,2 l/ha		620 g/l chlorméquat		30-39			
Kéops		-	10434P/B	2 l/ha	0,6 à 1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-		21-30 plantes de 40 cm	1 à 6 m	max. 1
JADEX O 720 ou AGRIGUARD CHLORMEQUAT 720		-	9189P/B	2 l/ha	0,6 à 1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-				
BELCOCEL 750		-	7384P/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha		750 g/l chlorméquat					
CYCOCEL 75		-	8679P/B									
CYCOFIX 750		-	8800P/B									
STABILAN 750		-	9138P/B									
Composé de chlorure de mépiquat												
MEDAX TOP		-	9840P/B	1 l/ha	-	SC	300 g/l chlorure de mépiquat 50 g/l prohexadione	56	31-32		1 à 6 m	max. 1
TERPAL		-	9286P/B	-	2,5 à 3 l/ha 1,5 à 2 l/ha**	SL	305 g/l chlorure de mépiquat 155 g/l éthéphon	-		32-39 37-39		
Composé de trinexapac-éthyl (* ne pas utiliser en cas de production de semences)												
LIFE SCIENTIFIC TRINEXAPAC 250 *		-	10235P/B		-							
MOXA *		-	10234P/B	0,4 l/ha	0,4 l/ha	EC			30-31			
MOXA EC *		-	10430P/B									
MODDUS *		-	9201P/B	0,4 l/ha	0,4 l/ha		250 g/l trinexapac-éthyl	-			1 à 6 m	max. 1
SCITEC *		-	9768P/B									
TEMPO *		-	10449P/B	0,4 l/ha	0,3 l/ha	DC				30-31		
TRIDUS *		-	10436P/B									
OPTIMUS *		-	10142P/B	0,4 l/ha	0,4 l/ha	EC	175 g/l trinexapac-éthyl					
TRIMAXX *		-	10141P/B									

** : si la céréale a reçu un traitement préalable au chlorméquat.

Régulateurs de croissance – épeautre, froment d'hiver, triticale (1/2)

consultable en ligne sur notre site : www.cadcoasbl.be

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (30-31-32) redressement - 1^{er} noeud - 2^{ème} noeud ; (37-39) dernière feuille-ligule visible ; (45) gaine éclatée.
DAR² = Délai avant récolte exprimé en jour.

Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	Date de fin d'utilisation	numéro d'autorisation	Dose maximum			Formulation	composition	DAR ² Jour	stade d'application	Zone tampon (Région wallonne)	nombre d'application
				Epeautre	froment d'hiver	triticale						
Composé d'éthephon												
(1) (2) Dans les parcelles traitées au chlorméquat un traitement antiverse complémentaire peut être envisagé :												
(1) Il sera appliqué à la dose de 0,50 à 0,75 l/ha en froment d'hiver au stade 37 à 45 ;												
(2) Il sera appliqué à la dose de 0,5 l/ha au stade 39 à 45												
ARVEST		-	7064P/B									
CERAFON		-	9386P/B									
ETHEPHON CLASSIC		-	9202P/B									
ETHEPRO ou ETHEFON-PROTEX 480 g/l		-	7776P/B	0,75 l/ha (2)	0,5 à 1,25 l/ha (1)	SL	480 g/l éthephon	-	37-45		1 à 6 m	max. 1
FLORDIMEX 480		-	8678P/B									
YATZE		-	9833P/B									
Composé de chlorure de mépiquat												
(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 l/ha	SC	300 g/l chlorure de mépiquat et 50 g/l prohexadione	56	31-32** 31-37***		1 à 6 m	max. 1
TERPAL		-	9286P/B	-	2,5 à 3 l/ha 1,5 à 2 l/ha (3)	SL	305 g/l chlorure de mépiquat et 155 g/l éthephon	-	32-39 37-39 (3)			
Composé de trinexapac-éthyl (* ne pas utiliser en cas de production de semences)												
MOXA *		-	10234P/B	0,4 l/ha	0,4 l/ha							
MOXA EC *		-	10430P/B									
LIMITAR *		-	10296P/B									
CUADRO *		-	10195P/B	-	0,5 l/ha	EC						
LIFE SCIENTIFIC TRINEXAPAC 250 *		-	10235P/B		0,4 l/ha							
MODDUS *		-	9201P/B		0,4 à 0,5 l/ha							
SCITEC *		-	9768P/B									
TEMPO *		-	10449P/B	0,3 l/ha	0,5 l/ha	DC						
TRIDUS *		-	10436P/B		0,4 l/ha							
OPTIMUS *		-	10142P/B		0,4 à 0,5 l/ha	EC						
TRIMAXX *		-	10141P/B				250 g/l trinexapac-éthyl	-	31-32		1 à 6 m	max. 1
							175 g/l trinexapac-éthyl					

 Régulateurs de croissance – épeautre, froment d'hiver, triticale (2/2)		consultable en ligne sur notre site : www.cadcoasbl.be								
		Date de fin d'utilisation	numéro d'autorisation	Dose maximum		Formulation	composition	DAR ² Jour	stade ¹ d'application	Zone tampon (Région wallonne)
Epeautre	froment d'hiver			triticale						
Nom commercial		Composé de chlorméquat								
JADEX O 720 ou AGRIGUARD Chlorméquat 720	-	9189P/B	1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-	30-32	1 à 6 m	max. 2	
K2	-	10433P/B	1,2 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-	30-32	1 à 6 m	max. 2	
KHEOPS	-	10434P/B	1 l/ha	SL	368 g/l chlorméquat et 0,8 g/l imazaquin	-	30-32	1 à 6 m	max. 1	
BELCOCEL 750	-	7384P/B	1 l/ha	SL		-				
CYCOCEL 75	-	8679P/B	1 l/ha	SL		-				
CYCOFIX 750	-	8800P/B	1 l/ha	SL		-				
STABILAN 750	-	9138P/B	1 l/ha	SL		-				
METEOR 369 SL	-	8559P/B	2 l/ha	SL		-				
MONDIUM	-	9718P/B	2 l/ha	SL		-				

Réalisé par le CADCO à partir des données disponibles sur le Phytoweb. Vos remarques sont les bienvenues : 081/62.56.85

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 disponibles sur le site du CADCO : www.cadcoasbl.be

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 CADCO-Actualités-Céréales

Grâce à une collaboration entre BWAQ, CARAH, Catalogue belge des Variétés, CPL Végémar, CRA-W, UCL (Corder), ULg Gx-ABT, et de services extérieurs de la DGARNE, l'évolution de la pression des maladies est suivie par le **CADCO** tout au long de la saison. **Ces informations sont disponibles** gratuitement (pour les agriculteurs) au travers des avertissements. **Sur demande au 081/62.56.85 ou à cadcoasbl@cadcoasbl.be**

Commentaires préalables :

- La résistance du piétin-verse au carbendazime et 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, picoxystrobine, 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).

Fongicides orge

- Le piétin-verse, la rouille brune et la rouille jaune ne sont plus observés en orges depuis longtemps.

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 2017 : FLAMENCO PLUS (30/06), IMPULSE (30/06), SPORTAK (30/06), TWIST 500 SC (01/06)

En 2018 : LIFE SCIENTIFIC AZOXYSTROBIN (30/06), MICROSULFO (28/02)

24 Fongicides : Orges, Escourgeon

Légende des tableaux : Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (1/4)															
<p>(1) pas autorisé en orge brassicole ; (2) uniquement autorisé en orge d'hiver ; Case usage vide = pas autorisé pour l'usage ; O = efficacité secondaire ; (3) WG 75 % mancozèbe : Dequiman MZ WG/Dithane WG/Mancox WG/Mancox WG/Mancox WG/Mancox WG/Prozeb WG/Tridex WG/Vondozeb WG. (4) WP 80 % mancozèbe : Agro-mancozeb 80 WP/Dequiman MZ WP/Indofil M-45/Mancox WP/Manfil 80 WP/ Pemcozeb/Prozeb/Spoutnik/Tridex WP/Vondozeb WP. (5) l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles ; (6) produits à base de soufre. En WG : Cosave/Hermovit/Kumulus WG/Microsulf/Thiovit Jet. Stade¹ = échelle phénologique BBCH (30-31-32) Redressement – 1^{er} noeud – 2^{ème} noeud ; (37 ou 39) Dernière feuille ; (50-58-59) épiaison-fin d'épiaison ; 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 ; DAR² : délai avant récolte. Produit avec date de fin d'utilisation. A cette date le produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).</p>															
Zone tampon/Dérivé³ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %															
Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	numéro d'autorisation	Stade ¹ d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	contre							Famille chimiques		
						Ptém-verse	Oidium	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naïve	Helminthosporose	Rhynchosporose			
ABRINGO		10122P/B	39	SC	2 l/ha				Rj	Rn	H	R		500g/l chlorothalonil	contact
ACANTO		9323P/B	31-39	SC	1 l/ha					Rn	H	R		250 g/l picoxystrobine	strobilurine
ADEXAR		10119P/B ; 1049, 1093 P/P	31-32 ^(a) 25-59 ^(b)	EC	2 l/ha	Pv	O	Ra	Rj	Rn	H	R		62,5 g/l époxycyconazole 62,5 g/l fluxapyroxad	triazole + carboxamide
ALTO ULTRA		10505P/B	31-39	SE	2 l/ha					Rn	(H)	R		375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole
AMISTAR		8898P/B	31-39	SC	1 l/ha		O			Rn	H			250 g/l azoxystrobine	strobilurine
AMISTAR OPTI		9493P/B	32-39	SC	2,5 l/ha					Rn	H	R		80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact
AMISTAR XTRA		9503P/B	31-39	SC	1 l/ha		(O)		Rj	Rn	H			200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole
AMPERA		10312P/B	30-61 ou 69	EW	1,5 l/ha		(O)		Rj	Rn	H			267 g/l prochloraz + 133 g/l tebuconazole	imidazole + triazole
APACHE		9701P/B	31-39	SE	2 l/ha					Rn	(H)	R		375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole
AVIATOR XPRO		9994P/B	31-49	EC	1 l/ha		O	Ra		Rn	H	R		75 g/l bixafen	carboxamide + triazole
AZAKA		10345P/B	31-39	SC	1 l/ha		O			Rn	H			150 g/l prothioconazole	triazole
AZOXY PLUS 250		1079P/P	31-39	SC	1 l/ha		O			Rn	H			250 g/l azoxystrobine	strobilurine
BALEAR		10125P/B	39	SC	1,4 l/ha			Rb	Rj	Rn	H	R		250 g/l azoxystrobine	strobilurine
BARCLAY BOLT		9967P/B	31-39	EC	0,5 l/ha		O		Rb	Rj				250 g/l propiconazole	contact
BELOFANAAT		1110P/P	30-37	SC	0,6-0,8 l/ha		Pv							500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole
BONTIMA		10201P/B	31-49	EC	2 l/ha		O	Ra		Rn	H	R		187,5 g/l cyprodinil 62,5 g/l isopyrazam	anti-oidium+piéfin carboxamide
BRAVO et BRAVO 500		7003P/B 960,982 P/P	39	SC	2 l/ha			Rb	Rj	Rn	H	R		500 g/l chlorothalonil	contact
BRAVO PREMIUM		10018P/B	31-39	SC	2 l/ha					Rn		R		250 g/l chlorothalonil 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole
BUMPER 25 EC		9022P/B	31-39	EC	0,5 l/ha		O		Rb	Rj				250 g/l propiconazole	triazole
BUMPER P		9013P/B	31-59	EC	1 à 1,25 l/ha		Pv (O)		Rb	R	Rn	H	R	90 g/l propiconazole 400 g/l prochloraz	triazole imidazole

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (2/4)

mise à jour 23/01/2017	Nom commercial	numéro d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	contre							DAR ² (jours)	Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
						Piétin-verse	Oïdium	Ramulariose	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naïve	Helminthosporose					
	CAPALO	9821P/B	31-39	SE	2 l/ha		O			Rn	Rn	R	35	20m/75%	- / 2	62,5 g/l époxiconazole 200 g/l fenpropimorphe 75 g/l metrafenone	triazole morpholine benzophenone
	CARAMBA (2)	8883P/B	31-49	SL	1,5 l/ha					Rn	Rn	R	35	10 m	1 / 1	60 g/l metconazole (GisTrans 84/16)	triazole
	CEANDO	9930P/B	31-39	SC	1,5 l/ha	Pv	O			Rn	H	R	-	10 m	- / 1	83 g/l époxiconazole 100 g/l metrafenone	triazole benzophenone
	CEBARA	10202P/B	31-49	EC	2 l/ha		O	Ra		Rn	H	R	-	20 m	2 / 2	187,5 g/l cyprodinil 62,5 g/l isopyrazam	anti-oïdium-piétin carboxamide
	CERIX	10161P/B	25-59	EC	3 l/ha		O	Ra	Rj	Rn	H	R	-	20 m / 50%	2 / 2	66,6 g/l pyraclostrobine 41,6 g/l époxiconazole 41,6 g/l fluxapyroxad	strobilurine + triazole + carboxamide
	CHAMANE	10211P/B	31-39	SC	1 l/ha		O			Rn	H		-	5 à 6 m	2 / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine
	CHEROKEE	9698P/B	31-39	SE	2 l/ha					Rn	(H)	R	-	20m/50%	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole
	COMET	9605P/B	31-39	EC	1 l/ha				Rb	Rj	H	(R)	-	5 à 6 m	2 / 2	250 g/l pyraclostrobine	strobilurine
	CORBEL	7313P/B	30-31 37-39	EC	0,75 - 1 l/ha		O		Rb	Rj	Rn		28	1 à 6 m	- / 2	750 g/l fenpropimorphe	morpholine
	COSINE	10060 et 1103P/P	31-59	EW	0,5 l/ha		O						-	1 à 6 m	- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-oïdium
	CREDO	9712P/B	31-39	SC	2 l/ha					Rn	H	R	-	5 à 6 m	2 / 2	500 g/l chlorothalonil + 100 g/l picoxystrobine	contact + strobilurine
	CYFLUFENABEL	1108P/P	31-59	EW	0,5 l/ha		O						-	1 à 6 m	- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-oïdium
	DELARO	9634P/B	30-49	SC	0,8 l/ha		O			Rn	H	R	-	5 à 6 m	2 / 1	175 g/l prothioconazole + 150 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine
	DIAMANT	9373P/B	31-39	SE	1,75 l/ha		O			Rj	Rn	H	R	1 à 6 m	2 / 2	42,9 g/l époxiconazole + 214,3 g/l fenpropimorphe + 114,3 g/l pyraclostrobine	triazole + morpholine + strobilurine
	EPOX TOP	10343P/B	30-39	EC	2,5 l/ha		O	Ra		Rj	Rn	H	R	10 m	2 / -	100 g/l fenpropidine 40 g/l époxiconazole	piperidines + triazole
	EVORA XPRO	9970P/B	30-32 31-49	EC	1 l/ha		O	Ra			Rn	H	R	5 à 6 m	2 / 2	75 g/l bixafén 100 g/l tébuconazole 100 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole + triazole
	FANATYL	1127P/P	30-37	SC	0,6-0,8 l/ha	Pv							-	1 à 6 m	- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole
	FANDANGO	9458P/B	30-32 31-49	EC	1,25 l/ha	Pv					Rn	H	R	20/50%	2 / 1 2 / 2	100 g/l prothioconazole + 100 g/l fluoxastrobine	triazole + strobilurine
	FANDANGO PRO	9723P/B	30-32 31-49	EC	2 l/ha 1,75 l/ha	Pv							-	20/50%	2 / 1 2 / 2	100 g/l prothioconazole + 50 g/l fluoxastrobine	triazole + strobilurine
	FORTRESS	9063P/B	31-59	SC	0,30 l/ha		O				Rn	H	R	5 à 6 m	2 / 2	500 g/l quinoxyfen	anti-oïdium
	GLOBALSTAR SC	10109P/B	31-39	SC	1 l/ha		O				Rn	H		5 à 6 m	- / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine
	GRANOVO	9985P/B	31-39	OD	2,5 l/ha			Ra	Rj	Rn	H	R	-	5 à 6 m	2 / 2	140 g/l boscalid 50 g/l époxiconazole	carboxamide + triazole

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (3/4)

Logo	Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	numéro d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	contre							Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	
							Pétiol-verse	Oïdium	Ramulariose	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naine	Helminthosporiose					Rhynchosporiose
	HELIX		9806P/B	30-32 31-49	EC	1,25 l/ha	Pv										100 g/l prothioconazole + 300 g/l spiroxamine	triazole + anti-oïdium
	IMTREX		10120P/B	31-32 (a) 25-69 (b)	EC	2 l/ha	Pv	Ra	Rj	Rn	R						62,5 g/l fluxapyroxad	carboxamide
	INPUT		9719P/B	30-32 31-49	EC	1,25 l/ha	Pv										100 g/l prothioconazole + 300 g/l spiroxamine	triazole + anti-oïdium
	INTER CYFLUFENAMIDE EW		1065PP	31-59	EW	0,5 l/ha											50 g/l cyflufenamide	anti-oïdium
	KESTREL		10346P/B	30-61	EC	1 l/ha	Pv	O Ra	Rj	Rn	H	R					160 g/l prothioconazole 80 g/l tébuconazole	triazole + triazole
	Life Scientific Azoxystrobine (3006/18)		10043P/B	31-39	SC	1 l/ha											250g/l azoxystrobine	strobilurine
	Life Scientific Chlorothalonil		10034P/B	39	SC	2 l/ha											500g/l chlorothalonil	contact
	LIBRAX		10177P/B	25-69	EC	2 l/ha	Pv	O Ra	Rj	Rn	H	R					62,5 g/fluxapyroxad 45 g/l metconazole (cst/trans 8,4/16)	carboxamide triazole
	mancozèbe (3) (5)		plusieurs n°	32-59	WG	2 kg/ha											75 % mancozèbe	dithiocarbamate
	mancozèbe (4) (5)		plusieurs n°	32-59	WP	1,9 kg/ha											80 % mancozèbe	dithiocarbamate
	MICARAZ		10378P/B	30-69	SC	1 l/ha		O Ra									125 g/l isopyrazam* 90 g/l époxiconazole	carboxamide triazole
	MIRADOR		10146P/B	31-39	SC	1 l/ha		O									250g/l azoxystrobine	strobilurine
	MIRAGE 45 EC (2)		8644P/B	31-39	EC	1 l/ha	Pv	(O)									450 g/l prochloraz	imidazole
	NISSODIUM		9468P/B	31-59	EW	0,5 l/ha											50 g/l cyflufenamide	anti-oïdium
	OLYMPUS		9494P/B	32-39	SC	2,5 l/ha											80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact
	OPUS PLUS		9908P/B	31-39	EC	1,5 l/ha		O									83 g/l époxiconazole	triazole
	OPUS TEAM		8473P/B, 1058P/B	31 31 ou 45	SE	2,25 l/ha 1,5 l/ha	Pv		Rb	Rj	H	R					84 g/l époxiconazole + 250 g/l fenpropimorphe	triazole + morpholine
	PALAZZO		9825P/B	31-39	SE	2 l/ha		O									62,5 g/l époxiconazole 200 g/l fenpropimorphe	triazole + morpholine
	PENNCOZEB 500 SC (4) ou Mastana sc		9110P/B	39-52	SC	3 l/ha											200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole
	POKSIE 125		1097PP	31-39	SC	1 l/ha		O									125 g/l époxiconazole	triazole
	PRIORI XTRA		9502P/B	31-39	SC	1 l/ha		(O)									200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole
	PROLINE		9805P/B	30-32 31-49	EC	0,8 l/ha											250 g/l prothioconazole	triazole
	PROPI 25 EC		9963P/B	31-39	EC	0,5 l/ha		O	Rb	Rj							250 g/l propiconazole	triazole
	PUGIL		10112P/B	39	SC	2 l/ha			Rb	Rj	H	R					500 g/l chlorothalonil	contact
	RIZA		9470P/B	31 ou 45	EW	1,0 à 1,5 l/ha		O									250 g/l tébuconazole	triazole

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (4/4)

mise à jour 23/01/2017	Nom commercial	numero d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (l ou kg/ha)	contre										Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	
						Pétiin-verse	Oïdium	Ramulariose	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naine	Helminthosporiose	Rhynchosporiose	DAR ² (jours)	O					Ra
	RUBRIC	9738P/B	31-39	SC	1 l/ha		O												125 g/l époxiconazole	triazole
	SEGURIS	10368P/B	30-59	SC	1 l/ha		O	Ra											125 g/l isopyrazam* 90 g/l époxiconazole	carboxamide triazole
	SEPTONIL	10019P/B	31-39	SC	2 l/ha						Rn								250 g/l chlorothalonil 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole
	SILTRA XPRO	10375P/B	31-49	EC	1 l/ha		O	Ra			Rn	H	R						60 g/l bixafén 200 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole
	SINSTAR (2)	10441P/B	31-39	SC	1 l/ha		O				Rn	H	R						250 g/l azoxystrobine	strobulurine
	SIRENA (2)	10420P/B	31-49 30-32	SL	1,5 l/ha						Rn		R						60 g/l metconazole (Gislatras 84/16) 75 g/l bixafén	triazole
	SKYWAY XPRO	9972P/B	31-49	EC	1 l/ha						Rn	H	R						100 g/l tébuconazole 100 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole + triazole
	soufre (6) en WG ou /WP/	plusieurs n°	-		5 kg/ha		O												80 % soufre	contact
	SPORTAK (2) (30/06/2017)	7322P/B	31-39	EC	1 l/ha		Pv					H	R						450 g/l prochloraz	imidazole
	SPORTAK EW (2)	8510P/B	31-39	EW	1 l/ha		Pv					H	R						450 g/l prochloraz	imidazole
	STEREO (2)	8803P/B	31-37	EC	2 l/ha		(O)				(Rn)	H	R						250 g/l cyprodimil + 62,5 g/l propiconazole	anti-oïdium-piétin triazole
	TALOLINE	10041P/B	39	SC	2 l/ha						Rn	H	R						500 g/l chlorothalonil	contact
	TARCZA 250 EW	10236P/B	31-45	EW	1 l/ha		O				Rn								250 g/l tébuconazole	triazole
	TEBUCUR 250 EW	10172P/B	61-69	EW	1 l/ha														250 g/l tébuconazole	triazole
	TEBUPHYT	1055P/P	31 ou 45	EW	1,0 à 1,5 l/ha						Rn	H	R						250 g/l tébuconazole	triazole
	TEBUSIP (Fezan,Fezan Top)	9766P/B	31 ou 45	EW	1,0 à 1,5 l/ha						Rn	H	R						250 g/l tébuconazole	triazole
	TIFEX	10348P/B	31-39	SC	1 l/ha						Rj	Rn	H	R					125 g/l époxiconazole	triazole
	TOPSIN M 500 SC	7057P/B	30-37	SC	0,6-0,8 l/ha		Pv												500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole
	TOPSIN M 70 WG	8666P/B	30-37	WG	0,43-0,57 kg/ha		Pv												70 % thiophanate-méthyl	benzimidazole
	TRIMANGOL 80 (5)	4814P/B	32-59	WP	2,0 kg/ha						Rj								80 % manèbe	dithio-carbamate
	TRIMANGOL WG (5)	9420P/B	32-59	WG	2,1 kg/ha						Rj								75 % manèbe	dithio-carbamate
	TWIST 500 SC (1/06/2017)	9378P/B	31-37	SC	0,375 l/ha		O				Ri	Rn	H	R					500 g/l trifloxystrobine	strobulurine
	VARIANO XPRO	10327P/B	30-61	OD	1,5 l/ha		O	Ra				H	R						100 g/l prothioconazole 50 g/l fluoxastrobine 40 g/l bixafén	triazole + strobulurine carboxamide
	VIVERDA	10155P/B	31-39	OD	2,5 l/ha		O	Ra				H	R						140 g/l boscalid 50 g/l époxiconazole 60 g/l pyraclostrobine	carboxamide + triazole + strobulurine
	ZAINDU	10506P/B	31-39	SC	1 l/ha		O	Ra			Rn	H	R						200 g/l azoxystrobine 100 g/l époxiconazole	strobulurine + triazole
	ZOXIS	10044P/B	31-39	SC	1 l/ha		O				Rn	H							250 g/l azoxystrobine	strobulurine

28 Fongicides : Epeautre, froments, seigles et triticales

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (1/6)

Légende des tableaux : Nombre max. ⁴ PAR AN = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures / PAR CYCLE = au cours de la culture / **DAR²** : délai avant récolte ; **Case culture ou usage vide** = pas autorisé pour la culture ou l'usage ; (O) efficacité secondaire.

Stade¹ = échelle phénologique BBCH (30-31-32) Redressement – 1^{er} nœud – 2^{ème} nœud ; (37 ou 39) Dernière feuille ; (50-58,59) épiation-fin d'épiaison ; pleine floraison (65).

Zone tampon/Dérivé³ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

Produit avec date de fin d'utilisation. A cette date le produit phytopharmaceutique non utilisable (PPNU).



mise à jour
23/01/2017

Nom commercial	numéro d'autorisation	Stade ¹ d'application (BBCH)				en				Dose max. (l ou kg/ha)	Formulation	contre							Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques						
		Epeautre	Froment de printemps d'hiver	Seigle de printemps d'hiver	Triticale	Epeautre	Froment de printemps d'hiver	Seigle de printemps d'hiver	Triticale			Pétiole-verse	Oridium	Rouille jaune	Sépirose (feuilles)	Rouille brune	Sépirose de l'épi	Fusariose					Helmintosporose	DAR ² (jours)				
ABRINGO	10122P/B	FH	FP							2 l/ha	SC															500 g/l chlorothalonil	contact	
ACANTO	9323P/B	FH	FP							1 l/ha	SC																250 g/l picoxystrobine	strobilurine
ADEXAR	10119P/B 1049 P/P 1093P/P	E	FH	FP						2 l/ha	EC																62,5 g/l époxycyconazole 62,5 g/l fluxapyroxad	triazole + carboxamide
ALTO ULTRA	10505P/B	E	FH	FP	SH	SP	T			2 l/ha	SE																375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole
AMISTAR	8898P/B	FH	FP	SH	SP	T				1 l/ha	SC																250 g/l azoxystrobine	strobilurine
AMISTAR OPTI	9493P/B	E	FH	FP	SH	SP	T			2,5 l/ha	SC																80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact
AMISTAR XTRA	9503P/B	E	FH	FP	SH	SP	T			1 l/ha	SC																200 g/l azoxystrobine + 80 g/l époxycyconazole	strobilurine + triazole
AMPERA	10312P/B	FH	FP	SH	SP	T				1,5 l/ha	EW																133 g/l tebuconazole 267 g/l prochloraz	triazole + imidazole
APACHE	9701P/B	E	FH	FP	SH	SP	T			2 l/ha	SE																375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole
ARMURE	8648P/B	FH	FP							0,8 l/ha mélange obligatoire avec 500 g/ha s.a. chlorothalonil	EC																150 g/l difenoconazole + 150 g/l propiconazole	triazole + triazole
AVIATOR XPRO	9994P/B	E	FH	FP			T			1,25 l/ha	EC																75 g/l bixafen 150 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole
AZAKA	10345P/B	FH	FP	SH	SP	T				1 l/ha	SC																250 g/l azoxystrobine	strobilurine
AZOXY PLUS 250	1079P/P	FH	FP	SH	SP	T				1 l/ha	SC																250 g/l azoxystrobine	strobilurine
BALEAR	10125P/B	FH	FP				T			1,4 l/ha	SC																720 g/l chlorothalonil	contact
BARCLAY BOLT	9967P/B	FH	FP							0,5 l/ha	EC																250 g/l propiconazole	triazole

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (2/6)

Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	numéro d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	en				Dose max. (l ou kg/ha)	Formulation	contre						DAR ² (jours)	Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
				Epeautre	Froment de printemps d'hiver	Seigle de printemps d'hiver	Triticale			Pv	Oïdium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de l'épi					
BELOFANAAT		1110P/P	30-37 65	E FH FP	SH SP	T	0,60-0,80 l/ha 1,5 l/ha	SC	Pv						1 à 6 m	- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole		
BELROSE		9897P/B	31-59	FH			1 l + contre oïdium 500g/l chlorothalonil	ME		O	Rj	Sf	Rb	Se	1 à 6 m	1 / 1	125 g/l tetraconazole	triazole		
BRAVO		7003P/B	32-59	FH		T	2 l/ha	SC			Rj	Sf	Rb	Se	1 à 6 m	2 / 2	500 g/l chlorothalonil	contact		
BRAVO 500		960 et 982 P/P																		
BRAVO PREMIUM		10018P/B	31-59	E FH FP	SH SP	T	2 l/ha	SC			Rj	Sf	Rb		5 à 6 m	2 / 2	250 g/l chlorothalonil 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole		
BRAVO XTRA		9414P/B	32-59	FH			2 l/ha	SC	(O)	Rj	Sf	Rb	Se		20 m	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 40 g/l cyproconazole	contact + triazole		
BUMPER 25 EC		9022P/B	31-39**/59*	FH	FP**	T**	0,5 l/ha	EC		O	Rj	Rb			1 à 6 m	1 / 1	250 g/l propiconazole	triazole		
BUMPER P		9013P/B	31-59 37	Fh FP			1 à 1,25 l/ha	EC	Pv	(O)	Rj	Sf	Rb	Se	1 à 6 m	- / -	90 g/l propiconazole 400 g/l prochloraz	triazole imidazole		
CAPALO		9821P/B	31-32 31-59	FH FP			2 l/ha	SE	Pv						20m/ 75%	- / 1	62,5 g/l époxiconazole 200 g/l fenpropimorph 75 g/l metrafenone	triazole morpholine benzophenone		
CARAMBA		8883P/B	31-59 65	FH FP		T	1,5 l/ha	SL			Rj	Sf	Rb	Se	35	1 / 1	60 g/l metconazole (cis/trans 84/16)	triazole		
CEANDO		9930P/B	31-59	E FH FP	SH SP	T	1,5 l/ha	SC	Pv	O	Rj	Sf	Rb		10 m	1 / 1	83 g/l époxiconazole 100 g/l metrafenone	triazole benzophenone		
CELLO		9747P/B	31-65	E FH FP	SH SP	T	1,25 l/ha	EC		O	Rj	Sf	Rb	F	5 à 6 m	2 / 2	100 g/l prothioconazole + 250 g/l spiroxamine + 100 g/l tebuconazole	triazole + anti-oïdium + triazole		
CERIAX		10161P/B	30-32 25-69	E FH FP	SH SP	T	3 l/ha	EC	Pv						20m/50 %	1 / 2	66,6 g/l pyraclostrobine 41,6 g/l époxiconazole 41,6 g/l fluxapyroxad	strobilurine + triazole + carboxamide		
CHAMANE		10211P/B	32-59	FH FP	SH SP	T	1 l/ha	SC		O	Rj	Sf	R	Se	5 à 6 m	- / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine		
CHEROKEE		9698P/B	31-59	E FH FP	SH SP	T	2 l/ha	SE			Rj	Sf	Rb		20m/50 %	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l propiconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole		
CITADELLE		9580P/B	32-59	FH			2 l/ha	SC		(O)	Rj	Sf	Rb	Se	20 m	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 40 g/l cyproconazole	contact + triazole		
COMET		9605P/B	31-59	E FH FP		T	1 l/ha	EC			Rj	Sf	Rb	(Se)	5 à 6 m	2 / 2	250 g/l pyraclostrobine	strobilurine		
CORBEL		7513P/B	31-37 ; 58	E FH FP		T	0,75 à 1 l/ha	EC		O	Rj		Rb		1 à 6 m	- / 2	750 g/l fenpropimorph	morpholine		

30 Fongicides : Epeautre, froments, seigles et triticales

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (3/6)

Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	numéro d'autorisation	Stade d'application (BCH)	en				Dose max. (l ou kg/ha)	Formulation	contre						Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	
				Epeautre	Froment de printemps d'hiver	Seigle de printemps	Triticale			Péni-verse	Oidium	Rouille jaune	Septoriose (veutiles)	Rouille brune	Septoriose de tépi					Fusariose
COSINE		10060P/B	31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	EW	O						50 g/l cyflufenamide	anti-oidium		
		1103P/P	32-59	E	FH	FP	SH	SP	T	SC		Rj	Sf	Rb	Se		500 g/l chlorothaloni + 100 g/l picoxystrobine	contact + strobilurine		
CREDO		1108P/P	31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	EW	O						50 g/l cyflufenamide	anti-oidium		
		9634P/B	31-52 31-69	E	FH	FP	Sh	SP	T	SC	O	Rj	Sf	Rb	F		175 g/l prothioconazole + 150 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine		
DIAMANT		9373P/B	31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	SE	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	42,9 g/l époxiconazole + 214,3 g/l fenpropimorph + 114,3 g/l pyraclostrobine	triazole + morpholine + strobilurine		
		9566P/B	31-59		FH					ME	O	Rj	Sf	Rb	Se		125 g/l tetraconazole	triazole		
EPOX TOP		10343P/B	30-59	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	O	Rj	Sf	Rb			100 g/l fenpropidine + 40 g/l époxiconazole	piperidines + triazole		
		9970P/B	30-52 31-65 31-59	E	FH	FP			T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	F	H	75 g/l bixafen + 100 g/l tébuconazole + 100 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole + triazole	
FANATYL		1127P/P	30-37 65	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	Pv						500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole		
		9458P/B	31-65 32-59	E	FH				T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	H	100 g/l prothioconazole + 100 g/l fluoxystrobine	triazole + strobilurine
FANDANGO		9723P/B	31-52 31-65	E	FH	FP			T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	H	100 g/l prothioconazole + 50 g/l fluoxystrobine	triazole + strobilurine
		9156P/B	31-39 31-58	E	F	F				SE	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se		54 g/l fluquinconazole + 174 g/l prochloraz	triazole + imidazole	
FLEXITY		9511P/B	31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	O						300 g/l metrafenone	benzophenone		
		9063P/B	31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	O						500 g/l quinoxifen	anti-oidium		
GLOBATZAR SC		10109P/B	32-59	E	FH	FP	SH	SP	T	SC	O	Rj	Sf	Rb	Se		250 g/l azoxystrobine	strobilurine		
		9985P/B	31-59	E	FH	FP	SH	SP	T	OD	Pv	Rj	Sf	Rb	Se		140 g/l boscalid 50 g/l époxiconazole	carboxamide + triazole		
HELIX		9806P/B	31-65 31-59	E	FH	FP			T	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	F	H	100 g/l prothioconazole + 300 g/l spiroxamine	triazole + anti-oidium	
		8923P/B	31-37	E	FH	FP				EC	O						500 g/l spiroxamine	anti-oidium		
IMTrex		10120P/B	25-69	E	FH	FP	SH	SP	T	EC	Pv	Rj	Sf	Rb			62,5 g/l fluxapyroxad	carboxamide		
												Rj	Sf	Rb						

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (4/6)

mise à jour 23/01/2017	Nom commercial	numéro d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	en			Dose max. (l ou kg/ha)	Formulation	contre						DAR ² (jours)	Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	
				Epeautre	Froment	Seigle			Triticale	Oïdium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de tige						Fusariose
	INPUT	9719P/B	31-32 31-65 31-59	E FH FP			1,25 l/ha	EC		O	Rj	Sf	Rb	F	H		10 m	2 / 1 2 / 2 2 / 2	160 g/l prothioconazole + 300 g/l spiroxamine	triazole + anti-oïdium
	INTER Cyflufenamide EW	1065P/P	31-59	E FH FP			0,5 l/ha	EW	O								1 à 6 m	- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-oïdium
	KESTREL	10346P/B	30-69	E FH FP			1,25 l/ha	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	H	20 m	2 / 2	160 g/l prothioconazole + 80 g/l tebuconazole	triazole + triazole
	LIBRAX	10177P/B	25-69	E FH FP			2 l/ha	EC	Pv	O	Rj	Sf	Rb	Se	F	H	10 m	1 / 1	62,5 g/l fluxapyroxad metconazole 45 g/l	carboxamide triazole
	Life Scientific Azoxystrobin (300678)	10043P/B	32-59	FH FP	SH SP	T	1 l/ha	SC	O	Rj	Sf	R	Se				5 à 6 m	- / 2	250 g/l azoxystrobin	strobilurine
	Life Scientific Chlorothalonil	10034P/B	32-59	FH FP			2 l/ha	SC		Rj	Sf		Se				5 à 6 m	- / 2	500 g/l chlorothalonil	contact
	mancozèbe (2) (4)		32-59	E FH FP	SH SP	T	2 kg/ha	WG		Rj		Rb					5 à 6 m	- / 2	75% mancozèbe	dithiocarbamate
	mancozèbe (3) (4)		32-59	E FH FP	SH SP	T	1,9 kg/ha	WP		Rj		Rb					5 à 6 m	- / 2	80% mancozèbe	dithiocarbamate
	Mastana sc ou PENNCOZEB 500 SC (4)	9110P/B	32-59	E FH FP	SH SP	T	3 l/ha	SC		Rj		Rb					5 à 6 m	- / 2	455 g/l mancozèbe	dithiocarbamate
	MICARAZ	10378P/B	30-69	E FH FP	SH SP	T	1 l/ha	SC		O	Rj	Sf	Rb	Se	H		10 m	- / 2	90 g/l époxiconazole 125 g/l isopyrazam*	triazole + carboxamide
	MIRADOR	10146P/B	32-59 31-39 39-59	FH FP	SH SP	T	1 l/ha	SC		O	Rj	Sf	Rb	Se			5 à 6 m	2 / 2 2 / 2	250 g/l azoxystrobin	strobilurine
	MIRAGE 45 EC	8644P/B	59				1 l/ha	EC					Se				1 à 6 m	2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole
	NISSODIUM	9468P/B	31-59	E FH FP	SH SP	T	0,50 l/ha	EW	O								1 à 6 m	- / 2	50 g/l cyflufenamide	anti-oïdium
	OLYMPUS	9494P/B	32-59	E FH FP	SH SP	T	2,5 l/ha	SC			Rj	Sf	Rb	Se			1 à 6 m	max. 2	80 g/l azoxystrobin + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact
	OPUS PLUS	9908P/B	31-59	E FH FP			1,5 l/ha	EC		(O)	Rj	Sf	Rb				10 m	- / 2	83 g/l époxiconazole	triazole
	OPUS TEAM	8473 et 1058P/B	31-59 37-50	FH FP	SH SP	T	2,25 l/ha 1,5 l/ha	SE		O	Rj	Sf	Rb	Se			1 à 6 m	1 / 1 2 / 2	84 g/l époxiconazole + 250 g/l fenpropimorphe	triazole + morpholine
	OSIRIS	9888P/B, 1095P/P	31-59 65	E FH			3 l/ha	EC		Rj	Sf	Rb		H			10 m	- / 2	37,5 g/l époxiconazole 27,5 g/l metconazole	triazole + triazole
	PALAZZO	9825P/B	31-32 31-59	FH FP			2 l/ha	SE									20m / 75%	- / 1 - / 2	62,5 g/l époxiconazole 200 g/l fenpropimorphe 75 g/l metrafenone	triazole + morpholine + benzophenone
	PANAX FEZAN Plus	10099P/B	31-65	FH			3 l/ha	SC				Sf	Rb	Se	F		20 m	2 / 2	166 g/l chlorothalonil + 60 g/l tebuconazole	contact + triazole

(2) WG 75 % mancozèbe : Dequiman MZ WG/Dithane WG/Mancoplus +Mancoplus 75 WG/MANFIL 75 WG/Penncozeb WG/Prozeb WG/Tridex WG/Vondozeb WG.
 (3) WP 80 % mancozèbe : Agro-mancozèbe 80 WP/Dequiman MZ WP/Indofil M-45/Mancoplus WP/Manfif 80 WP/Penncozeb/Prozeb/Spoutnik/Tridex WP/Vondozeb WP.
 (4) l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

32 Fongicides : Epeautre, froments, seigles et triticales

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (5/6)

Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	numéro d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	en			Dose max. (l ou kg/ha)	Formulation	Contre							Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
				Epeautre	Froment d'hiver de printemps	Seigle d'hiver de printemps			Triticale	Pétiol-verse	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de tépi	Fusariose				
POKSIE 125		1097P/P	31-59	E	FH	FP	T	SC	(O) Rj	Sf	Rb					10 m	2 / 2	125 g/l époxiconazole	triazole
PRIORI XTRA		9502P/B	32-59	E	FH	FP	SP	SC	(O) Rj	(Sf)	Rb	(Se)			2 à 6 m	2 / 2	200 g/l azoxystrobin + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole	
PROLINE		9805P/B	31-32 31-65 32-59		FH			EC	O	Rj	Sf	Se	F		5 à 6 m	2 / 1 2 / 2	250 g/l prothioconazole	triazole	
PROPERTY 180 SC		10359P/B	30-65		FH	FP		SC	O						1 à 6 m	2 / -	180 g/l pyriofenone	benzoylpyridine	
PROPI 25 EC		9963P/B	31-59 31-39		FH	FP	T	EC	O	Rj	Rb				1 à 6 m	1 / 1	250 g/l propiconazole	triazole	
PROSARO		9515P/B	32-59 32-59	E	FH	FP	T	EC	O	Rj	Sf	Rb	Se		5 à 6 m	1 / 1 1 / 1 1 / 1	125 g/l prothioconazole + 125 g/l tébuconazole	triazole + triazole	
PUGIL		10112P/B	32-59		FH	FP		SC		Rj	Sf	Rb	Se		20 m	- / 2	500 g/l chlorothalonil	contact	
RIZA		9470P/B	31-59		FH	FP	T	EW	O	Rj	Sf	Rb	Se		2 à 6 m	1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole	
RUBRIC		9738P/B	31-59	E	FH	FP	T	SC	(O) Rj	Sf	Rb				5 à 6 m	-	125 g/l époxiconazole	triazole	
SEGURIS		10368P/B	30-69	E	FH	FP	SP	SC	O	Rj	Sf	Rb	Se	H	10 m	- / 2	90 g/l époxiconazole 125 g/l isopyrazam*	triazole + carboxamide	
SEPTONIL		10019P/B	31-59	E	FH	FP	SP	SC		Rj	Sf	Rb			5 à 6 m	2 / 2	250 g/l chlorothalonil 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole	
SILTRA XPRO		10375P/B	30-32 31-65 31-59	E	FH	FP		EC	O	Rj	Sf	Rb	F	H	10 m	2 / 2	200 g/l prothioconazole 62,5 g/l bixaifen	triazole + carboxamide	
SINSTAR		10441P/B	32-59		FH			SC	O	Rj	Sf	Rb	Se		5 à 6 m	- / 2	250 g/l azoxystrobin	strobilurine	
SIRENA		10420P/B	31-59 65		FH		T	SL		Rj	Sf	Rb	Se	F	10 m	1 / 1	60 g/l metconazole (et 84/16)	triazole	
SKYWAY XPRO		9972P/B	30-32 31-65 31-59	E	FH	FP		EC	O	Rj	Sf	Rb			5 à 6 m	2 / 2	75 g/l bixaifen 100 g/l tébuconazole 100 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole + triazole	
SOLEIL		10369P/B	30-69	E	FH	FP	SP	EC	O		Sf	Rb	Se	F	1 à 6 m	1 / 1	250 g/l chlorothalonil 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole	
SPORTAK (30/06/2017)		7322P/B	31-39 39-59		FH	SH	T	EC	Pv						10 m	2 / 2 2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole	
SPORTAKEW		8510P/B	31-39 39-59		FH	SH	T	EW	Pv						5 à 6 m	2 / 2 2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole	

*Max. 250 g isopyrazam/ha/12 mois

Fongicides céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (6/6)

Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	numéro d'autorisation	Stade d'application (BBCH)	en			Formulation	Contre							Zone tampon (m) / TRD (%)	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques	
				Epeautre	Froment	Seigle		Oïdium	Rouille jaune	Septoriose (veilles)	Rouille brune	Septoriose de lép.	Fusariose	Helmintosporiose					DAR ² (jours)
soufre en WG (1)			-	E FH FP	SH	SP	T	WG										80% soufre	contact
TALOLINE		10041P/B	32-59	FH FP				SC	Rj	Sf	Se							500 g/l chlorothalonil	contact
TARCZA 250 EW		10236P/B	31-59	FH FP			T	EW	Rj	Rb								250 g/l tebuconazole	triazole
TEBUCUR 250 EW		10172P/B	61-69	E FH FP				EW	Rj*	Rb*	Se	F						250 g/l tebuconazole	triazole
TEBUPHYT		1055P/P	31-59	E FH FP			T	EW	O Rj	Sf	Rb	Se						250 g/l tebuconazole	triazole
TEBUSIP (Fezan Top)		9766P/B	31-59	FH FP			T	EW	O Rj	Sf	Rb	Se						250 g/l tebuconazole	triazole
TIFFEX		10348P/B	31	FH FP				SC										125 g/l époxiconazole	triazole
TOPSIN M 500 SC		7057P/B	30-37	E FH FP			T	SC	(O) Rj	Sf	Rb							500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole
TOPSIN M 70 WG		8666P/B	30-37	E FH FP	SH	SP	T	WG										70% thiophanate-méthyl	benzimidazole
TRIMANGOL 80 (4)		4814P/B	32-59	E FH FP	SH	SP	T	WP	Rj		Rb							80% manèbe	dithiocarbamate
TRIMANGOL WG (4)		9420P/B	32-59	E FH FP	SH	SP	T	WG	Rj		Rb							75% manèbe	dithiocarbamate
TWIST 500 SC (1/06/2017)		9378P/B	31-59	FH FP				SC	O Rj	Sf	Rb	Se						500 g/l trifloxystrobine	strobulurine
VARIANO XPRO		10327P/B	30-61/69	E FH FP			T	EC	Rj	Sf	Rb	Se	H					100 g/l prothioconazole 50 g/l fluoxastrobine 40 g/l bixafen	triazole + strobulurine + carboxamide
VIVERDA		10155P/B	31-59	E FH FP			T	OD	Rj	Sf	Rb	Se	H					140 g/l boscalid 60 g/l pyraclostrobine	carboxamide + strobulurine +
ZAINDU		10506P/B	31-39	E FH FP			T	SC	O Rj	Sf	Rb	Se	H					50 g/l époxiconazole	triazole
ZOXIS		10044P/B	32-59	FH FP	SH	SP	T	SC	O Rj	Sf	Rb	Se	H					200 g/l azoxystrobine	strobulurine +
				FH FP	SH	SP	T	SC	O Rj	Sf	Rb	Se	H					100 g/l époxiconazole	triazole
				FH FP	SH	SP	T	SC	O Rj	Sf	Rb	Se	H					250 g/l azoxystrobine	strobulurine

(4) l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

(1) Produits à base de soufre : Cosavet / Hermovit / Kumulus WG / Microsulfo / Thiovit jet.

Légende des tableaux : Fongicides céréales pour lutter contre les maladies cryptogamiques en avoine

- (1) Produits à base de soufre : Cosavet/Hermovit/Kumulus WG/Microsulfo /Thiovit jet ;
- (2) WG 75 % mancozèbe : Dequiman MZ WG/Dithane WG/MancoMix WG/MancoPlus +/-MancoPlus 75 WG/ MANFIL 75 WG/ Penncozeb WG/Tridex WG/Vondozeb WG.
- (3) WP 80 % mancozèbe : Agro-mancozeb 80 WP/Dequiman MZ WP/Indofil M-45/MancoMix WP/ Manfil 80 WP/ Penncozeb/Prozeb/Spoutnik/Tridex WP/Vondozeb 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 ;

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) épiaison-fin d'épiaison ; pleine floraison (65).

Zone tampon/Dérivé³ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

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.

Fongicides céréales pour lutter contre les maladies cryptogamiques en avoine (1/2)

mise à jour 23/01/2017	Nom commercial	numéro d'autorisation	stade ¹ d'application	en avoine		dose	Formulation	contre				DAR ² (Jour)	zone tampon/ cour. des grainées	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	composition	Familles chimiques
				de printemps	d'hiver			piétin verse	oidium	rouille jaune	rouille brune					
	ACANTO	9323P/B	32-39	AP	AH	1 l/ha	SC		Rc	Rj	Rb	-	5 à 6 m	2 en 2ans/2	250 g/l picoxystrobine	strobilurine
	ADEXAR	10119P/B, 1049, 1093PP	31-32 ^(a) 25-59 ^(b)	AP	AH	2 l/ha	EC	Pv (a)	O (b)			-	10 m	2 / 2*	62,5 g/l époxiconazole 62,5 g/l fluxapyroxad	triazole + carboxamide
	AVIATOR XPRO	9994P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		O			-	5 à 6 m	2 / 2	75 g/l bixafen 150 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole
	BARCLAY BOLT	9967P/B	31-39	AP	AH	0,5 l/ha	EC		O	Rj	Rb	-	1 à 6 m	1 / 1	250 g/l propiconazole	triazole
	BELOFANAAT	1110P/P	30-37	AP	AH	0,6-0,8 l/ha	SC	Pv				-	1 à 6 m	- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole
	BUMPER 25 EC	9022P/B	31-39	AP	AH	0,5 l/ha	EC		O	Rj	Rb	-	1 à 6 m	1 / 1	250 g/l propiconazole	triazole
	CEANDO	9930P/B	31-39	AP	AH	1,5 l/ha	SC	Pv	O	Rc		-	10 m	- / 1	83 g/l époxiconazole 100 g/l metrafenone	triazole + benzophenone
	CELLO	9747P/B	31-59	AP	AH	1,25 l/ha	EC		O			7	5 à 6 m	2 / 2	100 g/l prothioconazole 250 g/l spiroxamine 100 g/l tébuconazole	triazole + anti-oidium + triazole
	CERJAX	10161P/B	30-32 ^(a) 25-59 ^(b)	AP	AH	3 l/ha	EC	Pv (a)	O (b)			-	20 m/ 50 %	2 / 2*	66,6 g/l pyraclostrobine 41,6 g/l époxiconazole 41,6 g/l fluxapyroxad	strobilurine + triazole + carboxamide
	COMET	9605P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC			Rc		-	5 à 6 m	2 / 2	250 g/l pyraclostrobine	strobilurine
	CORBEL	7313P/B	-	AP	AH	0,75 - 1 l/ha	EC		O	Rj	Rb	28	1 à 6 m	- / 2	750 g/l fenpropimorphe	morpholine
	CREDO	9712P/B	32-59	AP	AH	2 l/ha	SC		Rc	Rj	Rb	-	5 à 6 m	1 / 1	500 g/l chlorothalomil + 100 g/l picoxystrobine	contact + strobilurine
	DELARO	9634P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	SC		O	Rc		-	5 à 6 m	- / 2	175 g/l prothioconazole 150 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine
	EVORA XPRO	9970P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC		O	Rc		-	5 à 6 m	2 / 2	75 g/l bixafen 100 g/l tébuconazole 100 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole + triazole

Fongicides céréales pour lutter contre les maladies cryptogamiques en avoine (2/2)																
Nom commercial	mise à jour 23/01/2017	numéro d'autorisation	stade d'application	en avoine		dose	Formulation	Contre					zone tampon/ dérive ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	composition	Familles chimiques
				de printemps	d'hiver			piétin verse	oidium	rouille couronnées	rouille jaune	rouille brune				
FANATYL		1127P/P	30-37	AP	AH	0,6-0,8 l/ha	SC	Pv						500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	
FANDANGO PRO		9723P/B	31-32	AP	AH	2 l/ha	EC	O	Rc					100 g/l prothioconazole 50 g/l fluoxastrobine	triazole + strobilurine	
FORTRESS		9063P/B	31-59	AP	AH	0,3 l/ha	SC	O						500 g/l quinoxifène	anti-oidium	
HELIX		9806P/B	31-32 ^(a) 31-59 ^(b)	AP	AH	1,25 l/ha	EC	Pv O ^(a) O ^(b)	Rc O ^(a) O ^(b)					160 g/l prothioconazole 300 g/l spiroxamine	triazole + anti-oidium	
IMTRES		10120P/B	31-32 ^(a) 25-69 ^(b)	AP	AH	2 l/ha	EC	Pv O ^(a) O ^(b)	Rc O ^(a) O ^(b)					62,5 g/l fluxapyroxad	carboxamide	
INPUT		9719P/B	31-32 ^(a) 31-59 ^(b)	AP	AH	1,25 l/ha	EC	Pv O ^(a) O ^(b)	Rc O ^(a) O ^(b)					160 g/l prothioconazole 300 g/l spiroxamine	triazole + anti-oidium	
KESTREL		10346P/B	30-61	AP	AH	1,25 l/ha	EC	Pv O	Rc et fusariose					160 g/l prothioconazole 80 g/l tébuconazole	triazole + triazole	
mancozèbe (2) (4)		32-59		AP	AH	2 kg/ha	WG		Rj					75 % mancozèbe	dithiocarbamate	
mancozèbe (3) (4)		32-59		AP	AH	1,9 kg/ha	WP		Rj					80 % mancozèbe	dithiocarbamate	
MIRAGE 45 EC		8644P/B	31-39	-	AH	1 l/ha	EC	Pv						450 g/l prochloraz	imidazole	
PENNCOZEB 500 SC (anc. Mastana sc.)		9110P/B	32-59	AP	AH	3 l/ha	SC			Rj				455 g/l mancozèbe	dithiocarbamate	
PROPI 25 EC		9963P/B	31-39	AP	AH	0,5 l/ha	EC	O		Rj	Rb			250 g/l propiconazole	triazole	
PROSARO		9515P/B	32-59	AP	AH	1 l/ha	EC	O	Rc					125 g/l prothioconazole 125 g/l tébuconazole	triazole + triazole	
SILTRA XPRO		10375P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC	O	Rc					200 g/l propiconazole 60 g/l bixafène	triazole + carboxamide	
SKYWAY XPRO		9972P/B	31-59	AP	AH	1 l/ha	EC	O	Rc					75 g/l bixafène 100 g/l tébuconazole 100 g/l prothioconazole	carboxamide + triazole + triazole	
SPORTAK EW soufre en WG (1)		7322P/B 8510P/B	31-39	-	AH	1 l/ha	EW	Pv						450 g/l prochloraz	imidazole	
TEBUCUR 250 EW		10172P/B	31-59	AP	AH	5 kg/ha	WG	O						80 % soufre	contact	
TOPSIN M 500 SC		7057P/B	30-37	AP	AH	0,6-0,8 l/ha	SC	Pv						250 g/l tébuconazole	triazole	
TOPSIN M 70 WG		8666P/B	30-37	AP	AH	0,43-0,57 kg/ha	WG	Pv						500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole	
TRIMANGOL 80		4814P/B	32-59	AP	AH	2 kg/ha	WP			Rj				70 % thiophanate-méthyl	benzimidazole	
TRIMANGOL WG		9420P/B	32-59	AP	AH	2,1 kg/ha	WG			Rj				75 % manèbe	dithiocarbamate	
VIVERDA		10155P/B	31-59	AP	AH	2,5 l/ha	OD	O	Rc					75 % manèbe 140 g/l boscalid 50 g/l époxycarbazole 60 g/l pyraclostrobine	dithiocarbamate carboxamide + triazole + strobilurine	

Traitements de semences – céréales (1/1)

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)

Réalisé par le CADCO à partir du Phytoweb. Consultable sur : www.cadcoasbl.be, ☎ 081/62.56.85

(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	mise à jour 23/01/2017	Formulation	numéro d'autorisation	composition	dose par 100 kg de semences	avoine		froment de printemps		froment d'hiver		orge de printemps		orge d'hiver		sésile		triticale	
						spéarite	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / fusariose / septoriose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO			
ARGENTO (AP)			9859P/B	250 g/l clotianidime 50 g/l prothioconazole	0,2 L	céréales d'hiver : fusariose puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	-	-	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO
BARITON			9579P/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	-	-	-	-	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose
CELEST		FS	9269P/B	25 g/l fludioxonil	0,2 L	fusariose	carie du blé / fusariose / septoriose												
CERALL			9674P/B	10E9-10E10 CFU/ml pseudomonas chlororaphis (MA342)	1 L	-	carie du blé / fusariose / septoriose												
DIFEND			10160P/B	30 g/l difenoconazole	0,2 L	-	carie du blé / fusariose / septoriose												
DIFEND EXTRA			10472P/B	25 g/l difenoconazole 25 g/l fludioxonil	0,2 L	fusariose	carie du blé / fusariose / septoriose												
FORCE (AP)		CS	7744P/B	200 g/l teflutrine	0,1 L	-	carie du blé / fusariose / septoriose												
GAUCHO DUO		FS	10399P/B	350 g/l Imidacloprid 50 g/l prothioconazole	0,2 L	fusariose puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO	carie du blé / charbon nu / fusariose / puceron JNO
KINTO DUO			9488P/B	60 g/l prochloraz 20 g/l triticoconazole	0,2 L	charbon nu fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose
LATITUDE		FS	9263P/B	125 g/l silthiopham	0,2 L	-	piétin-échaudage												
LATITUDE Max			10359P/B	125 g/l silthiopham	0,2 L	-	piétin-échaudage												
LANGIS			10205P/B	300 g/l cyperméthrine	0,2 L	-	mouche grise / taupin												
NUPRID 600 FS (1) (AP)			10477P/B	600 g/l Imidacloprid	0,116 L	puceron, uniquement en céréales d'hiver	carie du blé / charbon nu												
PREMIS			9922P/B	25 g/l triticoconazole	0,2 L	-	carie du blé / charbon nu												
RANCONA 15 ME		ME	10319P/B	15 g/l ipconazole	0,11 L* / 0,133 L**	fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *	carie du blé / charbon nu / fusariose *
REDIGO ancien REDIGO 100 FS		FS	9682P/B	100 g/l prothioconazole	0,1 L	fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose	carie du blé / charbon nu / fusariose

Insecticides autorisés pour lutter contre les pucerons en été / céréales (1/1)

Classé par composition

www.cadcoasbl.be

Stade¹: échelle phéno. 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.

Zone tampon/Dérivé³ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

Line : l'étiquette du produit avant toute utilisation et en cas de doute consulter le site phytoweb, <http://www.phytoweb.fgov.be>

mise à jour 23/01/2017	* Sélectivité envers (entomofaune utile)	Nom commercial	Formulation	numéro d'autorisation	dose	nombre stade ¹ d'application	DAR ² (Jou ^r)	avoine	seigle	orge	triticale	zone tampon ³ / dérivé
1. Pyréthrinoides												
* Plus le chiffre est petit, meilleur est la sélectivité												
alpha-cyperméthrine 50 g/l	4	FASTAC	EC	8958P/B	0,200 l/ha	max. 2	-	-	-	-	-	20 m / 90 %
beta-cyfluthrine 25 g/l	4	BULLDOCK 25 EC		9835P/B	0,300 l/ha	-	56	max. 1	-	max. 1	-	5 à 6 m
cyperméthrine 100 g/l	3	CYTOX		8653P/B	0,200 l/ha							10 m
cyperméthrine 200 g/l	3	CYPERSTAR		9727P/B	0,100 l/ha							1 à 6 m
cyperméthrine 500 g/l	3	SHERPA 200 EC		8968P/B	0,100 l/ha							20 m
		CYPERB		10357P/B	0,04 l/ha							
		CYTHRIN MAX		10106P/B								
		DECIS EC 2,5	EC	7172P/B		max. 2	-	-	-	-	-	5 à 6 m
		DELTA PHAR		10354P/B								
		MEZENE (anc. SCATTO)		10367P/B								
deltaméthrine 25 g/l	5	PATRIOT		9207P/B	0,200 l/ha			max. 1				20 m
		POLECI		10304P/B								
		SPLENDID,		9627P/B								
		SPLENDOUR		10466P/B								
esfenvalérate 25 g/l	2	SUMI ALPHA		8241P/B	0,200 l/ha	max. 1	-	-	-	-	-	5 à 6 m
gamma-cyhalothrin 60 g/l	DM	NEXIDE		10110P/B	0,075 l/ha			max. 2			max. 2	20 m
		KARATE ZEON		9231P/B								
		KARIS 100 CS		10028P/B								
		KORADO 100 CS		10377P/B								
lambda-cyhalothrine 100 g/l	2	LIFE SCIENTIFIC LAMBDA-CYHALOTHRIN INC. PROFILAMBDA 100 CS	CS	9987P/B	0,050 l/ha	max. 2	-	max. 1			max. 1	5 à 6 m
		NINJA		9571P/B								
		SPARVIERO		10179P/B								
lambda-cyhalothrine 50 g/l	2	LAMBDA 50 EC	EC	9749P/B	0,100 l/ha					max. 1		
		RAVANE 50		9647P/B								
tau-fluvalinate 240 g/l	2 ou 3	MAVRIK 2F		7535P/B			> 59	-	-	max. 1	-	10 m
zetacyperméthrine 100 g/l	2	FURY 100 EW	EW	8476P/B	0,150 l/ha	max. 2	50-59	max. 1		max. 1		20 m
		MINUET (anc. SATEL)		9636P/B								
2. Carbamate												
pirimicarbe 50 %	2	PIRIMOR	WG	6640P/B, 1031P/P	0,250 kg/ha	-	-	-	-	max. 2		1 à 6 m
3. Pyridine carboximate												
flonicamide 50 %	1	TEPEKI		9526P/B		-	39-75	-	-	max. 2	-	1 à 6 m
flonicamide 50 %	1	FLONICABEL	WG	1109P/P								
4. Pyréthrinoides + Carbamate												
lambda-cyhalothrine 5 g/l	3	OKAPI	EC	7978P/B	0,750 l/ha	max. 1	> 58	-	-	max. 1	-	5 à 6 m
pirimicarbe 100 g/l												

Insecticides autorisés contre les pucerons vecteurs de jaunisse nanisante de l'orge/céréales (1/1)

Classé par composition

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (09) Emergence ; (30) Début de redressement

Zone tampon/Dérive³ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

* = uniquement autorisé pour usage en automne ; ** = uniquement autorisé en céréales d'hiver ;

Composition	mise à jour 23/01/2017	Nom commercial	Formulation	numéro d'autorisation	dose maximum	nombre d'application	stade ¹	si autorisé, le nombre d'application maximum est précisé					Zone tampon / dérive ³
								avoine	épeautre	froment	orge	seigle	
1. Pyréthrinoides													
alpha-cyperméthrine 50 g/l		FASTAC		8958P/B	0,2 l/ha	max. 2						20 m / 90 %	
beta-cyfluthrine 25 g/l		BULLDOCK 25 EC		9835P/B	0,300 l/ha	-					max. 1	5 à 6 m	
cyperméthrine 100 g/l		CYTOX		8653P/B	0,2 l/ha							10 m	
cyperméthrine 200 g/l		CYPERSTAR		9727P/B	0,1 l/ha							1 à 6 m	
		SHERPA 200 EC		8968P/B									
		CYPERB		10357P/B	0,04 l/ha							20 m	
		CYTHRIN MAX		10106P/B									
		DECIS EC 2,5	EC	7172P/B		max. 2							
		DELTAPHAR		10354P/B									
		MEZENE (anc. SCATTO)		10367P/B									
deltaméthrine 25 g/l		PATRIOT		9207P/B	0,2 l/ha							5 à 6 m	
		POLECI		10304P/B								20 m	
		SPLENDID,		9627P/B,									
		SPLENDOUR		10466P/B								5 à 6 m	
esfenvalérate 25 g/l		SUMI ALPHA		8241P/B	0,2 l/ha	max. 1							
gamma-cyhalothrin 60 g/l		NEXIDE		10110P/B	0,075 l/ha							20 m	
		KARATE ZEON		9231P/B									
		KARIS 100 CS		10028P/B									
		KORADO 100 CS		10377P/B									
lambda-cyhalothrine 100 g/l		PROFLAMBDA 100 CS	CS	9987P/B	0,05 l/ha	max. 2						5 à 6 m	
		(anc. LIFE SCIENTIFIC LAMBDA-CYHALOTHRIN											
		NINJA		9571P/B									
		SPARVIERO		10179P/B									
		LAMBDA 50 EC		9749P/B									
lambda-cyhalothrine 50 g/l		RAVANE 50	EC	9647P/B	0,1 l/ha							5 à 6 m	
tau-fluvalinate 240 g/l		MAVRIK 2F *		7535P/B	0,2 l/ha	-						10 m	
		FURY 100 EW		8476P/B									
zetacyperméthrine 100 g/l		MINUET (anc. SATEL)	EW	9636P/B	0,1 l/ha	max. 2						20 m	
2. Carbamate													
pirimicarbe 50 %		PIRIMOR	WG	6640P/B, 1031P/P	0,25 kg/ha	max. 2						1 à 6 m	
3. Pyréthrinoides + Carbamate													
lambda-cyhalothrine 5 g/l pirimicarbe 100 g/l		OKAPI **	EC	7978/B	0,75 l/ha	max. 1						5 à 6 m	

Molluscicides autorisés en céréales pour lutter contre les limaces

 Molluscicides - céréales (1/1) mise à jour 23/01/2017 Nom commercial	numero d'autorisation	Formulation	Composition	Stade d'application	Zone tampon (Région wallonne)	Dose (maximum)	Nombre d'application par an
ARIONEX GRANULAAT - GRANULE	4044P/B						
LIMAFIGHT (anc. Limort)	4305P/B						
LIMASLAK PRO Anciennement : LIMASLAK	6511P/B	RB	6 % métaaldehyde (*)	semis à fin tallage	1 à 6 m	5 à 7 kg/ha	-
LIMATEX	10248P/B						
LIMPERAX	10323P/B						
METAREX INOV	10204P/B	GB	4 % métaaldehyde (*)			5 kg/ha	1 à 3 avec un intervalle de 5 jours
NEU 1181M	9724P/B						
DERREX	9904P/B	RB	3 % phosphate de fer	-	1 à 6 m	7 kg/ha	max.4
SLUXX Anciennement : FERROX	9722P/B						

GB = appât granulé ; RB = appât prêt à l'emploi ;

(*) 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).

<u>EPEAUTRE</u>	
<p>(<i>Triticum spelta</i> L.)</p> <p>[recensement INS 2012] : 9.824 ha en Wallonie / 516 ha en Flandre / 10.340 ha en Belgique [recensement INS 2013] : 10.549 ha en Wallonie / 473 ha en Flandre / 11.049 ha en Belgique</p>	
<p>L'épeautre, appelé aussi « blé des Gaulois », est une céréale proche du blé mais à graine vêtue</p> <p>L'épeautre se cultive comme un froment d'hiver sensible à la verse</p>	
Période de semis :	Comme le froment d'hiver, jusqu'en décembre
Variétés commercialisées en Belgique :	COSMOS, EBNEERS ROTKORN, ZOLLERN SPELZ, ZURCHER OBERLANDER ROTKORN (toutes panifiables)
Densité de semis :	325 grains/m ² en sols froids ; 250-300 grains/m ² en sols limoneux. Le PMG (poids de mille grains) étant trop aléatoire, il n'est pas 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
 <p>* Un produit autorisé en froment ne l'est pas forcément en épeautre Plus d'informations au CADCO : 081/62.56.85 ou cadcoasbl@cadcoasbl.be</p>	
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 Principales maladies : oïdium, rouilles 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 les articles <i>ad hoc</i> des 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 2013] : 3.355 ha en Wallonie / 2.739 ha en Flandre / 6.111 ha en Belgique

Période de semis Octobre

Variétés commercialisées en Belgique **AGRANO, BENETTO, BORODINE, GRANDVAL, JOYCE, KAULOS, RAGTAC, REMIKO, SEQUENZ, TARZAN, TRIBECA, VUKA**
Triticale de printemps : 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**

Plus d'informations au CADCO : 081/62.56.85 ou cadcoasbl@cadcoasbl.be

Désherbage * : Idéalement, en **préémergence**

En postémergence, par temps humide, l'isoproturon à dose élevée peut provoquer de la phytotoxicité

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

Traitement fongicide complet à l'épiaison

Pour plus d'informations sur les produits,
veuillez consulter les rubriques *ad hoc* 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 les **articles ad hoc** dans les **pages blanches**

SEIGLE (<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 2013] : 270 ha en Wallonie / 257 ha en Flandre / 528 ha en Belgique	
Période de semis : Dans le courant d'octobre, de préférence durant la première quinzaine	
Variétés commercialisées en Belgique :	Seigle d'hiver : CANTOR, DUKATO, MARDER, MATADOR, MARCELO, PICASSO, RECRUT / Seigle de printemps : 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 3ème fraction d'azote par rapport au froment
	
	* Un produit autorisé en froment ne l'est pas forcément en seigle
	Plus d'informations au CADCO : 081/62.56.85 ou cadcoasbl@cadcoasbl.be
Désherbage * :	Idéalement, en préémergence En postémergence : Par temps humide, l'isoproturon à dose élevée peut provoquer une certaine phytotoxicité
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 les articles ad hoc 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 2013] : 3.207 ha en Wallonie / 570 ha en Flandre / 3.781 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 :	<u>Avoine blanche</u> : ALBATROS, EVITA, SYMPHONY <u>Avoine jaune</u> : EFFEKTIV, ENEKO, MAX, POSEIDON <u>Avoine noire</u> : AUTEUIL, JAC DE BELLOUET, 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 Plus d'informations au CADCO : 081/62.56.85 ou cadcoasbl@cadcoasbl.be 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 (en saison : avertissement CADCO)
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 les articles <i>ad hoc</i> dans les pages blanches	

<u>FROMENT DE PRINTEMPS ou ALTERNATIF</u> (<i>Triticum aestivum</i> L.)	
[recensement INS 2012] : 861 ha en Wallonie / 312 ha en Flandre / 1.173 ha en Belgique [recensement INS 2013] : 1.961 ha en Wallonie / 4.024 ha en Flandre / 5.985 ha en Belgique	
Période de semis :	Février à début avril
Variétés de printemps commercialisées en Belgique :	EPOS, GRANNY, KWS CHAMSIN, LAVETT (semence bio), MISTRAL, OLIVART, QUINTUS, SENSAS, TRISO, TYBALT
Variétés alternatives commercialisées en Belgique :	CELLULE, CEZANNE, POPSTART, VISAGE
Densité de semis :	300 à 350 grains/m ²
Fumure azotée :	Comme les froments d'hiver Apport en deux fractions en diminuant la seconde de 20 unités
	
	<p>* Un produit autorisé en froment d'hiver ne l'est pas forcément en froment de printemps Plus d'informations au CADCO : 081/62.56.85 ou cadcoasbl@cadcoasbl.be</p>
Désherbage * :	Choisir le produit en fonction des adventices présentes (en général, peu de graminées)
Insecticide * :	Rare. Si utile contre pucerons vecteurs de jaunisse nanisante (en saison : avertissement CADCO)
Régulateur * :	En général une seule intervention
Fongicide * :	En cas de maladies, un traitement fongicide à la dernière feuille
Pour plus d'informations sur les produits, veuillez consulter les rubriques <i>ad hoc</i> des pages jaunes	
Récolte :	Fin 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 les articles <i>ad hoc</i> dans les pages blanches	

ORGE DE PRINTEMPS (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	
[recensement INS 2012] : 1.860 ha en Wallonie / 672 ha en Flandre / 2.532 ha en Belgique [recensement INS 2013] : 287 ha en Wallonie / 78 ha en Flandre / 365 ha en Belgique	
Période de semis :	Mi-février à début avril, mi-mars étant l'optimum
Variétés commercialisées en Belgique :	Voir article Orge de brasserie (pages blanches ci-avant)
Préparation du sol :	Labour et semis direct le même jour
Densité de semis :	De 200 à 225 grains/m ² en période normale.
Fumure azotée :	60 unités au tallage Correction éventuelle début montaison 0 à 50 unités d'azote
	
	<p>* Un produit autorisé en orge d'hiver ne l'est pas forcément en orge de printemps Plus d'informations au CADCO : 081/62.56.85 ou cadcoasbl@cadcoasbl.be</p>
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 <i>ad hoc</i> 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 l'article orges de brassicoles 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 limoneuse			
				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. Décelabe 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

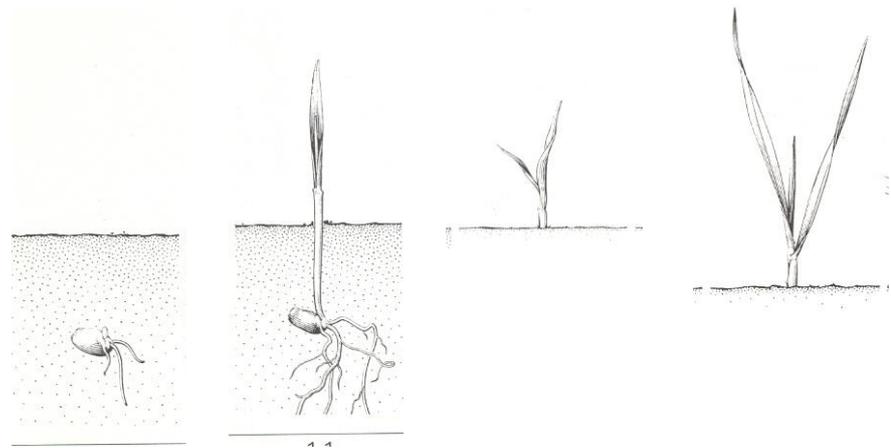
- 71 stade aqueux: les premières graines ont atteint la moitié de leur taille finale
- 73 début du stade laiteux
- 75 stade milaiteux: contenu de la graine laiteux, les graines ont atteint leur taille finale mais sont toujours vertes
- 77 fin du stade laiteux

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

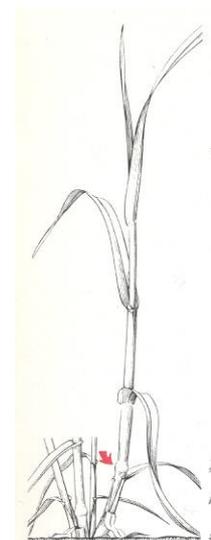
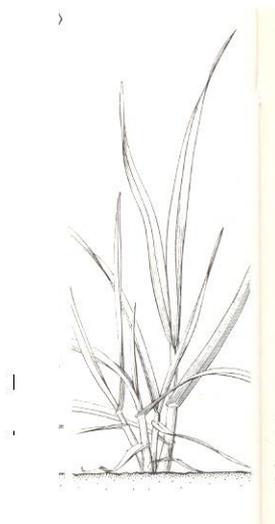
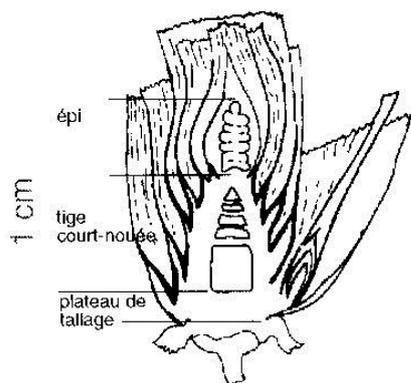
- 92 sur-maturité: le caryopse est très dur, ne peut pas être marqué à l'ongle
- 93 des graines se détachent
- 97 la plante meurt et s'affaisse
- 99 produit après récolte



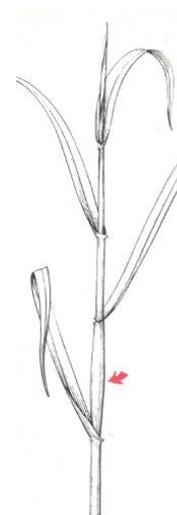
	Levée	Une feuille	Deux feuilles	Trois feuilles
BBCH	09	11	12	13
Zadoks	10	11	12	13
Keller et Baggioloni	A	B	C	D
Feekes et Large	1	1	1	1



	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



	Redressement	Premier nœud
BBCH	30	31
Zadoks	30	31
Keller et Baggioloni	H	I
Feekes et Large	5	6



	Deuxième nœud	Apparition de la dernière feuille
BBCH	32	37
Zadoks	32	37
Keller et Baggioloni	J	K
Feekes et Large	7	8



	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

	Es courgeon	Froment d'hiver - Epeautre - Triticale
Septembre	A partir du 20: semis Apport d'azote (25 u.N.) (*) Désherbage en prélevée (*)	
Octobre	Fin des semis Désherbage en post précoce Début tallage: fin octobre. Désherbage post-automnal (*) Traitement aphicide (*)	A partir du 10: semis Désherbage en prélevée (*)
Novembre	Traitement aphicide(*)	Fin des désherbages en prélevée. Traitement aphicide (*)
Décembre		
Janvier	<u>Tallage</u>	Fin des semis
Février	Herbicides antigaminées (*)	Herbicides antigaminées (*)
Mars	<u>Plein tallage</u> : 5-10 mars 1 ^{ère} fraction de N	<u>Plein tallage</u> : 10-15 mars Herbicides antigaminées (*) 1 ^{ère} fraction de N
Avril	Redressement: 5-10 avril 2 ^{ème} fraction de N Surveillance des maladies	<u>Redressement</u> : 10-20 avril 2 ^{ème} fraction de N Traitement au Cycocel Fin des herbicides antigaminées
Mai	Surveillance des maladies <u>1^{er} nœud</u> : Protection fongicide (*) <u>2^{ème} nœud</u> : 1-5 mai 3 ^{ème} fraction si N liquide (*) Fin des herbicides antidiotyées Dernière feuille: 5-10 mai 3 ^{ème} fraction solide Régulateurs antiverses Protection fongicide <u>Epiaison</u> : 20 mai	Surveillance des maladies <u>1^{er} nœud</u> : 24 avril - 5 mai Fongicides contre les maladies du pied (*) <u>2^{ème} nœud</u> : 10-15 mai Fin des herbicides antidiotyées Dernière feuille: 20-25 mai 3 ^{ème} fraction de N Régulateurs antiverses (*) Protection fongicide (*)
Juin		<u>Epiaison</u> : 1-10 juin Protection fongicide <u>Postfloraison</u> : Traitement insecticide(*)
Juillet	Récolte	
Août		Récolte

(*) Travail éventuel

TRAVAUX CULTURAUX

Froment de printemps	Avoine de printemps	Orge de printemps
		Semis: de fin janvier à début avril
A partir de février: semis Désherbage de prélevée	Fin février: semis Désherbage de prélevée	
<u>Tallage:</u> Apport du 1 ^{er} tiers de N	<u>Tallage:</u> Apport de 40 u.N.	<u>Tallage:</u> Apport de 50 à 70 N Herbicides antiodicotylées (*) Herbicides antigraminées (*) Traitement aphicide (*)
<u>Redressement:</u> Apport de 2/3 de la dose totale de N Traitement Cycocel	<u>Redressement:</u> Apport de 50 u.N. Traitement aphicide (*)	
<u>1^{er} nœud:</u> 10-15 mai Fin des antiodicotylées Protection fongicide <u>2^{ème} nœud:</u> 20-25 mai	<u>1^{er} nœud:</u> 10-15 mai Fin des antiodicotylées Protection fongicide <u>2^{ème} nœud:</u> 20-25 mai	<u>Redressement</u> 2 ^{ème} apport de N (*) <u>1^{er} nœud:</u> 10-15 mai Fin des aphicides Traitement fongicide (*) Fin des herbicides <u>2^{ème} nœud:</u> 20-25 mai
<u>Dernière feuille</u>	<u>Dernière feuille</u> Traitement Cycocel	<u>Dernière feuille</u> Traitement régulateur Traitement fongicide
<u>Epiaison</u> (fin juin) Protection fongicide	<u>Epiaison</u>	
Récolte (fin août)	Récolte	Récolte