

Editorial

Ce 43^{ème} Livre Blanc s'ouvre dans le contexte d'une crise vertigineuse : crise financière aux multiples conséquences, mais aussi crise des valeurs d'une société qui recherche le gain immédiat et facile.

Dans cette situation, comment ne pas souligner le mérite de ceux qui investissent dans la production agricole ? Dans ce domaine, le succès est loin d'être immédiat et facile, et quand la moisson est belle, elle ne doit rien au hasard : le blé a été bien choisi, bien semé, bien conduit.

S'informer, réfléchir, essayer, investir, mesurer, corriger : la démarche est continue, le risque permanent.

L'agriculture n'est pas ménagée. Elle subit de plein fouet l'augmentation des prix des intrants en même temps que la volatilité des prix de ses produits. Les agriculteurs doivent viser toujours plus juste pour parvenir à rentabiliser leurs activités. Les pages qui suivent, modestement, cherchent à les y aider en apportant informations et connaissances nouvelles.

Bernard Bodson et Michel De Proft
Editeurs responsables

Sommaire

- 1. Aperçu climatologique pour les années culturales 2008-2009**
- 2. Implantation des cultures**
- 3. Lutte contre les mauvaises herbes**
- 4. La fumure azotée**
- 5. Les régulateurs de croissance**
- 6. Lutte contre les maladies**
- 7. Protection contre les ravageurs**
- 8. Orges brassicoles**
- 9. Les grandes cultures et le CO₂**
- 10. Economie, législation**

Services ayant collaborés à cette publication :

FACULTE UNIVERSITAIRE DES SCIENCES AGRONOMIQUES DE GEMBOUX

UNITE DE PHYTOTECHNIE DES REGIONS TEMPEREES

Passage des Déportés 2 - 5030 Gembloux
tél: 081/62 21 41 – fax: 081/62 24 07 – E-mail: bodson.b@fsagx.ac.be
B. Bodson, B. Monfort, F. Vancutsem, B. Seutin

UNITE DE ZOOTECHNIE

Passage des Déportés 2 - 5030 Gembloux
tél: 081/62 21 16 – fax: 081/62 21 15 – E-mail: zootechnie@fsagx.ac.be
A. Théwis, Y. Beckers, F. Piron

UNITE DE TECHNOLOGIE AGRO-ALIMENTAIRE

Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux, tél: 081/62 23 03 – E-mail: technoalim@fsagx.ac.be
C. Deroanne, M. Sindic, C. Massaux

UNITE DE STATISTIQUE ET INFORMATIQUE

Avenue de la Faculté, 8 - 5030 Gembloux, tél: 081/62 25 12 – E-mail: statinfo@fsagx.ac.be
J-J. Clautriaux

UNITE D'ECONOMIE ET DEVELOPPEMENT RURAL

Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux, tél: 081/62 23 61 – E-mail: ecogen@fsagx.ac.be
Ph. Lebailly, Ph. Burny

UNITE DE PHYSIQUE DES BIO-SYSTEMES

Avenue de la Faculté, 8 - 5030 Gembloux, tél: 081/62 24 91 – E-mail: aubinet.m@fsagx.ac.be
M. Aubinet, D. Dufranne, C. Moureaux

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

DIRECTION

Rue de Liroux, 9 - 5030 Gembloux, tél: 081/62 65 55 – fax: 081/62 65 59
E-mail: meeus@cra.wallonie.be
P. Meeùs, Directeur général a.i. – Ph. Burny, Attaché scientifique

SECTION BIOMETRIE, GESTION DES DONNEES ET AGROMETEOROLOGIE

Rue de Liroux, 9 - 5030 Gembloux, tél: 081/62 65 74 – fax: 081/62 65 59
E-mail: planchon@cra.wallonie.be
R. Oger, Inspecteur général scientifique, V. Planchon

DEPARTEMENT 2 : « PRODUCTION VEGETALE »

Section Sol et Fertilisation
Section Phytotechnie
Section Obtentions végétales et variétés recommandées en grande culture
Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux
tél: 081/62 50 00 – fax: 081/61 41 52
E-mail: prodveg@cra.wallonie.be
J-P. Destain (Inspecteurs généraux scientifiques), L. Couvreur, J-L. Herman, J-P. Goffart, V. Reuter,
C. Roisin, S. Dantas Pereira

DEPARTEMENT 3 : « LUTTE BIOLOGIQUE ET RESSOURCES PHYTOGENETIQUES »

Section Lutte biologique et intégrée en phytopathologie et en zoologie appliquée
Section Ressources phytogénétiques et amélioration des plantes
Rue de Liroux, 4 – 5030 Gembloux
tél: 081/62 03 33 – fax: 081/62 03 49 – E-mail: cavelier@cra.wallonie.be
M. Cavelier (Inspecteur général scientifique), S. Steyer, A. Chandelier, E. Escarnot

DEPARTEMENT 4 : « PHYTOPHARMACIE »

Section Chimie et physico-chimie des produits phytopharmaceutiques

Section Activité biologique des produits phytopharmaceutiques

Rue du Bordia, 11 – 5030 Gembloux

tél: 081/62 52 62 – fax: 081/62 52 72 – E-mail: phytopharmacie@cra.wallonie.be

M. De Proft (Inspecteur général scientifique), F. Cors, B. Weickmans, J-M. Moreau, F. Anseau,

F. Henriët, O. Pigeon, G. Jacquemin

DEPARTEMENT 5 : « GENIE RURAL »

Section Mécanisation agricole

Section Utilisation énergétique et industrielle de la biomasse

Chaussée de Namur, 146 – 5030 Gembloux

tél.: 081/61 25 01 – fax: 081/61 58 47 – E-mail: genie_rural@cra.wallonie.be

Y. Schenkel (Chef de Département) O. Miserque, O. Mostade, B. Huyghebaert, F. Rabier

DEPARTEMENT 7 : « QUALITE DES PRODUCTIONS AGRICOLES »

Section Qualité et valeur technologique des produits végétaux

Section Qualité et valeur technologique des produits animaux

Section Application de la spectrométrie à la gestion qualitative des productions agricoles

Chaussée de Namur, 24 – 5030 Gembloux

tél: 081/62 03 50 – fax: 081/62 03 88 – E-mail: dptqual@cra.wallonie.be

P. Dardenne (Chef de Département), G. Sinnaeve

CFGC-W ASBL (CONSEIL DE FILIERE WALLONNE GRANDES CULTURES)

Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux

tél: 081/62 50 28 – fax: 081/61 41 52 - E-mail: cfgc@cra.wallonie.be

S. Dantas Pereira

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

PRODUCTION INTEGREE DE CEREALES EN REGION WALLONNE (Région Wallonne, Direction Générale de l'Agriculture)

Unité de Phytotechnie des régions tempérées

Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux

tél: 081/62 21 41 – 081/62 21 39 – fax: 081/62 24 07 – E-mail: seutin.b@fsagx.ac.be

B. Bodson, B. Seutin, F. Vancutsem

GROUPE POUR LA VALORISATION DES RECHERCHES DANS LE SECTEUR DES PRODUCTIONS AGRICOLES (APE 2242, C. Deroanne, A. Falisse, A. Théwis) (Min. Emploi et Travail, FOREM)

Unité de Phytotechnie des régions tempérées

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

mail: monfort.b@fsagx.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: asblcadco@scarlet.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@fsagx.ac.be

C. Cartrysse

MINISTERE DE LA REGION WALLONNE – DIRECTION GENERALE DE L'AGRICULTURE
--

De nombreuses expérimentations sont mises en place grâce au soutien financier de la Direction Générale Opérationnelle Agriculture, ressources naturelles et environnement du Ministère de la Région Wallonne – Division de la Recherche, du Développement et de la Qualité – Direction du Développement et de la Vulgarisation – Direction de la Recherche

Commander le Livre Blanc

12,50 € (10 € + 2,50 € pour frais d'envoi)
sur le compte 350-0132947-79
F.U.S.A.Gx – Passage des Déportés, 2 à 5030 Gembloux
En communication « Pour compte CPO-31603 – Livre Blanc Céréales »

Le Livre Blanc sur internet

<http://www.cereales.be>
<http://www.cra.wallonie.be>
<http://www.fsagx.ac.be/pt>

Prévision du conseil de fumure

Le logiciel de détermination des fumures peut être obtenu gratuitement par E-mail sur demande : monfort.b@fsagx.ac.be

« CADCO – Actualités Céréales »

Avertissements et informations sur les céréales en cours de saison

Quatre sources d'informations :

1. soit par les communiqués « CADCO – Actualités Céréales » qui paraissent dans la presse agricole
2. soit par envoi des communiqués par fax ou E-mail après inscription auprès de X. Bertel (081/62 56 85)
3. soit sur internet à l'adresse : <http://www.cadcoasbl.be>

1. Aperçu climatologique pour les années culturelles 2008-2009

(récolte 2008) et 2008-2009 (en cours)

V. Planchon et R. Oger¹

1	Bilan de la saison	2
1.1	Les températures.....	2
1.2	L'insolation.....	6
1.3	Les précipitations.....	7

¹ CRA-W. – Biométrie, Gestion des données et Agrométéorologie

1 Bilan de la saison

Dans l'ensemble, des températures supérieures à la normale² ont été observées durant la saison 2007-2008 et 2008-2009 excepté pour les mois d'automne et de janvier 2009 qui ont été proches de la normale ou légèrement plus froids que la normale. L'hiver 2007-2008 a été marqué par des températures supérieures à la normale lors de la deuxième décennie de janvier et en début et fin du mois de février. De même, le printemps 2008 a présenté une température moyenne supérieure aux normales saisonnières en raison du mois de mai considéré comme exceptionnellement chaud.

L'insolation a été marquée par des mois de décembre 2007 et de février 2008 assez ensoleillés, ce qui est qualifié d'assez rare à Gembloux. A l'inverse, l'été 2008 a présenté un déficit d'insolation, soit 12 % de durée d'ensoleillement de moins par rapport à la normale. A nouveau, à la fin du mois de novembre un déficit d'insolation a été observé à Gembloux.

En terme de précipitations, les précipitations de l'hiver 2007-2008 se caractérisent par des quantités d'eau récoltées déficitaires par rapport à la normale à partir de la deuxième décennie de décembre et en janvier. Au printemps, le mois de mars a été très exceptionnel en terme de précipitations. A Gembloux, 138 mm d'eau ont été récoltés alors que d'habitude, 66 mm sont observés. Ainsi le printemps 2007 a été marqué globalement par un excès de précipitations de 77 mm. En tout et pour tout, l'été 2008 affiche un bilan positif en terme de précipitations avec des pluies relativement régulières mais supérieures à la normale au cours de la saison. Alors que globalement l'automne 2008 a été caractérisé par des précipitations moyennes relativement proches de la normale, les précipitations recueillies au mois de septembre ont été inférieures à la normale.

1.1 Les températures

Le mois de septembre 2007, a été caractérisé par une température moyenne légèrement plus faible que la normale, avec 13,2 °C au lieu de 13,9 °C (Tableau 1.1, Figures 1.1 et 1.2). Le mois d'octobre a présenté également la même tendance avec 9,6 °C au lieu de 10,2 °C. Un jour de gel³ a été observé en fin de mois. Les températures moyennes du mois de novembre sont quant à elles très proches des températures normalement observées ; 6 jours de gel ont été relevés avec un période de 4 jours consécutifs de gel lors de la deuxième décennie.

² Il convient de préciser qu'en terme de valeurs dites « normales », l'échelle de référence utilisée a été basée sur la période 1950-1989 ; 1989 étant pressentie comme l'année précédant la période de manifestation perceptible du changement climatique dans nos régions.

³ Jour de gel : jour où la température minimale est inférieure à 0 °C.

D'un point de vue général, la moyenne des températures automnales a présenté un caractère normal, alors que lors de saison 2006, la température avait atteint exceptionnellement les 13,4 °C.

Le début de l'hiver 2007-2008 a été caractérisé par une température moyenne très proche de la normale (3,3 °C au lieu de 3,0 °C). Douze jours de gel ont été observés principalement lors de la deuxième décennie et un jour d'hiver⁴ a été observé le 20. Au début de mois de janvier, trois jours de gel ont été observés. Par la suite, le mois de janvier a été caractérisé par un excès anormal de la température moyenne (5,8 °C au lieu de 1,7 °C). Lors de la deuxième décennie, la température maximale enregistrée sous abri a atteint les 12,6 °C et explique en grande partie cet excès de température. Février a également été un mois avec des températures élevées par rapport aux normales saisonnières avec un écart de 3,2 °C par rapport à la moyenne et ce, malgré 10 jours de gel durant la deuxième décennie. Les températures plus élevées ont été observées en début et en fin de mois, avec une température maximale sous abri de 14,4 °C.

L'hiver, dans l'ensemble, a été nettement plus chaud que la normale (4,8 °C au lieu de 2,2 °C). C'est lors de la deuxième décennie de janvier et en début et fin du mois de février que les températures moyennes ont été les plus élevées. Au total, seulement 32 jours de gel léger ont été enregistrés à Gembloux durant l'hiver 2007-2008.

Le printemps 2008 a débuté par des températures moyennes normales pour le mois de mars. La température moyenne de ce mois présente un excès de 0,8 °C par rapport à la normale. Six jours de gel ont été observés. La même tendance est observée pour le mois d'avril ; 4 jours de gel ont encore été observés. Par contre, le mois de mai a connu un excès très exceptionnel⁵ des températures moyennes (15,1 °C) avec un écart de 3,2 °C par rapport aux températures normales. La fin de la première décennie et le début de la deuxième décennie ont connu des températures moyennes exceptionnellement élevées avec une température maximale sous abri de 25,9 °C. Du 4 au 15, les températures maximales ne sont pas descendues en dessous de 20,0 °C. Quatre jours d'été⁶ ont même été observés.

Suite à un mois de mars et d'avril présentant des températures normales par rapport à la moyenne, le printemps 2008 a néanmoins été caractérisé par une température moyenne supérieure aux normales saisonnières (9,8 °C au lieu de 8,2 °C) en raison du mois de mai considéré comme exceptionnellement chaud.

Les mois de juin, juillet et août ont présenté des températures moyennes normales avec 0,3-0,5 °C en plus que la normale. Les nombres de jours d'été ont été de trois jours en juin, 9 jours en juillet et 1 jour en août.

L'été 2008 est caractérisé par des températures normales tout au long de la saison.

L'ensemble du mois de septembre a été caractérisé par des températures normales avec une température moyenne mensuelle de 13,1 °C au lieu de 13,9 °C. Un bilan équivalent peut être

⁴ Jour d'hiver : jour où la température maximale est inférieure à 0 °C.

⁵ Selon l'IRM, phénomène égalé ou dépassé en moyenne une fois tous les 100 ans.

⁶ Jour d'été : jour où la température maximale égale ou dépasse 25 °C.

1. Aperçu climatologique

dressé en terme de températures pour le mois d'octobre pour lequel la température moyenne mensuelle a été de 10.1 °C au lieu de 10,2 °C pour la normale. Enfin, au mois de novembre, des températures quelque peu supérieures à la normale ont été observées en moyenne, avec 6,3 °C au lieu de 5,5 °C. Sept jours de gel ont été observés à la fin du mois de novembre.

Du point de vue des températures, l'automne 2008 a présenté un caractère normal.

Avec une dernière décade relativement froide, les températures de décembre ont été quelque peu inférieures à la normale avec 2,1 °C au lieu de 3,0 °C. Seize jours de gel et deux jours d'hiver ont été observés avec une température minimale de -6,6 °C. Alors que le mois de janvier 2008 avait été exceptionnellement chaud, le mois de janvier 2009 a été relativement froid, avec une température moyenne de -0,5 °C alors que la température normale est de 1,7 °C. C'est au cours de la première décade qu'il a fait plus froid avec une température moyenne de -6,3°C. Au cours du mois, 18 jours de gel et 10 jours d'hiver ont été répertoriés. Le minimum absolu sous abri a été observé le 7 janvier avec une valeur de -21.7°C, ce qui constitue un record pour la station d'Ernage-Gembloux.

Tableau 1.1 – Observations au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (CRA-W).

Mois	Températures moyennes (°C)				Insolation (heures, minutes)				Précipitations (mm)			
	2006-2007	2007-2008	2008-2009	Normale*	2006-2007	2007-2008	2008-2009	Normale*	2006-2007	2007-2008	2008-2009	Normale*
Septembre	17.7	13.2	13.1	13.9	180.06	115.36	161.11	141.30	9.2	76.9	44.9	62.8
Octobre	13.9	9.6	10.1	10.2	119.54	124.18	121.40	110.42	53.3	64.7	72.0	65.7
Novembre	8.6	5.8	6.3	5.5	84.43	63.40	28.13	54.06	63.1	49.1	91.9	75.0
Décembre	5.3	3.3	2.1	3.0	43.39	72.39	67.56	35.48	70.5	65.1	74.6	72.1
Janvier	6.3	5.8	-0.5	1.7	38.21	49.22	74.39	46.24	70.3	43.9	85.7	65.5
Février	6.2	5.2		2.0	50.37	129.20		70.24	60.8	41.6		56.7
Mars	6.7	5.8		5.0	155.08	86.54		109.06	62.2	138.2		65.6
Avril	12.3	8.5		7.8	298.53	158.51		153.36	0.5	47.7		53.5
Mai	13.8	15.1		11.9	167.57	252.03		201.18	102.5	79.5		69.0
Juin	16.8	15.4		14.9	154.54	203.40		201.54	112.7	105.3		73.0
Juillet	16.6	16.9		16.6	184.36	193.01		203.06	119.5	91.2		71.7
Août	16.3	16.8		16.4	170.13	125.25		188.12	97.8	91.8		75.2
Automne	13.4	9.5	9.8	9.9	384.43	303.34	311.04	306.18	125.6	190.7	208.8	203.5
Hiver	5.9	4.8		2.2	132.37	251.21		152.36	201.6	150.6		194.3
Printemps	10.9	9.8		8.2	621.58	497.48		464.00	165.2	265.4		188.1
Été	16.6	16.4		16.0	509.43	522.06		593.12	330.0	288.3		219.9
Année	11.7	10.1	9.8	9.1	1649.01	1574.49	379.00	1516.06	822.4	895.0	208.8	805.8

* Valeurs calculées pour la période 1950-1989

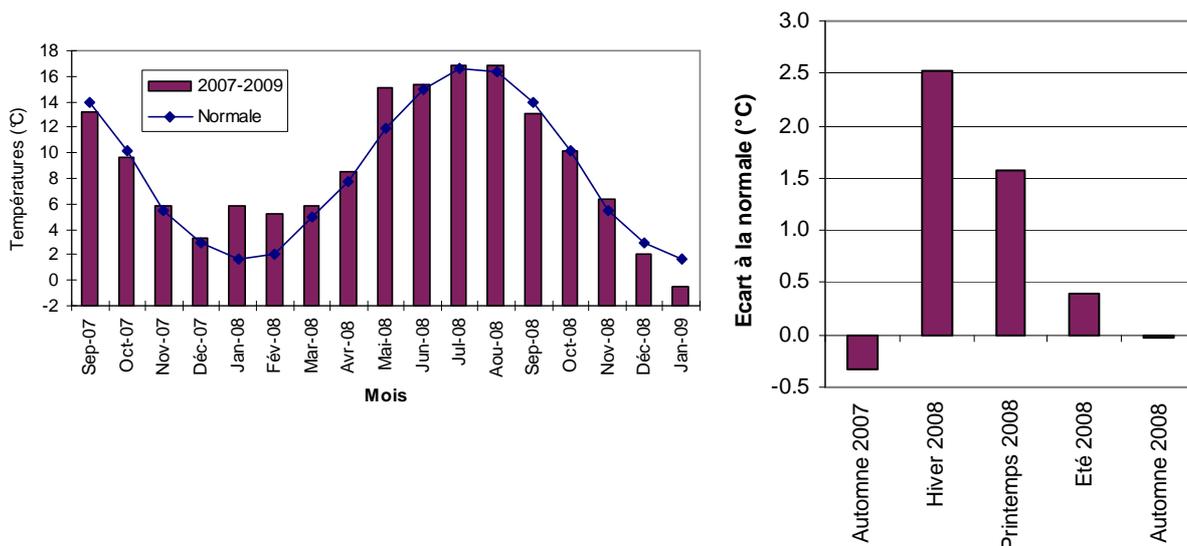


Figure 1.1 – (a) Températures moyennes mensuelles sous abri au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W) de septembre 2007 à janvier 2009, (b) Ecart par rapport à la normale des températures moyennes mensuelles sous abri au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W) de l’automne 2007 à l’automne 2008.

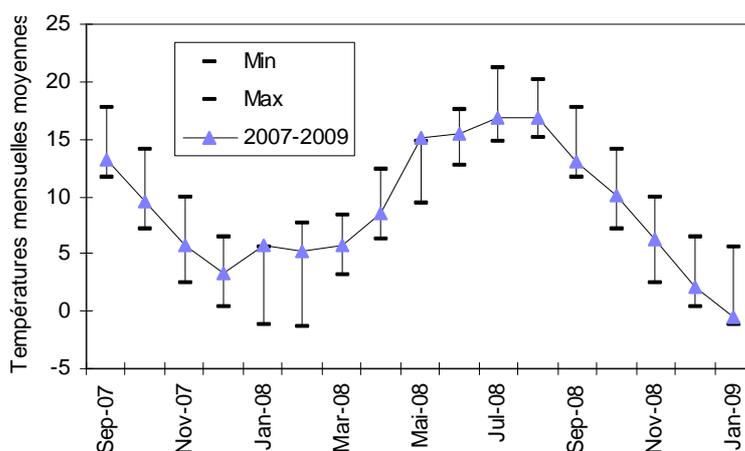


Figure 1.2 – Evolution des températures moyennes mensuelles de septembre 2007 à janvier 2009 par rapport aux valeurs extrêmes observées au cours des dix dernières années (1998 – 2008), au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W).

1.2 L'insolation

L'automne 2007 a été ensoleillé de manière normale, excepté pour le mois de septembre qui a connu 26 heures d'ensoleillement de moins que la moyenne (Tableau 1.1, Figure 1.3) ; c'est particulièrement au cours de la première décade que l'insolation a présenté un déficit.

Les mois de décembre 2007 et février 2008 ont été caractérisés par une insolation élevée avec respectivement 37 heures et 59 heures d'insolation de plus que la moyenne. Le mois de janvier 2008 présente quant à lui un ensoleillement proche de la valeur moyenne.

D'un point de vue général, pour cet hiver 2007-2008, la durée d'ensoleillement présente un bilan positif d'une centaine heures.

Le mois de mars a connu une insolation de 86 heures, ce qui correspond à 23 heures de moins que la normale. Pour le mois d'avril, le nombre d'heures de soleil est relativement proche de la normale. Par contre, pour le mois de mai, un gain de plus de 50 heures a été observé par rapport à la normale.

Malgré un déficit en mars, le printemps 2008 a ainsi gagné 33 heures d'ensoleillement par rapport à la normale.

Alors que les mois de juin et de juillet n'ont pas présenté de variation par rapport à la normale, le mois d'août a subi un déficit important d'insolation, soit respectivement de 47 heures par rapport à la normale. C'est lors de la 3^{ème} décade que ce déficit a été particulièrement marqué.

L'été 2008 fut ainsi caractérisé en matière d'insolation par un déficit de 71 heures de soleil, ce qui représente 12 % de durée d'ensoleillement de moins par rapport à la normale (593 heures).

Le mois de septembre 2008 présente un gain d'une vingtaine d'heures d'ensoleillement tandis que pour le mois d'octobre, 11 heures de soleil supplémentaires sont observées par rapport à la normale. Par contre, le mois de novembre 2008 présente un déficit d'insolation de 26 heures. C'est durant les deuxième et troisième décades que ce phénomène a été observé et est caractérisé comme rare.

Ainsi, globalement, l'automne 2008 a connu une insolation légèrement supérieure à la moyenne (5 heures d'écart par rapport à la normale) malgré un déficit en novembre.

Le mois de décembre 2008 a présenté un excès d'insolation de 31 heures, avec une insolation particulièrement élevée lors de la troisième. Le mois de janvier 2009 avec 74 heures d'insolation au lieu de 46 heures peut également être considéré comme excédentaire.

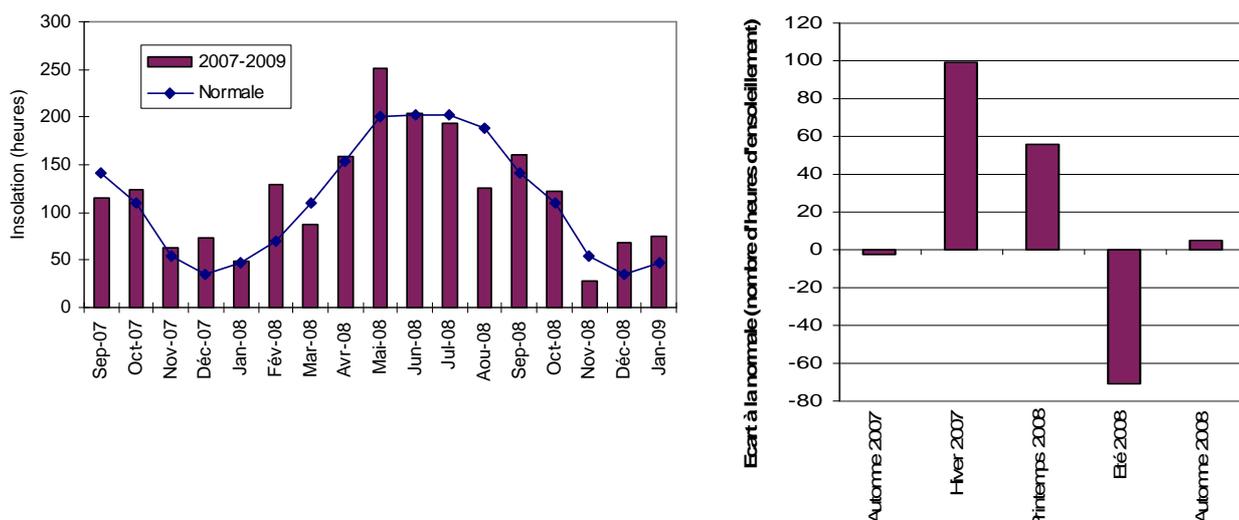


Figure 1.3 – (a) Insolation mensuelle de septembre 2007 à janvier 2009 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (CRA-W), (b) Ecart relatif par rapport à la normale du nombre d'heures d'ensoleillement de l'automne 2007 à l'automne 2008.

1.3 Les précipitations

Pour les trois mois d'automne 2007, un total de précipitations de 190.7 mm a été relevé au lieu de 203.5 mm (Tableau 1, Figure 4). La figure 5 montre qu'il n'y a pas eu de déficit hydrique d'un sol gazonné⁷ durant toute la saison.

D'une manière générale, l'automne 2007 a présenté un profil normal en terme de précipitations. Aucun déficit particulier en eau du sol n'a été à déplorer à Gembloux au cours de l'automne 2007 grâce aux importantes pluies de la fin de l'été.

Les précipitations de l'hiver 2008 se caractérisent par des quantités d'eau récoltées déficitaires par rapport à la normale. La première décennie du mois de décembre se présente de manière normale ; c'est à partir de la deuxième décennie qu'un déficit s'est fait ressentir. En janvier, le déficit a été plus élevé avec 22 mm de moins que la normale. Au cours de la deuxième décennie de février aucune précipitation n'a été observée. Malgré cela, le déficit hydrique du sol est quasiment nul.

L'hiver 2007-2008 a présenté un profil déficitaire en terme de précipitations, avec 150 mm au lieu des 194 mm observés normalement.

Alors que les mois d'avril et de mai ont un caractère proche de la normale, le mois de mars a été très exceptionnel en terme de précipitations. A Gembloux, 138 mm d'eau ont été récoltés alors que d'habitude, 66 mm sont observés. De même à Uccle, les précipitations ont été

⁷ Le déficit hydrique d'un sol gazonné désigne la différence entre la quantité maximale d'eau que peut contenir ce sol (capacité au champ) sur un profil d'une hauteur de 2 mètres et la quantité réelle à un instant donné dans un même volume. Le déficit hydrique d'un sol peut servir à apprécier l'intensité du stress hydrique auquel les végétaux sont soumis pendant la période de végétation.

1. Aperçu climatologique

caractérisées comme étant très « très exceptionnelles » avec également un déficit en terme d'insolation.

Les mesures réalisées à Gembloux révèlent le caractère très pluvieux du mois de mars 2008. Ainsi, le printemps 2007 a été marqué globalement par un excès de précipitations de 77 mm. Aucun déficit hydrique n'a été observé.

Comme la saison précédente, les mois de juin à août peuvent être qualifiés de pluvieux avec un excès global de 68 mm de pluie. Le mois de juin a été particulièrement arrosé avec 105 mm de précipitations alors que la normale est de 73 mm. Il faut noter que les nombreux épisodes pluvieux d'août ont rendu, comme en 2007, les conditions de récolte particulièrement difficiles.

En tout et pour tout, l'été 2008 affiche un bilan positif avec des précipitations relativement régulières mais supérieures à la normale au cours de la saison.

Les précipitations recueillies au mois de septembre furent inférieures à la normale avec 44.9 mm au lieu de 62,8 mm. Un déficit hydrique du sol a été observé à cette période. A l'inverse, les valeurs observées pour les mois d'octobre et de novembre ont été supérieures à la moyenne avec respectivement 72.0 et 91.9 par rapport aux valeurs normales de 65.7 et 75,0 mm. Depuis le mois d'octobre, aucun déficit hydrique du sol n'a été observé.

L'automne 2008 a été caractérisé par des précipitations moyennes relativement proches de la normale avec 209 mm de pluie au lieu de 203 mm. Un déficit en eau du sol a cependant été observé à Gembloux en début d'automne.

Les précipitations du premier mois de l'hiver 2008-2009 ont été proches des valeurs normales tandis qu'un léger excès (+/- 20 mm) était constaté en janvier.

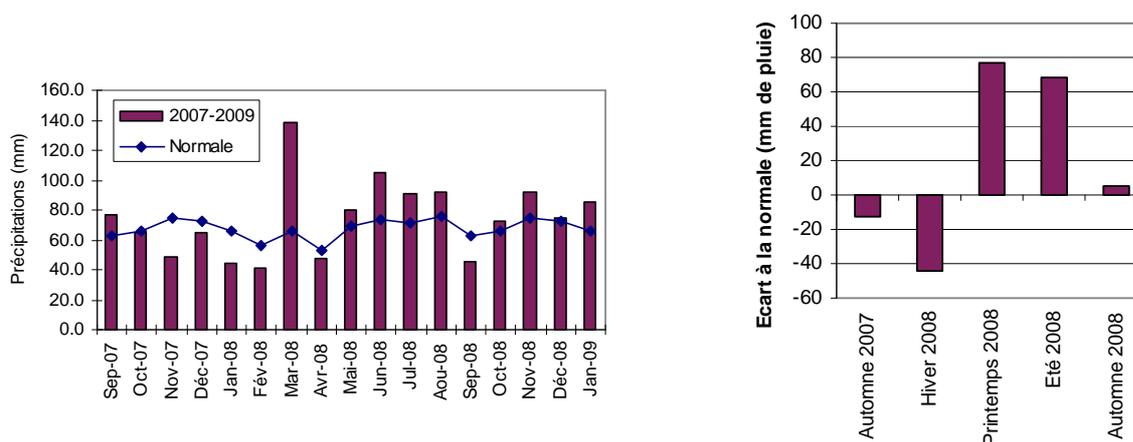


Figure 1.4 – (a) Précipitations mensuelles de septembre 2007 à janvier 2009 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (CRA-W), (b) Ecart par rapport à la normale des précipitations (mm) de l'automne 2007 à l'automne 2009.

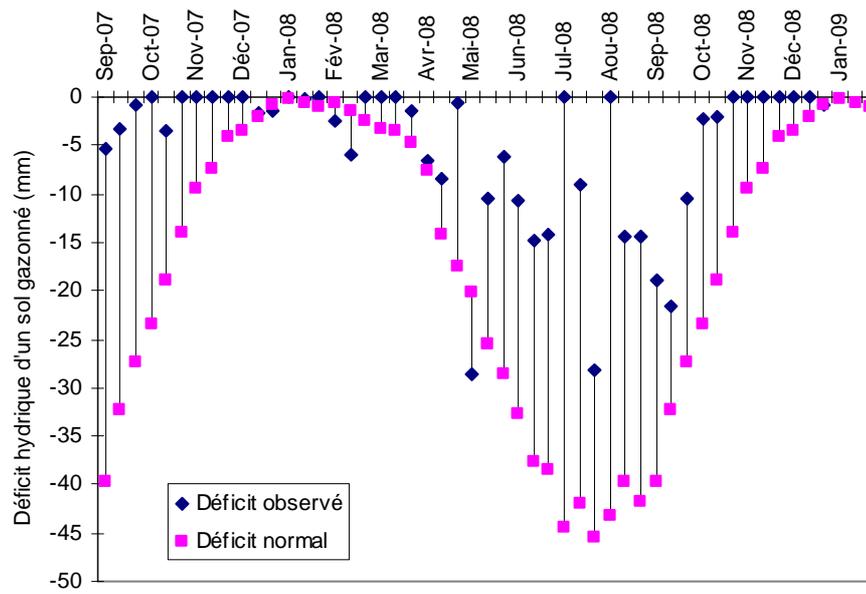


Figure 1.5 – Evolution du déficit hydrique d'un sol gazonné de septembre 2007 à janvier 2009.

2. Implantation des cultures

B. Bodson¹, C. Roisin², F. Vancutsem¹, B. Monfort^{1 3}

1	Aperçu de l'année écoulée	2
1.1	Semis 2007-2008	2
1.2	Semis 2008-2009	2
2	Expérimentations, résultats, perspectives	3
3	Recommandations pratiques	4
3.1	La date de semis.....	4
3.1.1	En froment	4
3.1.2	En escourgeon.....	4
3.2	La préparation du sol	5
3.2.1	Le travail du sol primaire.....	5
3.2.2	La préparation superficielle	6
3.3	La profondeur de semis	8
3.4	La densité de semis.....	9
3.4.1	En froment	9
3.4.2	En escourgeon.....	10
3.4.3	Remarques	11
3.5	La protection du semis.....	11

¹ F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

² CRA-W – Département Production Végétale

³ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGOARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

1 Aperçu de l'année écoulée

1.1 Semis 2007-2008

La saison culturale 2007-2008 a début par un automne conforme aux moyennes climatiques : des précipitations proches de la normale et un refroidissement progressif en fin octobre.

Les terres pouvant être emblavées précocement ont pu être semées dans d'excellentes conditions, souvent sans nécessité de réaliser un labour.

En novembre, les sols se sont réhumidifiés et les semis après betteraves, chicorées et maïs ont été moins aisés à réaliser. Dans beaucoup de situations, un labour a du être effectué pour obtenir une préparation correcte des semis.

En décembre, les semis ont été rares, dus aux pluies importantes de la première décade suivies d'une période de gel.

Heureusement en janvier, il a été possible d'effectuer des semis dans d'excellentes conditions.

Les semis de novembre et de l'hiver ont pu, grâce aux températures élevées et au peu de précipitations de janvier et février, lever et se développer de façon très régulière.

1.2 Semis 2008-2009

En 2008, les semis d'octobre ont pu être effectués dans de bonnes conditions mais ont été échelonnés entre des périodes de pluies régulières.

Durant les deux premières décades de novembre, il a aussi été possible d'effectuer des emblavements corrects mais dans des sols relativement humides.

La fin novembre et le début décembre ont été marqués par d'importantes précipitations qui n'ont plus permis d'effectuer de semis.

A la mi-décembre, il a été possible d'effectuer l'emblavement des terres récoltées tardivement mais dans des conditions souvent difficiles, les structures ayant souvent souffert lors de la récolte des précédents culturaux.

Par la suite, les conditions hivernales ont empêché l'accès aux terres jusqu'après le 20 janvier.

En fin janvier, il a de nouveau été possible de semer du blé.

Les faibles températures, le nombre élevé de jours de gel et l'humidité importante des sols ont freiné la levée des semis et le développement des jeunes plantules.

2 Expérimentations, résultats, perspectives

En froment, les dates de semis sont, suite à l'enlèvement programmé d'un certain nombre de précédents culturaux, nécessairement étalées durant l'automne. En règle générale, le potentiel de rendement est d'autant plus important que le semis est précoce. Cependant, l'avantage d'une date de semis plus précoce est fonction des aléas notamment climatiques subis par les cultures et peut être mis en balance avec des risques moindres en termes de pressions d'adventices, de maladies ou de verse. La pénalisation en termes de rendement due à un report de la date de semis d'octobre à novembre est souvent assez limitée comme l'indiquent les résultats des essais effectués au cours des dix dernières saisons culturales à Lonzée.

Tableau 2.1 – Influence de la date de semis sur le rendement. Moyennes générales pour les variétés en essais (Lonzée).

Année	Semis précoce		Semis normal		Semis tardif	
	Date	Rdt en qx/ha	Date	Rdt en qx/ha	Date	Rdt en qx/ha
1996-1997	14-10-96	95	28-11-96	92	30-01-97*	85
1997-1998	18-10-97	102	13-11-97	101	04-12-97	97
1998-1999	-	-	08-11-98	100	17-03-99*	90
1999-2000	13-10-99	104	15-11-99	101	11-01-00	102
2000-2001	20-10-00	105	15-11-00	100	01-02-01*	78
2001-2002	12-10-01	97	15-11-01	94	10-12-01	96
2002-2003	11-10-02	98	20-11-02	99	18-12-02	100
2003-2004	17-10-03	99	17-11-03	98	17-12-03	99
2004-2005	13-10-04	109	09-11-04	104	09-12-04	98
2005-2006	19-10-05	104	14-11-05**	95	05-01-06*	94
2006-2007	16-10-06	92	16-11-06	92	15-12-06	85
2007-2008	16-10-07	106	24-11-07	104	29-01-08*	101
Moyenne		101		98		94

Unité de Phytotechnie – F.U.S.A. Gembloux et CePiCOP « Production intégrée des céréales »

* semis impossible pour des raisons climatiques à la mi-décembre

** attaque importante de mouche grise (sans traitement des semences approprié)

Les résultats reprennent des moyennes de 18 variétés présentes dans les essais ; pour les semis tardifs, la baisse de potentiel de rendement peut être réduite par l'utilisation de variétés mieux adaptées aux conditions de semis tardifs (voir dans les pages de couleur, le tableau « Variétés recommandées en froment » pour les aptitudes des différentes variétés).

3 Recommandations pratiques

Pour réussir le semis, de nombreux paramètres doivent être pris en compte dans le choix des modalités et leur réalisation nécessite le plus grand soin, quelles que soient les circonstances.

La qualité de l'implantation de la culture joue un rôle primordial dans l'évolution et le potentiel de rendement de la culture.

3.1 La date de semis

3.1.1 En froment

En froment, les semis effectués entre le 10 octobre et le début novembre constituent le meilleur compromis entre le potentiel de rendement et les risques culturels.

Dans nos conditions agroclimatiques, le froment d'hiver peut être semé de la première semaine d'octobre jusqu'à la fin décembre, voire même jusqu'en février.

- **Les semis très précoces** (avant le 10 octobre) présentent quelques désavantages et entraînent souvent un accroissement des coûts de protection dus à :
 - des adventices plus nombreuses, un désherbage plus onéreux ;
 - une contamination dès l'automne par les maladies cryptogamiques (piétin verse; septoriose) et à la verse ;
 - un risque accru de sensibilité au gel ;
 - un danger plus grand d'infestation par les pucerons porteurs de virus de la jaunisse nanisante et souvent, la nécessité de protection insecticide dès l'automne.

- **Les semis tardifs** (après le 15 novembre) inévitables après certains précédents, sont plus difficiles à réussir parce que :
 - l'humidité généralement importante du sol ne permet pas une préparation du sol soignée ;
 - les conditions climatiques, notamment les températures, allongent la durée de levée et en réduisent le pourcentage.

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.

3.1.2 En escourgeon

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

Une date plus précoce ne se justifie pas : tallage excessif en sortie d'hiver, attaques fongiques dès l'automne et risques plus élevés de transmissions de viroses par les pucerons, sensibilité accrue au gel.

En retardant le semis, la levée est plus lente et peut demander 15 à 20 jours. Il se peut alors que l'hiver survienne avant que la culture n'ait atteint le stade tallage. Une moins bonne résistance au froid est alors à craindre. A cet inconvénient s'ajoute une réduction de la période consacrée au développement végétatif et génératif avec comme conséquence éventuelle une culture trop claire.

3.2 La préparation du sol

Il n'existe aucune méthode, aucun outil, aucune combinaison d'outils, aucun réglage qui soit passe-partout. Chaque terre doit être traitée en fonction de ses caractéristiques structurales propres, compte tenu de son historique cultural, de la nature du précédent, de son état au moment de la réalisation de l'emblavement et des conditions climatiques immédiatement après le semis.

Quelle que soit la méthode choisie, il convient :

- 1. de réaliser un état de la situation de la parcelle*
- 2. de choisir les modalités de réalisation (profondeur de travail, choix d'outils et des réglages)*
- 3. d'effectuer la préparation du sol avec le maximum de soin et dans les meilleures conditions possibles*

3.2.1 Le travail du sol primaire

Le froment et l'escourgeon étant des cultures peu sensibles à la compacité du sol, le labour ne se justifie généralement pas. Les TCS (Techniques culturales simplifiées) peuvent avantageusement remplacer le labour lorsque l'état du sol (absence d'ornières ou de compaction sévère) le permet et que le matériel de semis employé est compatible avec l'abondance des débris végétaux abandonnés en surface lors de la récolte du précédent.

Après les cultures de céréales, betteraves, chicorées, pomme de terre, maïs ensilage récoltées en bonnes conditions, la préparation du sol peut très bien se limiter à la couche superficielle. Pour réaliser cette opération, il n'est pas nécessaire de recourir à l'emploi d'un matériel spécifique, un outil de déchaumage pouvant généralement convenir. Lors de ce travail, il convient toutefois d'éviter autant que possible la formation de lissages à faible profondeur car ceux-ci sont préjudiciables à la pénétration de l'eau et risquent d'occasionner l'engorgement du lit de semences lors de périodes particulièrement pluvieuses. Ce phénomène peut en effet conduire à l'asphyxie des jeunes plantules et à leur disparition, et augmente par ailleurs la sensibilité de la culture au gel qui surviendrait éventuellement plus tard. Dès lors, on évitera autant possible d'employer un covercrop ou un outil à pattes d'oies en tant qu'outil de préparation superficielle. Il est recommandé d'employer plutôt un outil à dents étroites, si possible sans ailettes, quitte à travailler le sol sur une profondeur plus

2. Implantation des cultures

importante (entre 15 et 18 cm), ce qui sera favorable à la pénétration de l'eau et au drainage du lit de semences.

Lorsque la couche arable a subi au cours des années antérieures une compaction importante, il peut être intéressant de profiter de la préparation du semis de froment pour essayer de réparer les dégâts de structure et d'améliorer l'état structural du sol tout en profitant des avantages qu'une céréale d'hiver procure en termes de conservation et d'amélioration de la fertilité physique : longue période de couverture du sol, colonisation importante et profonde par le système racinaire, assèchement prononcé du profil en fin de végétation et conditions de récolte généralement peu dommageables pour la structure. Dans ce cadre, la préparation du sol sera moins simplifiée et fera appel à la technique du décompactage qui consiste à fissurer et fragmenter la couche arable sur une profondeur équivalente au labour et sans la retourner à l'aide d'un outil constitué de dents rigides (droites avec ailettes ou courbées) permettant d'atteindre le fond de la couche arable, quelle que soit sa résistance mécanique. Par rapport au labour traditionnel, cette technique présente l'avantage, de conserver la matière organique au sein des couches superficielles et peut souvent être réalisée en même temps que la préparation superficielle et le semis. Il convient toutefois de savoir que cette technique ne peut être effectuée correctement et avec des effets positifs sur la structure que si le sol est suffisamment ressuyé au moment de sa réalisation et ne présente pas d'ornière.

Après culture de pomme de terre, la technique du décompactage est particulièrement adaptée car elle permet de supprimer une partie de la compaction, de favoriser la destruction par le gel des petits tubercules perdus à la récolte et surtout de ne pas enfouir, en fond de profil comme le ferait la charrue, l'épaisse couche de terre fine et déstructurée provenant de la formation des buttes et du tamisage intense de la terre au moment de la récolte.

Toutefois, il existe un certain nombre de situations dans lesquelles le labour reste vivement conseillé :

- lorsque la compaction se situe en profondeur, en dessous de 15 cm. Le labour permet en effet de ramener en surface les blocs compacts qui pourront alors subir l'action des outils de préparation superficielle et les effets éventuels du gel et surtout des alternances humectation/dessiccation ;
- lorsque des ornières importantes ont été créées lors de la récolte de la culture précédente ;
- lorsque des résidus d'herbicides rémanents appliqués à la culture précédente doivent être dispersés et dilués dans la couche arable ;
- lorsque les populations d'adventices telles que vulpin et gaillets sont devenues trop importantes.

3.2.2 La préparation superficielle

Il faut idéalement (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.

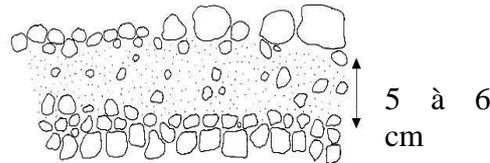


Figure 2.1 – Profil idéal d'une préparation de sol (Arvalis).

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

Règles à respecter impérativement dans le cas d'une 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 **rassis, rappuyé** pour éviter un lit de semences 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. Ce retassement peut être obtenu par un roulage, l'utilisation de roues jumelées et d'un tasse-avant ou le passage d'un outil à dents vibrantes travaillant sur 10 cm de profondeur.
Un sol bien retassé 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, lorsqu'il n'est pas correct, adapter la méthode ou les outils utilisés ;
- **la terre doit, si possible, « reblanchir » après le semis.**

En cas de semis sans labour :

Il faut particulièrement veiller à ce que :

2. Implantation des cultures

- le travail ne soit pas effectué dans des **conditions trop sèches ou trop humides** ;
- le **contrôle des ravageurs**, comme les limaces ou les mulots, 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.

En escourgeon et orge d'hiver :

Les orges demandent une préparation du sol plus soignée que les froments. Il faut veiller lors de la préparation du sol à ce que **la terre ait suffisamment de pied** pour éviter au maximum les risques de déchaussement pendant l'hiver.

Comme, à l'époque du semis, le sol est souvent assez sec, il n'est pas rare de voir des sols trop soufflés, surtout lors d'une mauvaise utilisation d'outils animés. De plus, ce défaut de préparation de sol peut le cas échéant être favorable à une pullulation de limaces.

3.3 La profondeur de semis

Il faut semer à un ou deux cm de profondeur en veillant à une bonne régularité du placement et à un bon recouvrement des graines.

Un semis trop profond (4-5 cm) allonge la durée de la levée, réduit le pourcentage de levée, la vigueur de la plantule et peut inhiber l'émission des talles. Beaucoup de cultures qui paraissent trop claires, qui ne tallent pas ou qui traînent au printemps sont le résultat du fait que toutes les semences ou une partie d'entre elles ont été déposées trop profondément.

Ce défaut majeur d'implantation peut être dû à :

- un travail trop profond de la herse rotative ;
- un retassement insuffisant du sol ;
- une trop forte pression sur les socs du semoir ;
- un mauvais réglage des organes assurant le recouvrement des graines ;
- une trop grande vitesse d'avancement lors du semis.

Le semis d'escourgeon ou d'orge d'hiver doit être fait à profondeur régulière (2 – 3 cm maximum) et les semences doivent être bien recouvertes pour garantir une meilleure sélectivité des traitements herbicides avec les dinitroanilines (trifluraline, pendiméthaline) ou le prosulfocarbe.

Le développement homogène de la jeune culture, en grande partie régi par la régularité du semis, est aussi nécessaire pour que les stades limites de chaque plantule soient atteints simultanément lors d'éventuels traitements de post-émergence automnale.

3.4 La densité de semis

3.4.1 En froment

Pour exprimer pleinement son potentiel de rendement, la culture (une population de plantes) doit utiliser au mieux chacune des ressources mises à sa disposition : lumière, eau, éléments nutritifs (en particulier l'azote).

Les études de physiologie du rendement ont montré que les cultures caractérisées par une **densité modérée (400 - 500 épis/m²)** réalisent le plus souvent ce compromis.

Lorsque la densité est trop élevée, la récupération de la lumière est moins bonne, les feuilles des différentes plantes se chevauchent.

Chez les variétés récentes, l'accroissement du potentiel de rendement provient de l'amélioration de la fertilité des épis. Cette caractéristique intéressante ne peut s'exprimer lorsque la concurrence entre tiges est trop forte.

Par ailleurs, un trop grand nombre de tiges favorise la sensibilité à la verse et le développement des maladies cryptogamiques et de ce fait, risque d'accroître le coût de la protection phytosanitaire.

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.

Au-delà de 250 plantes, quelles que soient les phytotechniques mises en oeuvre, **les rendements atteints ne sont pas supérieurs** à ceux obtenus avec des densités moindres. Ils s'avèrent même souvent **plus faibles** et sont en tout cas **plus coûteux** à obtenir.

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

2. Implantation des cultures

Les densités recommandées

La densité de semis doit être adaptée en fonction :

Tableau 2.2 – Densité de semis en fonction de la date de semis.

- **de la date de semis** : dans nos régions, pour un semis réalisé en bonnes conditions de sol, les densités de semis recommandées selon l'époque de semis sont reprises dans le Tableau 2.2. Ces recommandations doivent être modulées en fonction :
- **de la préparation du sol et des conditions climatiques qui suivent le semis**

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

Pour des semis réalisés dans des conditions « limites » (temps peu sûr, longue période pluvieuse avant 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.

3.4.2 En escourgeon

En conditions normales, la densité de semis de l'escourgeon doit être d'environ 225 grains/m² soit 90 à 120 kg/ha ; celle de l'orge d'hiver doit être un peu plus élevée : environ 250 grains/m² soit 120 à 125 kg/ha.

La densité de semis doit être augmentée lorsque le semis est réalisé :

- dans de mauvaises conditions climatiques ;
- dans des terres mal préparées ;
- dans des terres froides (Condroz, Polders, Ardennes) ;
- tardivement.

Cet accroissement doit être modéré et, en aucun cas, la densité de semis ne dépassera un maximum de 350 grains/m² (soit 140 à 170 kg de semences selon le poids de 1 000 grains).

Si les conditions climatiques sont trop défavorables ou si le semis est trop tardif, il est préférable de s'abstenir de semer de l'escourgeon ou de l'orge d'hiver, même à plus forte densité (350 grains/m²) et de remplacer l'orge d'hiver par du froment ou de l'orge de printemps ou des pois protéagineux.

3.4.3 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 à 225 grains/m² ou à 300 grains/m² ainsi que l'illustre le Tableau 2.3 ;
- **Pour les variétés hybrides**, les normes recommandées doivent être réduites de 30 à 40 % quelle que soit l'époque de semis.

Tableau 2.3 – Quantités de semences en kg/ha nécessaires pour une densité donnée en fonction du poids de 1 000 grains.

Poids de 1000 grains en g	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

3.5 La protection du semis

La désinfection des semences est indispensable. 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 drastiquement la germination et la levée. *A titre d'exemple, des semences touchées par la fusariose et non désinfectées ont donné dans des essais une levée 3 fois inférieure à celle des semences désinfectées provenant du même lot.*

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,

2. Implantation des cultures

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. L'absence de charbon nu dans un champ de multiplication est en effet le gage d'une semence exempte de ce cryptogame. Bien qu'elle soit la plus connue et la plus spectaculaire, le charbon nu n'est pas la seule maladie contre laquelle il faut lutter. D'autres maladies, telles que l'helminthosporiose ou la maladie des stries de l'orge, nécessitent aussi des fongicides systémiques ou pénétrants.

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

Voir aussi les pages colorées « *Traitements de semences* »

3. Lutte contre les mauvaises herbes

F. Henriet¹

1	LA SAISON 2008 ET SES PARTICULARITES	2
1.1	AUTOMNE 2007	2
1.2	Printemps 2008	2
1.3	Automne-hiver 2008-2009	4
2	EXPERIMENTATIONS, RESULTATS ET PERSPECTIVES.....	5
2.1	Tous les mélanges sont-ils judicieux ?	5
2.2	Et contre des vulpins résistants ?	10
2.3	Nouveaux produits.....	12
2.3.1	Nouveaux produits.....	12
2.3.2	Changements de formulation, nouveaux produits génériques	12
3	RECOMMANDATIONS PRATIQUES	13
3.1	Les grands principes.....	13
3.1.1	En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver.....	13
3.1.2	En froment, éviter les interventions avant l'hiver	13
3.1.3	Connaître la flore adventice de chaque parcelle	14
3.1.4	Exploiter l'apport des techniques culturales	14
3.2	Traitements automnaux	15
3.2.1	En escourgeon et en orge d'hiver	15
3.2.2	En froment d'hiver	17
3.3	Traitements printaniers	18
3.3.1	Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver	19
3.3.2	Lutte contre les graminées en froment.....	19
3.3.3	Lutte contre les dicotylées	22
3.4	Réussir son désherbage, c'est aussi... ..	23
3.5	Quid de la résistance ?	24
3.5.1	En quoi consiste la résistance ?	24
3.5.2	Prévenir l'apparition de résistances.....	25
3.5.3	Gérer la résistance.....	26

¹ CRA-W – Département Phytopharmacie

1 La saison 2008 et ses particularités

F. Henriët, F. Ansseau²

1.1 Automne 2007

Contrairement aux deux dernières années, l'automne 2007 peut être caractérisé comme « classique ». De fait, les températures et les précipitations sont restées très proches des normales saisonnières. Il faut cependant signaler que la vitesse du vent a été très exceptionnellement faible en octobre et que les durées d'ensoleillement furent généralement déficitaires.

Si les périodes de traitements s'en sont retrouvées raccourcies par rapport aux deux derniers automnes, le désherbage des escourgeons a néanmoins pu être réalisé dans des conditions plus que correctes. Dans le cas des froments, les traitements d'automne n'étaient pas nécessaires excepté dans des conditions difficiles connues a priori. En effet, les conditions climatiques ont freiné le développement des adventices, tout comme celui des céréales.

1.2 Printemps 2008

La sortie d'hiver (janvier et février) a été très douce par rapport à la normale alors que les précipitations demeuraient dans la norme. Le mois de mars a, quant à lui, été exceptionnellement pluvieux. Avril fut caractérisé par une vitesse moyenne du vent anormalement faible. Dans bien des cas, les précipitations du mois de mars ont perturbé le déroulement des désherbages, mais ceux-ci ont pu être menés à bien en avril. Les conditions climatiques n'ont pas semblé altérer l'efficacité des herbicides.

Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Deux essais mis en œuvre dès l'automne 2007 avaient pour objectif de comparer l'efficacité contre le vulpin des herbicides antigraminées. Le premier essai était installé à Clermont et le second était situé à Yves-Gomezée. Un protocole à trois périodes de traitement a été établi : le stade 1 à 2 feuilles (BBCH 11-12), le stade début tallage (BBCH 21) et le stade plein tallage (BBCH 25). La figure 3.1 reprend les traitements étudiés et les résultats, le tableau 3.1 liste les dates d'application et la flore présente et le tableau 3.2 détaille la composition des produits utilisés.

Tableau 3.1 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Dates d'application			Flore présente lors de la 3 ^{ème} application (pl/m ²)
	BBCH 11-12	BBCH 21	BBCH 25	
Clermont	31/10/2007	27/02/2008	1/04/2008	2 vulpins (BBCH 21-25)
Yves-Gomezée	-	28/02/2008	1/04/2008	22 vulpins (BBCH 12-21)

² CRA-W – Département Phytopharmacie

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.2 – 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
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
COSSACK	WG	3% mesosulfuron + 3 % iodosulfuron + 9 % safener
DEFI	EC	800 g/L prosulfocarbe
HEROLD SC	SC	400 g/L flufenacet + 200 g/L diflufenican
IPFLO SC	SC	500 g/L isoproturon
JAVELIN	SC	500 g/L isoproturon + 62.5 g/L diflufenican
LEXUS SOLO	WG	50% flupyrsulfuron
LEXUS XPE	WG	33.3% flupyrsulfuron + 16.7% metsulfuron
MALIBU	EC	300 g/L pendimethaline + 60 g/L flufenacet
PUMA S EW	EW	69 g/L fenoxaprop + 19 g/L safener
TOPIK	EC	100 g/L clodinafop + 25 g/L safener

Résultats : comptage d'épis en juillet 2008

L'efficacité des produits foliaires appliqués au stade plein tallage (1^{er} avril 2008) était parfaite à quasi parfaite : de 95 à 100% d'efficacité. Pulvérisés au stade début tallage (fin février), l'ATTRIBUT et le JAVELIN procuraient des résultats insatisfaisants : 68 et 62%, respectivement.

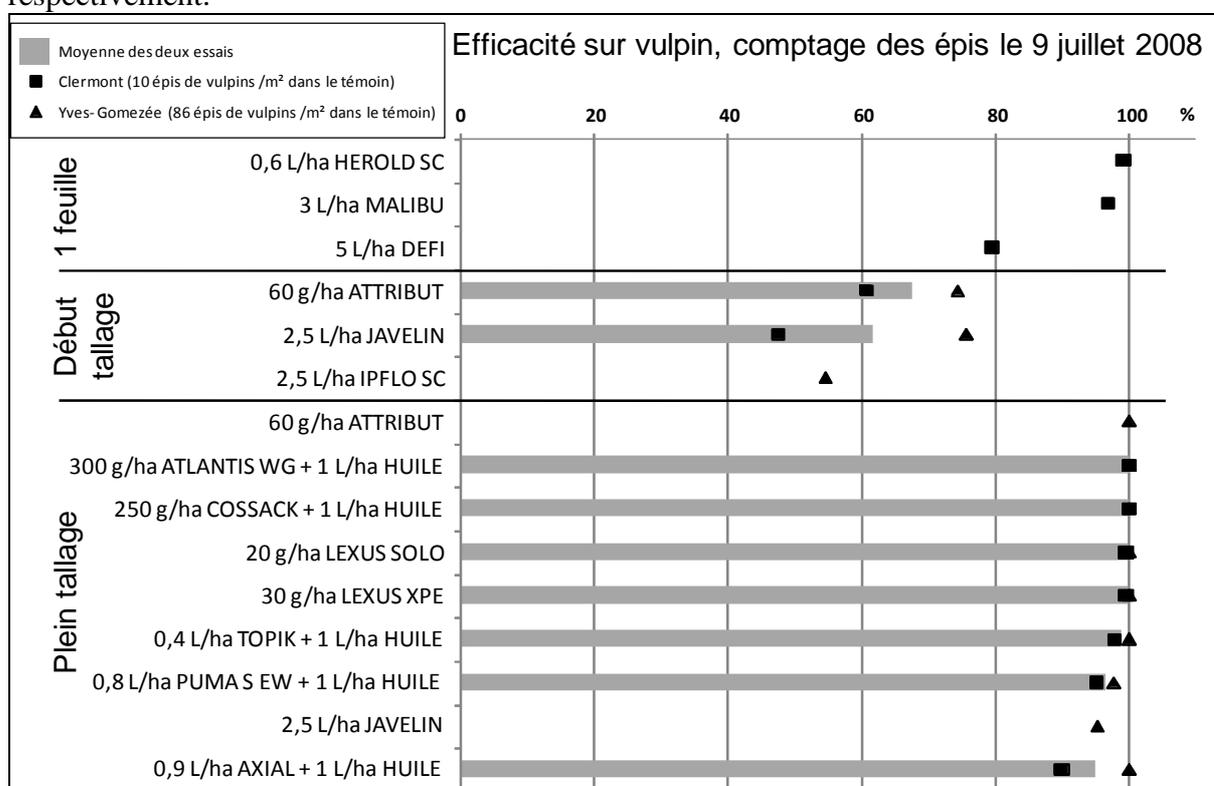


Figure 3.1 – Résultats du comptage des épis. Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] * 100$.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Dans le seul essai de Clermont, les résultats observés dans le cas des traitements effectués au stade 1 feuille (31 octobre 2007) étaient presque parfaits pour le HEROLD SC (99%) et le MALIBU (97%) mais restaient insatisfaisants pour le DEFI (79%).

Dans le seul essai d'Yves-Gomezée, les traitements ATTRIBUT et JAVELIN ont procuré de meilleurs résultats lorsqu'ils étaient reportés au stade plein tallage. Les résultats obtenus avec l'IPFLO SC appliqué au stade début tallage étaient inférieurs à ceux offerts par l'ATTRIBUT et le JAVELIN appliqués au même moment.

Conclusions

- Les produits foliaires à appliquer au printemps ont procuré d'excellents résultats, les sulfonylurées (gammes Mésomaxx et LEXUS) étant légèrement plus efficaces que les FOPs et DEN (TOPIK, PUMA S EW et AXIAL). La dose pleine d'AXIAL (1,2 L/ha au lieu de 0,9 L/ha) aurait certainement permis d'approcher la perfection.
- En moyenne, les résultats obtenus pour l'essai de Clermont étaient moins bons, malgré la faible infestation observée par rapport à l'essai d'Yves-Gomezée. Cela s'explique sans doute par le stade de développement atteint par les vulpins au moment des pulvérisations. En effet, les vulpins étaient plus développés à Clermont, que ce soit au stade début tallage (BBCH 21 contre BBCH 11-12 dans le cas d'Yves-Gomezée) ou au stade plein tallage (cfr tableau 3.1). Plus développés, les vulpins de Clermont furent plus difficiles à éliminer.
- Les traitements aux stades 1 feuille et début tallage furent insatisfaisants sauf peut-être dans le cas du HEROLD SC et dans une moindre mesure, du MALIBU. En termes d'efficacité, ce type de traitement s'avère donc inutile dans des situations semblables à celles des essais, puisque une seule application au stade plein tallage pouvait suffire. Rappelons toutefois que le désherbage "en programme", c'est-à-dire en mettant en œuvre plusieurs applications, peut s'avérer nécessaire dans certaines situations (cfr Recommandations) et que, malgré une efficacité parfaite, les traitements printaniers uniques n'empêchent pas à la culture de subir une certaine concurrence de la part du vulpin (cfr Livre blanc de septembre 2007).
- Dans l'essai d'Yves-Gomezée, le report de l'application d'ATTRIBUT ou de JAVELIN a, contrairement aux attentes, procuré de meilleurs résultats.

1.3 Automne-hiver 2008-2009

L'automne 2008 peut être caractérisé comme "classique". De fait, les températures et les précipitations sont restées très proches des normales saisonnières. Des vagues de froid comme nous n'en avons plus rencontrées depuis quelques années ont rythmés les mois de novembre, décembre et janvier (2009). Si les périodes de traitements s'en sont retrouvées raccourcies, le désherbage des escourgeons a néanmoins pu être réalisé dans des conditions plus que correctes. Il importera tout de même de vérifier l'efficacité des traitements en sortie d'hiver. Hormis dans des conditions difficiles a priori, il n'était sans doute pas nécessaire de désherber les froments. En effet, les conditions climatiques ont freiné le développement des adventices, tout comme celui des céréales. En sortie d'hiver, il conviendra de rester prudent : les premiers beaux jours pourraient provoquer une levée d'adventices importante.

2 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriët, F. Anseau³

2.1 Tous les mélanges sont-ils judicieux ?

En matière d'herbicides, le recours à des mélanges de produits est fréquent, non seulement parce que chaque parcelle présente une flore qui lui est propre mais aussi parce que chaque herbicide présente un spectre d'efficacité différent. Peut-on pour autant jouer à l'apprenti sorcier et mélanger n'importe quels produits ? Il est bien évident que non et, en général, le praticien connaît les mélanges à éviter.

Plusieurs facteurs peuvent être la cause de mauvais résultats. Ainsi, une incompatibilité entre les formulations des produits peut engendrer des problèmes de sélectivité en favorisant la pénétration d'herbicide dans les plantes. Le mélange de produits de modes d'action différents peut donner lieu à des baisses manifestes d'efficacité. En effet, un produit de contact peut empêcher la circulation optimale d'un produit systémique qui, de ce fait, s'exprime moins bien (cfr Livre blanc de février 2007).

Nous avons voulu vérifier que le fait d'ajouter d'un antiodotylées à un antigraminées spécifique n'entravait pas son efficacité vis-à-vis du vulpin. Pour ce faire, deux essais ont été implantés au printemps 2007. Deux antigraminées (un par essai) de mode d'action différent ont été étudiés : l'ATLANTIS WG et le TOPIK. Une série d'antiodotylées ont été mélangés avec $\frac{3}{4}$ de la dose pleine des antigraminées : il importait de ne pas masquer les éventuels effets du mélange en utilisant une dose d'antigraminées « trop efficace ». Ceux-ci ont également été pulvérisés seuls à trois doses différentes afin de servir de base de comparaison entre les mélanges testés.

La figure 3.2 reprend les traitements étudiés, le tableau 3.3 détaille la composition des produits utilisés et le tableau 3.4 liste les dates d'application et la flore présente.

Tableau 3.3 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ALLIE	WG	20% metsulfuron
ATLANTIS WG	WG	3% mesosulfuron + 0.6% iodosulfuron + 9% safener
CAPTURE	SC	300 g/L bromoxynil + 200 g/L ioxynil + 50 g/L diflufenican
CELTIC	SC	320 g/L pendimethaline + 16 g/L picolinafen
DUPLOSAN DP-P	SL	600 g/L dichlorprop-p
DUPLOSAN KV-P	SL	600 g/L mecoprop-p
MILAN	SC	500 g/L bifenox + 9 g/L pyraflufen
TOPIK	EC	100 g/L clodinafop + 25 g/L safener
VERIGAL D	SC	308 g/L mecoprop-p + 250 g/L bifenox

³ CRA-W – Département de Phytopharmacie

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.4 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Antigraminées	Date de traitement	Stade de la culture	Flore présente lors de la 3 ^{ème} application (pl/m ²)
Clermont	ATLANTIS WG	23/03/2007	BBCH 29	78 vulpins (BBCH 25-29)
Lisogne	TOPIK	13/03/2007	BBCH 25-29	27 vulpins (BBCH 25-29)

Résultats : comptage d'épis en juillet 2007

L'effet dose rencontré lors de l'application des antigraminées était bien marqué (partie supérieure de la figure 3.2), bien que les deux fortes doses de TOPIK présentait des efficacités sensiblement égales (0,3% d'écart).

Par rapport au traitement sans antigraminées correspondant, les mélanges avec $\frac{3}{4}$ de dose d'ATLANTIS WG (225 g/ha) ont procuré des résultats équivalents, tantôt légèrement supérieurs, tantôt légèrement inférieurs. Seul le mélange avec CAPTURE a provoqué une chute importante de l'efficacité sur vulpin avec un résultat inférieur à celui observé dans le cas de la demi dose d'ATLANTIS WG.

Dans le cas des mélanges à base de TOPIK, l'ajout d'un produit antigraminées a, excepté pour le CELTIC, provoqué une baisse plus ou moins importante de l'efficacité contre le vulpin.

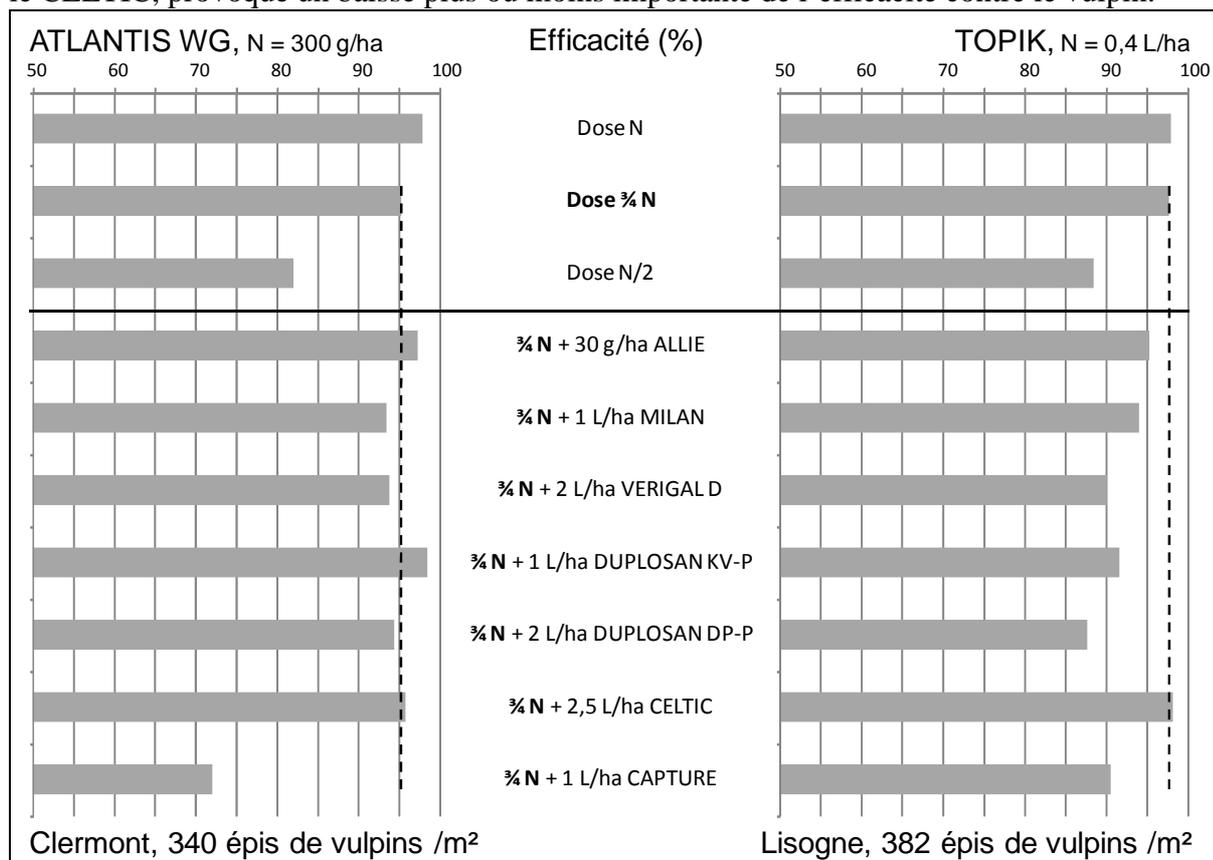


Figure 3.2 – Mélanges d'ATLANTIS WG ou de TOPIK avec des antigraminées, efficacité sur vulpin. Tous les traitements s'étaient vu adjoindre 1 L/ha d'ACTIROB B. Efficacité calculée selon la formule :

$$[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] * 100.$$

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Au printemps 2008, nous nous sommes focalisés sur l'ATLANTIS WG. Nous avons également voulu évaluer si de tels mélanges avaient une influence sur la sélectivité des traitements. Deux essais mettant en œuvre des traitements semblables ont été mis en place. Le premier essai était adapté à l'étude de la sélectivité et le second consistait en un essai efficacité classique.

Un essai de sélectivité s'installe sur une terre aussi "propre" que possible afin que le rendement mesuré ne soit pas biaisé par la présence d'adventices pouvant concurrencer la culture. Ce type d'essai inclut également la double dose de chaque traitement envisagé.

Les figures 3.3 et 3.4 reprennent les traitements étudiés dans les essais correspondant, le tableau 3.5 liste les dates d'application et la flore présente et le tableau 3.6. détaille la composition des produits utilisés.

Tableau 3.5 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Type d'essai	Date de traitement	Stade de la culture	Flore présente lors de la 3 ^{ème} application (pl/m ²)
Beuzet	Sélectivité	22/04/2008	BBCH 25-29	-
Modave	Efficacité	24/04/2008	BBCH 29	26 vulpins (BBCH 29-41)

Tableau 3.6 – 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
AURORA 40 WG	WG	40% carfentrazone
DIFLANIL 500 SC	SC	500 g/L diflufenican
PRIMUS	SC	50 g/L florasulam
VERIGAL D	SC	308 g/L mecoprop-p + 250 g/L bifenox

Essai sélectivité : cotations et rendement

Sept jours après la pulvérisation, deux types de symptômes étaient visibles sur le froment : des jaunissements et des nécroses (figure 3.3). Si les jaunissements étaient observables dans tous les traitements, les nécroses n'étaient visibles que dans les objets comportant des produits à base de PPOIs, antidicotylées de contact (*carfentrazone* et *bifenox*). Certains traitements, notamment des doubles doses, ont occasionné d'importants symptômes (jusqu'à 15%). La majorité des jaunissements observés étaient disparus 14 jours après l'application. Par contre, il a fallu attendre une semaine de plus pour que plus aucun symptôme (jaunissement ou nécroses) ne soit décelable.

Les rendements mesurés étaient tous statistiquement équivalents à celui du témoin, bien qu'ils lui soient tous inférieurs (ou égal). Le rendement des doubles doses était à chaque fois inférieur au rendement du traitement à simple dose correspondant. Dans cet essai la plus grosse perte de rendement observée était de 5% (environ 500 kg/ha).

3. Lutte contre les mauvaises herbes

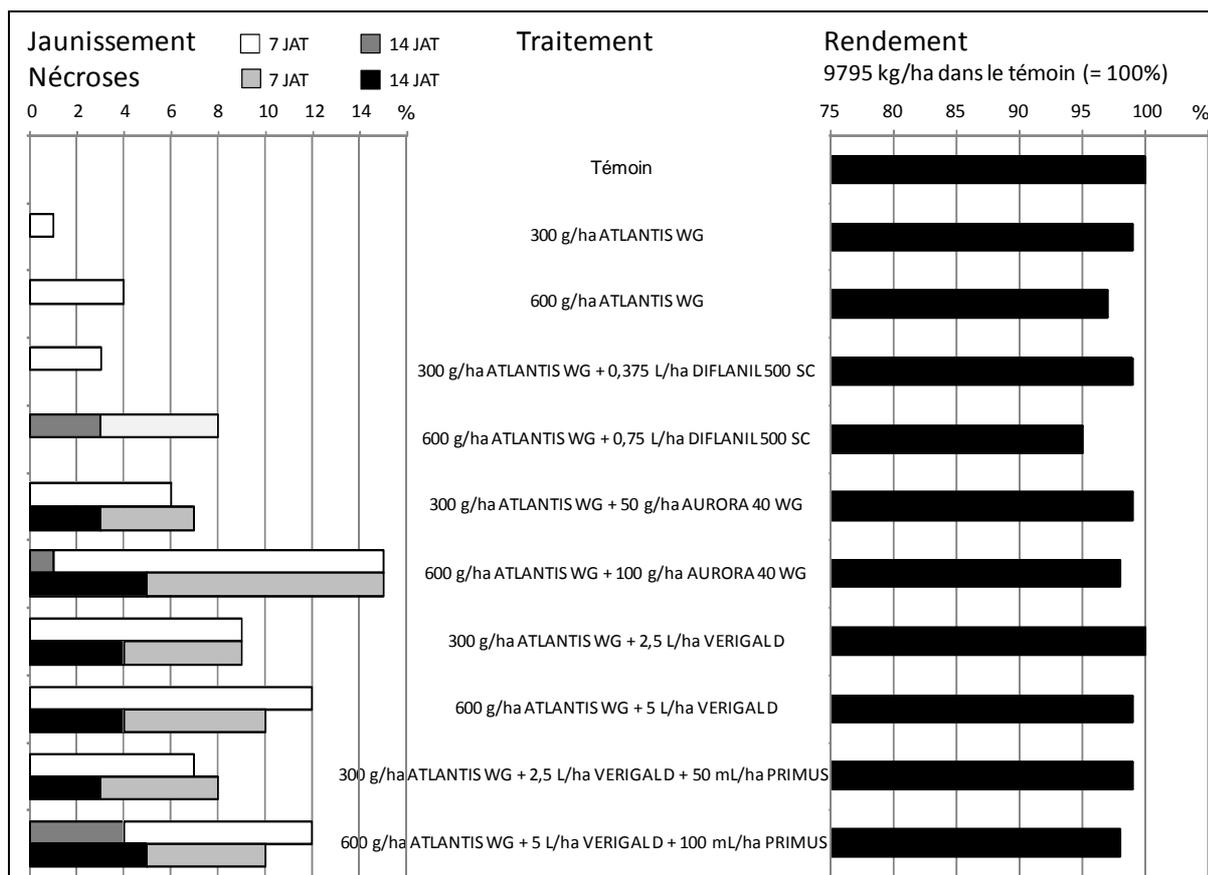


Figure 3.3 – Mélanges d'ATLANTIS avec des antidicotylées, sélectivité. Les traitements s'étaient vu adjoindre 1 ou 2 L/ha d'ACTIROB B selon que c'était la dose simple ou double qui était appliquée.

Essai efficacité : comptage d'épis en juillet 2008

La philosophie de cet essai était identique à ceux de l'année précédente : différentes doses d'ATLANTIS WG (300, 225 et 150 g/ha) servaient de base de comparaison et différents antidicotylées étaient mélangés avec la dose intermédiaire.

Contrairement à l'ajout de DIFLANIL 500 SC, qui permettait d'améliorer l'efficacité de 4%, l'addition de VERIGAL D ou d'AURORA 40 WG à 225 g/ha d'ATLANTIS WG a provoqué une chute non négligeable de l'efficacité observée (-16 et -18%, respectivement).

3. Lutte contre les mauvaises herbes

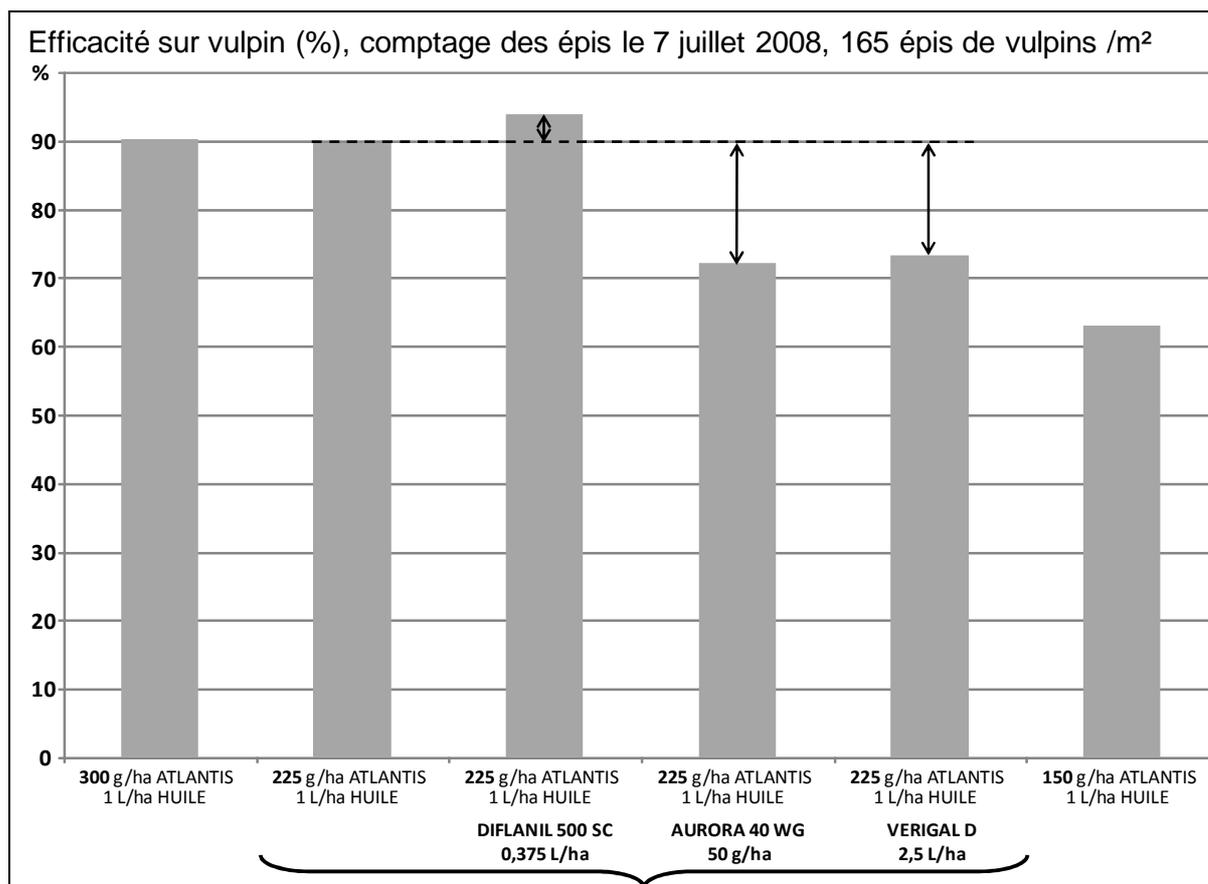


Figure 3.4 – Mélanges d'ATLANTIS WG avec des antidicotylées, efficacité sur vulpin.
Formule de calcul : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] * 100$.

Conclusions

Il est très difficile d'identifier des antagonismes. Ces différents essais ne constituent donc que des indications. Pour identifier de tels antagonismes de manière certaine, il faudrait mettre en place beaucoup plus d'essais, et ce, dans des conditions variées.

De plus, le protocole mis en œuvre a volontairement testés les deux antigaminées en conditions difficiles au vu de la dose utilisée d'une part et de l'infestation de vulpin observées sur les sites d'essai d'autre part. Ces résultats ne font donc rien d'autre que d'attirer l'attention sur un problème qu'il serait possible d'observer au champ et ne présume pas des résultats qu'il aurait été possible d'obtenir en employant la dose pleine d'antigaminées.

Néanmoins, quelques conclusions peuvent être tirées de ces 4 essais :

- En termes de sélectivité, il n'y aurait pas grand-chose à craindre en conditions normales d'utilisation. En général, les céréales récupèrent bien de ce type de dégâts. Cependant, des chutes de rendement plus importantes pourraient être occasionnées en cas de conditions climatiques limites lors de l'application de ce type de traitement. Attention aux gelées nocturnes !

3. Lutte contre les mauvaises herbes

- Dans les trois essais efficacité, les effets doses observés pour chaque antigraminées indiquent que le TOPIK aurait tendance à être légèrement plus « robuste » à la réduction de dose que l'ATLANTIS WG. Cela ne signifie toutefois pas qu'il soit possible de réduire systématiquement les doses à appliquer.
- La seule différence statistique observée concerne le mélange ATLANTIS WG – CAPTURE. Il faut donc être particulièrement prudent avec ce mélange.
- Au vu des résultats de l'année 2007 (figure 3.2), les possibilités de mélanges avec le TOPIK semblent moins nombreuses que celles offertes par l'ATLANTIS WG. En effet, les phytohormones, les PPOIs, le CAPTURE et, dans une moindre mesure, l'ALLIE, ont tous provoqué une baisse de l'efficacité en mélange avec 0,3 L/ha de TOPIK. L'ATLANTIS WG ne serait sensible qu'au CAPTURE.
- L'ATLANTIS WG était plutôt insensible au mélange avec le VERIGAL D en 2007 alors qu'une baisse importante de l'efficacité était observée en 2008. La dose de VERIGAL D utilisée, plus élevée en 2008 (2,5 L/ha au lieu de 2 L/ha en 2007) pourrait en être l'explication.

2.2 Et contre des vulpins résistants ?

Au printemps 2008, deux essais ont été installés dans des régions connues pour contenir des vulpins « difficiles » voire résistants : les Polders et les alentours de Fosses-la-Ville. L'objectif de ces deux essais était de comparer l'efficacité des antigraminées foliaires disponibles sur le marché. Ceux-ci ont tous été appliqués le même jour, à leur dose maximale d'utilisation et en mélange avec de l'huile quand ils le nécessitaient.

La figure 3.5 reprend les traitements étudiés, le tableau 3.7 liste les dates d'application et la flore présente et le tableau 3.8. détaille la composition des produits utilisés.

Tableau 3.7 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Date de traitement	Stade de la culture	Flore présente lors de la 3 ^{ème} application (pl/m ²)
Middelkerke	4/04/2008	BBCH 29	4 vulpins (BBCH 21-29)
Fosses-la-Ville	3/04/2008	BBCH 29	12 vulpins (BBCH 21-25)

Tableau 3.8 – 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
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
PUMA S EW	SC	69 g/L fenoxaprop + 19 g/L safener
TOPIK	EC	100 g/L clodinafop + 25 g/L safener

En moyenne et bien que l'efficacité obtenue ne soit pas satisfaisante (un peu plus de 80%), l'ATLANTIS WG (500 ou 300 g/ha), qui est un inhibiteur de l'ALS, procurait de meilleurs résultats que les produits inhibiteurs de l'ACCase. Concernant ceux-ci, les deux essais établissaient clairement un lien entre efficacité et produit : le TOPIK était meilleur que

3. Lutte contre les mauvaises herbes

l'AXIAL, lui-même meilleur que le PUMA S EW. L'ATLANTIS WG, quant à lui, se comportait différemment en fonction de l'essai considéré : il était presque parfait à Fosses-la-Ville alors qu'il présentait des résultats légèrement inférieurs à ceux du TOPIK dans l'essai de Middelkerke.

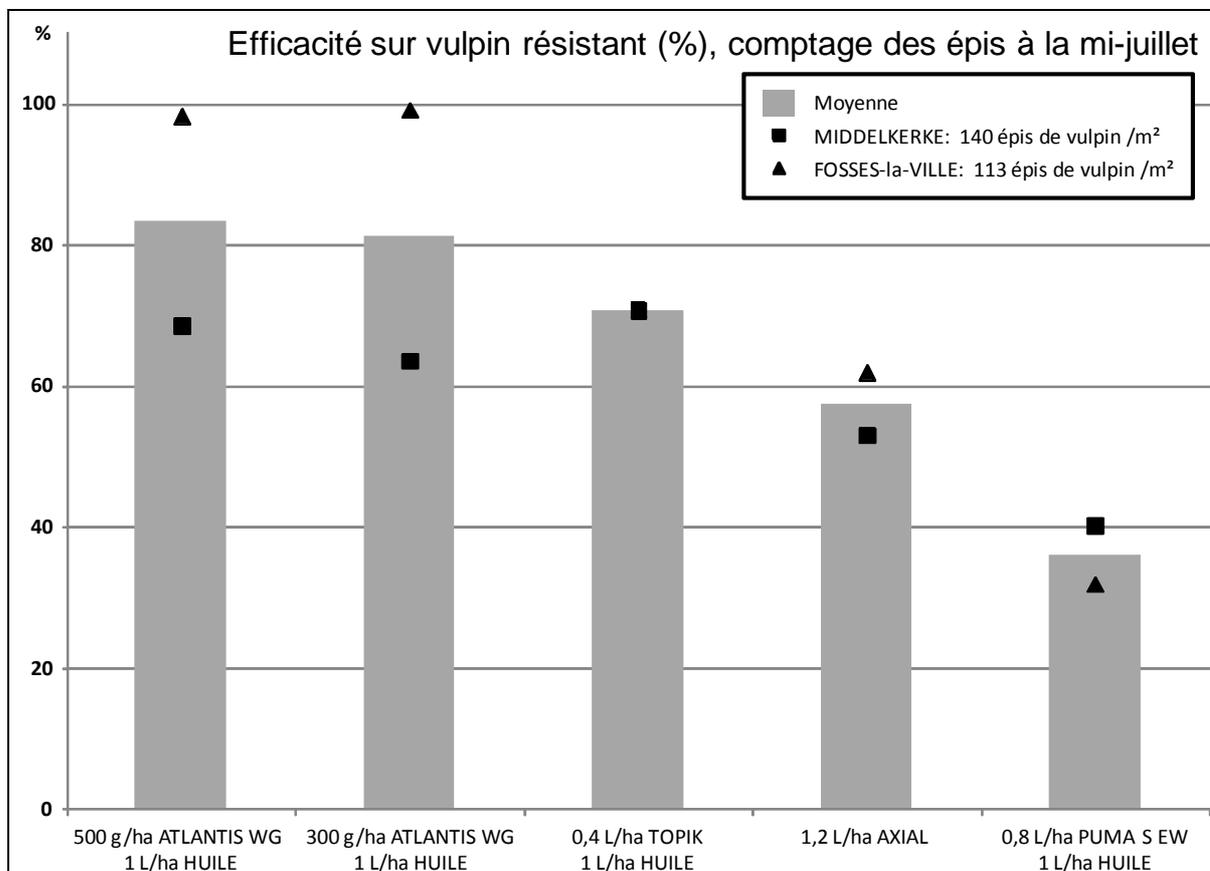


Figure 3.5 – Efficacité sur vulpin résistant. Une seule application au début du mois d'avril 2008. Formule de calcul : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] * 100$.

En présence de vulpins résistants, un seul passage d'antigraminées foliaire risque fort de ne pas être suffisant. Plus que dans n'importe quelle autre situation, il est nécessaire de raisonner le désherbage en programme, c'est-à-dire en présensibilisant les vulpins avec un traitement d'automne.

Les deux populations de vulpins rencontrées sur chaque site d'essai se sont comportées de manière semblable pour les inhibiteurs de l'ACCCase (TOPIK, AXIAL, PUMA S EW), mais fort différemment pour l'ATLANTIS WG. Ce comportement distinct pourrait être expliqué par la génétique de chacune des populations, la population de Fosses-la-Ville étant encore sensible à l'ATLANTIS WG.

Pour plus d'information à propos de la résistance, vous pouvez consulter le point 3.5. de cette rubrique.

2.3 Nouveaux produits

2.3.1 Nouveaux produits

Le TRAXOS (EC, 25 g/L *clodinafop* + 25 g/L *pinoxaden* + 6,25 g/L cloquintocet) combine les substances actives du TOPIK et de l'AXIAL. Cela fait de lui un pur antigraminées à large spectre. Il peut être utilisé à une dose de 1,2 L/ha en froment d'hiver et en triticale dès le stade 3 feuilles (BBCH 13) et jusqu'au stade redressement (BBCH 30). La même association est également proposée sous le nom TIMOK.

Le MEXTRA (EC, 290 g/L *mecoprop-p* + 180 g/L *ioxynil*) est l'équivalent de l'ancien MAESTRO II (EC, 540 g/L *mecoprop* + 180 g/L *ioxynil*). Au contraire du MAESTRO II, seule la fraction active du *mecoprop* (le *mecoprop-p*) se retrouve dans le MEXTRA. Cet antidyotylées peut être utilisé à une dose de 2 L/ha en froment d'hiver et en escourgeon dès le stade début tallage (BBCH 21) et jusqu'au stade redressement (BBCH 30).

Le FOXTROT (EW, 69 g/L *fenoxaprop* + 34,5 g/L cloquintocet) est un antigraminées combinant la substance active du PUMA S EW et le safener du TOPIK. Il conviendra d'employer ce produit prudemment en conditions froides. Il peut être appliqué à une dose de 1 L/ha, toujours associé à une huile, dans des cultures de froment d'hiver de seigle et de triticale à partir du stade deux feuilles (BBCH 12) et jusqu'au stade redressement (BBCH 30). Contrairement au PUMA S EW, son usage en froment de printemps n'est pas autorisé.

2.3.2 Changements de formulation, nouveaux produits génériques

Le tableau 3.9 liste les produits génériques qui ont été agréés depuis l'année dernière.

Tableau 3.9 – Nouveaux produits génériques.

Produit « original »	Formulation	Nouveaux produits génériques
AFALON SC	SC, 450 g/L <i>linuron</i>	LINUSTAR (500 g/L)
AGROXYL 750	SL, 750 g/L <i>MCPA</i>	AGROXONE 750
BI-AGROXYL DUO	SL, 275 g/L <i>MCPA</i> + 275 g/L <i>2,4-D</i>	U 46 COMBI (315 + 360 g/L)
DEFI	EC, 800 g/L <i>prosulfocarbe</i>	FIDOX EC et ROXY 800 EC
DIFLANIL 500 SE	SC, 500 g/L <i>diflufenican</i>	DIFLUFENICAN GLOB 500 SC
HEROLD SC	SC, 400 g/L <i>flufenacet</i> + 200 g/L <i>diflufenican</i>	LIBERATOR (400 + 100 g/L)
REGLONE	SL, 200 g/L <i>diquat</i>	ENKOR PLUS et FALCON
ROUNDUP	SL, 360 g/L <i>glyphosate</i>	AMEGA, NUFOSATE et ROUNDUP ENERGY (SG, 68%)
STARANE	EC, 180 g/L <i>fluroxypyr</i>	TANDUS 180 et TANDUS 200 (200 g/L)

3 Recommandations pratiques

F. Henriet⁴

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 facilement et économiquement éliminées 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. 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 et environnementalement 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 (*isoproturon* 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 qui coïncident avec le retour des beaux jours.

Le désherbage du froment AVANT l'hiver n'est justifié que lorsque le développement des adventices est précoce et intense. Dans ce cas, il peut, dès l'automne, exercer une concurrence néfaste pour la céréale. 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 ;
- en présence d'adventices résistantes à certains herbicides (Voir point 3.5).

⁴ CRA-W – Département Phytopharmacie

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 de levée optimale, 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. On distingue la nuisibilité directe, c'est-à-dire la perte de rendement en fonction de l'infestation, de la nuisibilité indirecte, due aux semences produites par 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.

3.1.4.1 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.

3.1.4.2 Le régime de travail du sol

En collaboration avec C. Roisin, CRA-W, Département Production Végétale

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. Lutte contre les mauvaises herbes

3.1.4.3 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

Il existe, en fonction du stade de développement atteint par la culture et par la flore adventice rencontrée au sein de la parcelle, une série de possibilités recommandées pour lutter contre les mauvaises herbes durant l'automne. Celles-ci sont reprises dans le tableau 3.10 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.

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 contenues en présence. Adapté à la parcelle, ce type de traitement donne souvent pleine satisfaction.

Les urées substituées (*chlortoluron* et *isoproturon*) sont des herbicides racinaires dont le comportement est fortement influencé par la pluviosité et le type de sol (teneur en matières organiques 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 (*trifluraline*⁵ ou *pendimethaline*), l'*isoxaben* ou les pyridinecarboxamides (*picolinafen* ou *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.

⁵ Le TREFLAN (EC, 480 g/L *trifluraline*) ne peut plus être utilisé après le 20 mars 2009.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Le *flufenacet*, actif contre les graminées et quelques dicotylées doit être appliqué après la levée de la culture (sélectivité!) mais avant que les adventices ne soient trop développées (efficacité!). Pour obtenir un spectre complet, il est associé au *diflufenican* dans le HEROLD 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, il existe seulement deux herbicides contenant un antigraminées spécifique : le DJINN et l'AXIAL (ou AXEO). Le DJINN, déjà bien connu, associe l'*isoproturon* au *fenoxaprop*. L'AXIAL (ou AXEO), arrivé sur le marché l'année dernière est composé d'une toute nouvelle substance active : le *pinoxaden*. L'AXIAL étoffe un arsenal relativement pauvre (pas de sulfonilurées antigraminées en escourgeon!) et permet de lutter contre des graminées développées à très développées (BBCH 25-30).

Tableau 3.10 – 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 dicotylées classiques					
<i>Chlortoluron</i>	3 - 3.25 L/ha				3 L/ha
<i>Prosulfocarbe</i>		4 - 5 L/ha			
<i>Isoproturon</i>					2 - 3 L/ha
<i>Isoproturon</i> + <i>fenoxaprop</i> (= DJINN)					2 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>trifluraline</i> (TREFLAN) et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	2 et 1.5 - 2 L/ha 2 et 2 L/ha				
<i>Prosulfocarbe</i> et AZ 500		4 - 5 et 0.15 L/ha			
<i>Flufenacet</i> + <i>diflufenican</i> (= HEROLD) <i>Flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			600 g/ha ou 0,6 L/ha 3 L/ha		
<i>Isoproturon</i> + <i>diflufenican</i> (= JAVELIN) + <i>beflubutamide</i> (= HERBAFLEX) et AZ 500 et BACARA (surtout si risque de jouet du vent) et CELTIC	2 L/ha				2 - 3 L/ha 2 L/ha 2-3 et 0.15 L/ha 2 et 1 L/ha 2 et 2.5 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
	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 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 3.11. 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.

Tableau 3.11 – 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 dicotylées classiques					
<i>Chlortoluron</i> (°)	3 - 3.25 L/ha				
<i>Isoproturon</i>	2,5 L/ha				2.5 L/ha
<i>Prosulfocarbe</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>Isoproturon</i> et AZ 500	2.5 et 0.15 L/ha				
+ <i>diflufenican</i> (= JAVELIN)	2.5 L/ha				
et BACARA	2 et 1 L/ha				
et <i>trifluraline</i> (TREFLAN)	2 et 2 L/ha				
+ <i>beflubutamide</i> (= HERBAFLEX)	2 L/ha				
<i>Prosulfocarbe</i> et AZ 500		4 - 5 et 0.15 L/ha			
<i>Flufenacet</i> + <i>diflufenican</i> (= HEROLD)			600 g/ha ou 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
(°) chlortoluron : attention à la sensibilité variétale					
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

3. Lutte contre les mauvaises herbes

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* et *isoproturon*) 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 (violette, véronique, lamier). Il reste par contre inefficace sur le gaillet. Le *diflufenican* et le *beflubutamide* présentent un spectre semblable à l'*isoxaben*, à l'exclusion de la camomille sur laquelle ils sont peu efficaces. L'association du *diflufenican* avec la *flurtamone* pour former le BACARA élargit le spectre sur les renouées et surtout sur le jouet du vent. La *trifluraline*⁶ est efficace contre les dicotylées classiques et les VVL. 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 ou à la *pendiméthaline* 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.

L'AXIAL (ou AXEO), arrivé sur le marché l'année dernière, est composé d'une toute nouvelle substance active : le *pinoxaden*. En froment, son usage ne devrait pas être recommandé en automne mais reporté au printemps.

En conséquence de conditions climatiques rarement favorables, les traitements de postémergence au stade début tallage (BBCH 21) sont déconseillés. En effet, les traitements à base d'*isoproturon* notamment 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 encourageant leur développement ou

⁶ Le TREFLAN (EC, 480 g/L *trifluraline*) ne peut plus être utilisé après le 20 mars 2009.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

en favorisant de nouvelles germinations. Le céréaliculteur devra soit vérifier l'efficacité des traitements déjà effectués à l'automne (escourgeons et froments semés précocement) et, le cas échéant réaliser un traitement de rattrapage adapté, soit prévoir un traitement pour la majorité des froments, non pulvérisés à l'automne.

Encore une fois, la sélection du traitement doit être raisonnée en fonction de la flore adventice rencontrée dans chaque parcelle individualisée. Les espèces présentes déterminent les substances actives à utiliser alors que le niveau d'infestation et le stade de développement modulent les doses à appliquer. Il est important d'effectuer un traitement combinant d'une part, efficacité sur la flore présente et persistance d'action d'autre part.

Il est indispensable que la céréale ait atteint un stade de développement suffisant pour éviter tout effet phytotoxique. Cela présuppose qu'elle ait bien supporté l'hiver, sans déchaussement et 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

Au cas où un rattrapage contre les graminées serait nécessaire, les schémas de désherbage seront basés sur l'*isoproturon* (2 - 3 L/ha d'une SC à 500 g/L). Celui-ci peut être associé au *fenoxaprop*, un antigraminées foliaire, dans le DJINN (2.5 L/ha) ou au *diflufenican*, antidyctylées renforçant l'action de l'*isoproturon* sur graminées, dans le JAVELIN (2 - 3 L/ha). Attention : une seule application d'*isoproturon* est admise par saison culturale.

Plus efficace que l'*isoproturon*, le *pinoxaden* de l'AXIAL (ou AXEO) constitue une alternative plus qu'intéressante. En effet, cette toute nouvelle substance active est un antigraminées spécifique efficace contre le vulpin, le jouet de vent, le ray-grass,... Seul le pâturin est un peu moins bien contrôlé.

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 antigraminées de dernière génération sont d'ailleurs presque systématiquement associés à un phytoprotecteur (ou safener). Ces produits permettent à la céréale de métaboliser l'herbicide qui, sans cela, pourrait s'avérer phytotoxique.

Il existe principalement 7 substances actives efficaces utilisables au printemps contre les graminées : l'*isoproturon*, le *flupyrsulfuron*, la *propoxycarbazone*, le *mesosulfuron*, le *clodinafop*, le *fenoxaprop* et le *pinoxaden*. Le tableau 3.12 en décrit les principales caractéristiques. Ces molécules présentent un spectre antigraminées qui leur est propre (consulter les pages jaunes de ce Livre Blanc). L'*isoproturon* et *flupyrsulfuron* présentent une efficacité intrinsèque vis-à-vis de certaines dicotylées et peuvent en outre être associées à une substance active antidyctylées 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.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

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

Comment choisir entre ces produits?

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

Tableau 3.12 – 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>isoproturon</i>	C2	racinaire	21-30	00-13	Plusieurs produits	2,5 L/ha
			21-30		JAVELIN ⁽²⁾	2,5 L/ha
			21-29		GALIVOR ⁽³⁾	1,8 kg/ha
			25-30		BIFENIX N ⁽⁴⁾	3,5-4,5 L/ha
			21-30		HERBAFLEX ⁽⁵⁾	2 L/ha
<i>propoxycarbazone</i>	B	plus racinaire que foliaire	21-31	00-21	ATTRIBUT	60 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	tant racinaire que foliaire	21-31	00-31	ATLANTIS WG ⁽⁸⁾	300 g/ha ⁽¹¹⁾
					COSSACK ⁽⁸⁾	300 g/ha
					ALISTER ⁽⁹⁾	1 L/ha
<i>clodinafop</i>	A	foliaire	21-31	11-31	TOPIK ⁽¹⁰⁾	0,3-0,42 L/ha
<i>fenoxaprop</i>	A	foliaire	21-31	11-31	PUMA S EW ⁽¹⁰⁾	0,6-0,8 L/ha
<i>pinoxaden</i>	A	foliaire	21-31	11-31	AXIAL ou AXEO ⁽¹⁰⁾	0,9-1,2 L/ha

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

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

(²) en association avec le *diflufenican*

(⁷) en association avec le *thifensulfuron*

(³) en association avec le *picolinafen*

(⁸) en association avec l'*iodosulfuron* et un phytoprotecteur

(⁴) en association avec le *bifenox*

(⁹) en association avec l'*iodosulfuron*, le *DFE* et un phytoprotecteur

(⁵) en association avec le *beflubutamide*

(¹⁰) en association avec un phytoprotecteur

(⁶) en association avec le *metsulfuron*

(¹¹) la dose peut être portée à 500 g/ha en cas de vulpins résistants

L'*isoproturon* 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 21) et sur des mauvaises herbes peu développées. Il devra être complété ou corrigé par après en fonction des espèces d'adventices rencontrées et de leur développement. Si des graminées trop développées pour l'*isoproturon* sont présentes, il est possible de l'associer à un antigraminées spécifique (*clodinafop*, *fenoxaprop* ou *pinoxaden*) ou à un herbicide principalement antiodicotylées mais ayant une action complémentaire sur les graminées (*diflufenican*, *pendimethaline*,...). En présence de jouet du vent, le BACARA peut renforcer l'*isoproturon*. Pour élargir le spectre sur dicotylées, les

3. Lutte contre les mauvaises herbes

molécules ne manquent pas, que ce soient des hormones, des sulfonilurées ou bien des PPOIs.

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

Le spectre du **flupyrsulfuron** est comparable à celui de l'*isoproturon* (graminées et dicotylées classiques mais pas les VVL). Il peut contrôler des mauvaises herbes en préémurgence (de par son effet racinaire) ou en postémurgence (de par son effet foliaire). Il est commercialisé seul (LEXUS SOLO), 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 *flupyrsulfuron* 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 de l'*isoproturon*, 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 dits résistants. 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 ou le COSSACK. Plus concentré en *iodosulfuron*, le COSSACK présente une efficacité accrue sur les VVL. Ces deux produits devront toujours être pulvérisés en mélange avec 1 L/ha de produit à base d'huile de colza estérifiée. Un troisième produit complète la gamme : l'ALISTER associe 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 (plus tard que l'*isoproturon* ou la *propoxycarbazone*). Il est encore plus souple d'utilisation que le *flupyrsulfuron*. En présence de VVL, l'ATLANTIS WG devra être complété ou corrigé par après.

Le **clodinafop**, 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 postémurgence 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 (mélange TOPIK - ALLIE, par exemple).

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Remarque : des vulpins résistants (résistance métabolique ou par mutation) à ce type de substances actives (les FOPs, mode d'action A) ont été détectés chez nos voisins européens. Chez nous, si des baisses d'efficacité sont régulièrement constatées, il s'agit toujours de cas de résistance métabolique.

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 de se référer à l'étiquette des produits ou aux pages jaunes de ce Livre Blanc pour s'assurer de les utiliser correctement et en toute sécurité.

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

Le choix de l'herbicide antidicotylées doit avant tout tenir compte des espèces adventices présentes (tableau 3.13) et de leur stade de développement. En cas de mélange avec un antigraminées, il importe de s'assurer de l'absence d'effet antagoniste. Des produits sont antagonistes quand le mélange des deux réduit l'efficacité d'au moins un des partenaires par rapport à son utilisation seul. Il peut également être intéressant de combiner (association ou mélange) des substances actives efficaces sur la flore en place à d'autres assurant une persistance d'action suffisante pour prévenir de nouvelles germinations.

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

Prudence avec les mélanges!

*La lutte contre certaines vivaces ou contre les repousses de la culture précédente (chicorées, pommes de terre,...) impose souvent l'application tardive de sulfonylurées antidicotylées. En 2006, la phytotoxicité de ces mélanges avait été observée par des chutes de rendement sur la plate-forme d'essais de Loncée et une remarque avait été insérée dans l'édition 2006 du Livre Blanc. En 2007, dans un essai similaire, aucune perte de rendement n'a été mise en évidence... Cependant, la prudence reste de mise surtout si les **plantes sont stressées** par les conditions météorologiques (chaleur, stress hydrique) ou si le stade **dernière feuille est dépassé** (ne jamais traiter au début gonflement).*

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.13 – 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
Gaillet	Hormones	O	<i>dichlorprop, fluroxypyr, mecoprop</i>
	Sulfonylurées	B	<i>amidosulfuron, florasulam, iodosulfuron</i>
	PPOIs ⁽²⁾	E	<i>carfentrazone, cinidon, pyraflufen</i>
Mouron des oiseaux	Hormones	O	<i>dichlorprop, fluroxypyr, mecoprop</i>
	Sulfonylurées	B	<i>iodosulfuron, florasulam, metsulfuron</i>
	PDS ⁽³⁾	F1	<i>diflufenican, beflubutamide, picolinafen</i>
Camomille	Sulfonylurées	B	<i>iodosulfuron, florasulam, metsulfuron</i>
	Nitriles	C3	<i>bromoxynil, ioxynil</i>
	Benzothiadiazinones	C3	<i>bentazon</i>
Véroniques et violettes (pensées)	PDS ⁽³⁾	F1	<i>diflufenican, beflubutamide, picolinafen</i>
	Nitriles	C3	<i>bromoxynil, ioxynil</i>
	Benzothiadiazinones	C3	<i>bentazon</i>
	PPOIs ⁽²⁾	E	<i>bifenox, carfentrazone, pyraflufen</i>
Lamiers	PDS ⁽³⁾	F1	<i>diflufenican, beflubutamide, picolinafen</i>
	Nitriles	C3	<i>bromoxynil, ioxynil</i>
	Benzothiadiazinones	C3	<i>bentazon</i>
	PPOIs ⁽²⁾	E	<i>bifenox, carfentrazone, cinidon, pyraflufen</i>
	Sulfonylurées	B	<i>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

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

3. Lutte contre les mauvaises herbes

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 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 matières organiques (trop de m.o. [3-4 %] séquestre le produit) des sols ;
 - des températures élevées (> 14-15 °C) sont nécessaires pour les hormones et les antidicotylées 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, 183 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 céréaliculteurs. 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 léthal 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 pas.

Les mécanismes de résistance correspondent à la méthode par laquelle une plante résistante court-circuite 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

3. Lutte contre les mauvaises herbes

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), selon que la plante dégrade plus ou moins rapidement l'herbicide. 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 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 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 apparaissent çà et là dans les campagnes. Avant de mettre en cause la 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 certaine le caractère résistant ou pas d'une population de graminées. Des prélèvements de semences peuvent être effectués par le Département Phytopharmacie 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 ;

3. Lutte contre les mauvaises herbes

- 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 est urgent de suivre les mesures qui suivent :

- adopter sans plus tarder les conseils décrits au point 3.5.2 ;
- privilégier les programmes de traitement. La pulvérisation d'un produit racinaire (*isoproturon* seul ou associé au TREFLAN, HEROLD, MALIBU...) 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

J-P. Destain¹, L Couvreur¹, J-L. Herman¹, J-P. Goffart¹, V. Reuter¹, O. Mostade², B. Huyghebaert²,
B. Monfort³, B. Bodson⁴, B. Seutin⁵ et F. Vancutsem⁴

1	La fumure en froment.....	2
1.1	Bilan de l'année écoulée.....	2
1.2	Expérimentation, résultats, perspectives	3
1.2.1	<i>Réponse à la fumure minérale en 2008</i>	3
1.2.2	<i>Le raisonnement est-il identique dans des situations avec des apports importants d'azote organique ?</i>	8
1.2.3	<i>Technique d'application de la solution azotée à la dernière feuille.</i>	10
1.2.4	<i>Quelle fumure adoptée au vu de la volatilité des prix ? Synthèse de cinq années</i>	12
1.2.5	<i>Conclusion des expérimentations 2008.....</i>	13
1.3	Recommandations pratiques.....	13
1.3.1	<i>Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 5 février 2009</i>	13
1.3.2	<i>Les objectifs.....</i>	15
1.3.3	<i>Les principes de base de la fixation de la fumure azotée.....</i>	16
1.3.4	<i>Le rythme d'absorption de l'azote par la culture.....</i>	16
1.3.5	<i>La détermination pratique de la fumure.....</i>	18
1.3.6	<i>Les modalités d'application des fumures.....</i>	19
1.3.7	<i>Calcul de la fumure azotée pour 2009.....</i>	23
2	La fumure en escourgeon	39
2.1	Aperçu de l'année écoulée.....	39
2.2	Expérimentation, résultats, perspectives	39
2.3	Les recommandations pratiques	42
2.3.1	<i>Conditions particulières de 2009, profil en azote minéral du sol en escourgeon.....</i>	42
2.3.2	<i>Les principes de base de la détermination de la fumure azotée.....</i>	42
2.3.3	<i>La détermination pratique de la fumure.....</i>	43
2.3.4	<i>Les modalités d'application de la fumure azotée.....</i>	44
2.3.5	<i>Calcul de la fumure azotée pour 2009.....</i>	46

¹ CRA-W – Département Production Végétale

² CRA-W – Département Génie Rural

³ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePicOP (DGOARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

⁴ F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

⁵ F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGOARNE du Ministère de la Région Wallonne

1 La fumure en froment

1.1 Bilan de l'année écoulée

Beaucoup de froments d'hiver ont été semés dans de bonnes conditions durant l'automne 2007. Les températures ont diminué progressivement avec l'apparition des premières gelées fin octobre. Les froments se sont donc acclimatés lentement mais sûrement pour l'hiver. Cependant celui-ci fut anormalement doux comme l'atteste les températures relevées durant les mois de janvier et février. Plusieurs semis ont encore été réalisés dans le courant du mois de janvier et cela dans de très bonnes conditions.

Les profils azotés réalisés durant ces deux premiers mois de l'année 2008 étaient dans de nombreux cas riches, avec une moyenne de 106 kg N sur 1,50 m. Des profils de ce type n'avaient plus été observés durant ces 10 dernières années. Il fallait remonter à 1998 pour trouver une situation similaire. Seuls les profils après betteraves ou chicorées arrachées tardivement étaient faibles. L'équipe du «Livre blanc» avait alors proposé de travailler dans la plupart des situations avec un apport de la fumure en deux fractions.

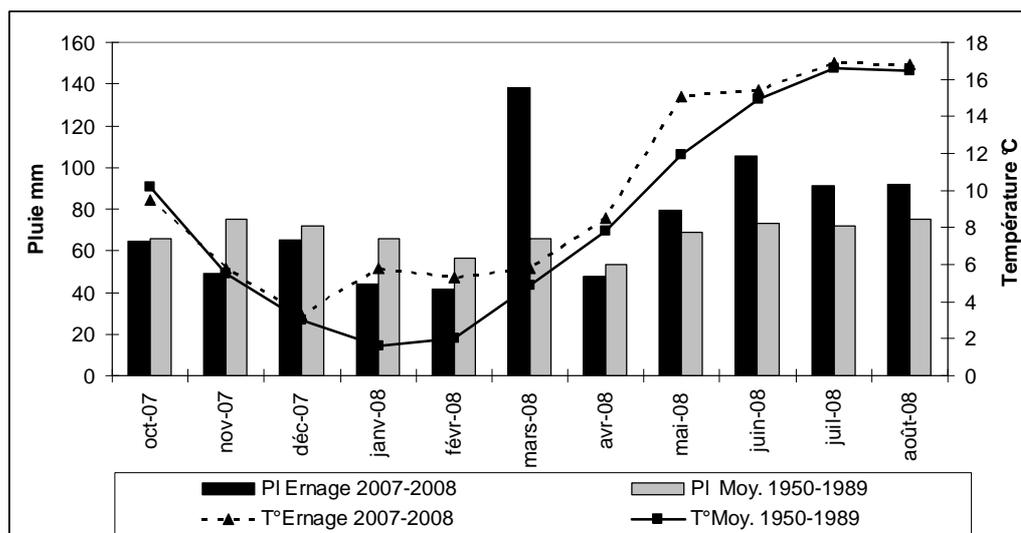


Figure 4.1 – Aperçu des conditions climatiques mensuelles d'octobre 2007 à août 2008 – Poste d'Ernage (Gembloux, CRA-W).

Les mois de mars et avril ont été très capricieux : forte pluviométrie, gelées tardives fin mars et début avril. Les écarts de températures entre le jour et la nuit étaient importants ce qui a empêché une franche reprise de la végétation. La minéralisation a également été faible durant cette période. Les prélèvements par la culture ont été insuffisants et ont entraîné une faible montée en épis des talles présents, à priori pourtant en nombre suffisant. De plus, les désherbages réalisés durant cette période ont parfois bloqué la végétation. Les applications d'azote ont été globalement tardives sauf pour les agriculteurs qui avaient profité des derniers beaux jours de février. De même, les régulateurs de croissance ont été souvent appliqués dans de mauvaises conditions (températures insuffisantes), ce qui a réduit leur efficacité et entraîné

des phénomènes de verse lors des orages parfois violents et accompagnés de bourrasques de vent.

Les froments ont rattrapé le retard qu'ils avaient accumulé durant le mois d'avril grâce aux conditions clémentes de mai. La pluviométrie régulière, l'absence de stress de température, quelques bonnes périodes à des moments charnières ont conduit dans l'ensemble à de bons rendements. Les froments bien protégés contre les différentes maladies fongiques ont pu prélever de l'azote tardivement dans la saison et ainsi assurer un bon remplissage du grain qui a permis de compenser le nombre d'épi/m² souvent faible (autour de 400 épis/m²). La variabilité est cependant une fois de plus assez forte, à l'image de la saison culturale.

1.2 Expérimentation, résultats, perspectives

1.2.1 Réponse à la fumure minérale en 2008

Trois essais « fumure » ayant pour but de situer l'optimum de fumure par rapport à la fumure azotée calculée selon la méthode du « Livre blanc » ont été menés sur le site de Loncée. Dans l'essai sur la variété Tuareg, les niveaux de rendement étaient plus faibles par rapport aux deux autres variétés ; cette différence est expliquée par une implantation de cette parcelle beaucoup plus tardive (fin janvier) par rapport aux deux autres essais (fin octobre).

Tableau 4.1 – Caractéristiques des trois essais de réponse à la fumure azotée – FUSAGx - Loncée 2008.

Variété		Tuareg	Koreli	Istabraq
Caractéristique variété		panifiable	panifiable	fourrager
N° de l'essai		FH08-11	FH08-26	FH08-51
Date de semis		28-janv	19-oct	22-oct
Densité de semis		400 gr/m ²	220 gr/m ²	250 gr/m ²
Précédent		Betterave	Betterave	Froment
Teneurs en N total en sortie hiver sur 90cm (sous culture de froment)		--	44	72
Apport de la fumure	tallage	1-avr	1-avr	31-mars
	tallage-redressement	14-avr	3-avr	3-avr
	redressement	5-mai	16-avr	15-avr
	dernière feuille	2-juin	16-mai	16-mai
Désherbage		21-avr	21-avr	21-avr
Raccourcisseur		14-mai	3-mai	24-avr
Fongicide		22-mai	8-mai	8 mai
			4-juin	4-juin
Insecticide		-	10 juin	-

1.2.1.1 Approche phytotechnique et économique

Le tableau 4.2 reprend pour les 30 fumures testées :

- Le rendement phytotechnique : rendement brut obtenu sur la parcelle ;

4. La fumure azotée

- Le rendement économique : rendement phytotechnique duquel est soustrait en équivalent kg froment la valeur de l'azote apporté (1 uN = 6.2 kg de froment). L'ensemble des rendements économiques repris dans ce chapitre sont exprimés selon le rapport 6.2 équivalent à un froment à un prix de vente de 150 €/t et de l'azote (ammonitrate 27 %) à 250 €/tonne.

Tableau 4.2 – Rendements phytotechniques (qx/ha) et rendements économiques (qx/ha) pour un rapport de 6,2 (1uN = 6.2kg de froment) obtenus dans les essais fumures azotées – FUSAGx - Lonzée 2008.

Obj.	Fumure					Coût de l'N en qx de froment	Tuareg FH 08-11		Koreli FH 08-26		Istabraç FH 08-51	
	T	T-R	R	DF	tot		rdt brut qx/ha	rdt éco qx/ha	rdt brut qx/ha	rdt éco qx/ha	rdt brut qx/ha	rdt éco qx/ha
1	0	0	0	0	0	0	59	59	58	58	62	62
2	0	50	0	0	50	3	75	72	75	72	81	78
3	0	50	0	50	100	6	87	81	90	83	90	84
4	0	50	0	75	125	8	86	78	90	82	90	82
5	0	50	0	100	150	9	88	78	95	86	96	87
6	0	50	0	125	175	11	86	75	99	88	99	88
7	0	50	0	150	200	12	85	73	100	88	103	91
8	0	75	0	0	75	5	82	77	83	79	90	85
9	0	75	0	50	125	8	91	83	97	89	97	89
10	0	75	0	75	150	9	92	83	99	90	101	92
11	0	75	0	100	175	11	92	81	103	93	105	94
12	0	75	0	125	200	12	90	78	101	89	110	98
13	0	75	0	150	225	14	94	80	106	92	105	91
14	0	100	0	0	100	6	87	81	95	89	92	85
15	0	100	0	50	150	9	94	84	101	92	99	89
16	0	100	0	75	175	11	94	84	103	92	103	92
17	0	100	0	100	200	12	93	81	106	93	101	89
18	0	100	0	125	225	14	95**	81	107	93	105	91
19	0	100	0	150	250	15	94	79	107	92	107	91
20	0	125	0	0	125	8	91	83	99	91	96	89
21	0	125	0	50	175	11	94	83	105	94	101	90
22	0	125	0	75	200	12	95	83	107	94	102	90
23	0	125	0	100	225	14	92	78	103	89	103	89
24	0	125	0	125	250	15	94	79	107	92	110	94
25	0	125	0	150	275	17	93	76	106	89	106	89
26	50	0	50	50	150	9	92	83	101	91	101	91
27	75	0	75	75	225	14	93	79	107	93	107	94
28	100	0	100	100	300	19	91	73	103	85	105	86
LB*	50	0	60	75	185	11	95	83	107	96	96	85
LB*	0	80	0	95	185	11	95	83	103	91	104	92

*Les deux dernières fumures reprises dans le tableau sont les fumures calculées et ajustées selon la méthode du «Livre blanc».

**Les valeurs en gras représentent les valeurs maximales de rendements pour chaque variété et les cases grisées sont les valeurs statistiquement équivalentes à leur valeur maximale respective.

Les maxima de **rendement phytotechnique** étaient de :

- 95 qx/ha pour Tuareg semé en janvier avec des fumures variant de 185 à 225 uN. Les fumures « Livre blanc » en 2 ou 3 apports permettent d'atteindre ce rendement maximum ;
- 107 qx/ha pour Koreli avec des fumures variant de 185 à 300 uN. Bien qu'inférieur à la fumure « Livre blanc » en 3 apports la modalité 2 apports (103 qx/ha) n'est statistiquement pas significativement différente ;
- 110 qx/ha pour Istabraq pour un apport total de 200 et de 250 uN. Des rendements significativement équivalents sont obtenus avec des fumures allant de 200 à 300 uN. La fumure « Livre blanc » était dans ce cas légèrement sous-estimée.

Pour l'agriculteur, c'est le **rendement économique** qui doit primer, dans ce cas, les niveaux de fumure sont inférieurs à ceux produisant le rendement phytotechnique maximal :

- Pour Tuareg, l'optimum économique est atteint avec les fumures totales de 150 et 175 uN, dont la première fraction est dans les deux cas équivalente à 100 uN. Le rendement phytotechnique s'élève à 94 qx/ha ;
- Pour Koreli, l'optimum économique est atteint avec une fumure totale de 185 uN qui est la fumure « Livre blanc » donnant un rendement phytotechnique de 107 qx/ha ;
- Pour Istabraq, l'optimum économique est atteint avec une fumure totale de 200 uN avec un rendement phytotechnique de 110qx/ha.

1.2.1.2 L'importance du fractionnement

Dans le fractionnement en 2 apports de la fumure azotée Livre blanc, le niveau de la première fraction est fixé à 80 uN. Les résultats obtenus en 2008 ont confirmé cette dose qui permet d'obtenir une végétation optimale. Le tableau 4.3 montre les différences de rendement qui ont été observées quand, pour une même fumure totale comprise entre 125 et 200 uN, 25 uN sont retirées ou ajoutées à la première fraction :

- Lors du passage de 75 uN à 50 uN pour la première fraction, une perte moyenne de 509 kg/ha a été observé ;
- Lors du passage de 75 uN à 100 uN, le niveau de rendement reste similaire.

Ces deux constats mettent en évidence l'adéquation de la dose de 80 uN appliquée lors du premier passage avec les besoins en azote de la culture.

4. La fumure azotée

Tableau 4.3 – Différences de rendement (kg/ha) observées lors de l'augmentation de la première fraction pour une fumure totale constante - Lonzée 2008.

Fraction TR	Fumure Totale								Moyenne Gain Rdt
	125		150		175		200		
	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	
50	8868		9289		9465		9618		509
75	9475	+ 607	9729	+ 440	10011	+ 546	10060	+ 442	
100	-		9776	+ 47	9997	- 14	10008	- 52	- 6

1.2.1.3 Taux de protéines et verse : impact de la fumure

Le **taux de protéines** est un paramètre important de la qualité du froment et est influencé par la fumure azotée.

Tableau 4.4 – Teneurs en protéines (% M.S.) obtenues dans les essais fumures azotées – FUSAGx - Lonzée 2008.

	Fumure azotée					Koreli	Istabraq		Fumure azotée					Koreli	Istabraq
	T	T-R	R	DF	Tot				T	T-R	R	DF	tot		
1	-	0	-	0	0	11,6	8,0	16	-	100	-	75	175	12,6	10,0
2	-	50	-	0	50	11,2	7,9	17	-	100	-	100	200	12,7	10,6
3	-	50	-	50	100	12,0	8,8	18	-	100	-	125	225	12,8	10,7
4	-	50	-	75	125	12,1	9,6	19	-	100	-	150	250	13,0	10,7
5	-	50	-	100	150	12,8	9,9	20	-	125	-	0	125	11,7	9,0
6	-	50	-	125	175	12,7	10,1	21	-	125	-	50	175	12,1*	10,0
7	-	50	-	150	200	13,1	10,2	22	-	125	-	75	200	12,2*	10,4
8	-	75	-	0	75	11,2	8,1	23	-	125	-	100	225	12,6	10,7
9	-	75	-	50	125	12,0	9,3	24	-	125	-	125	250	13,0	10,8
10	-	75	-	75	150	12,4	9,7	25	-	125	-	150	275	12,8	10,9
11	-	75	-	100	175	12,6	10,0	26	50		50	50	150	12,0	9,5
12	-	75	-	125	200	12,7	10,3	27	75		75	75	225	12,6	10,8
13	-	75	-	150	225	13,1	10,5	28	100		100	100	300	12,9	11,5
14	-	100	-	0	100	11,4	8,6	29	50		60	75	185	12,3*	10,2
15	-	100	-	50	150	12,0	9,6	30	-	80	-	105	185	12,7	10,1

* Teneur en protéines correspondant à un rendement économiquement optimum

 Teneur en protéines correspondant à un rendement phytotechnique maximum

La détermination des teneurs en protéines pour l'ensemble des échantillons des variétés Koreli et Istabraq issus des essais fumure 2008 a permis de mettre en évidence que (tableau 4.4 et figure 4.2) :

- Au niveau de cet essai, la teneur en protéines de la variété Istabraq (fourragère) est en moyenne inférieure de 2.5 % par rapport à la variété Koreli (panifiable) ;
- Les variétés ont une réponse similaire à l'augmentation de l'apport d'azote au stade DF ;
- L'apport au stade DF influence fortement la teneur en protéines, de même que la dose totale appliquée surtout lorsque cette dernière est trop faible.

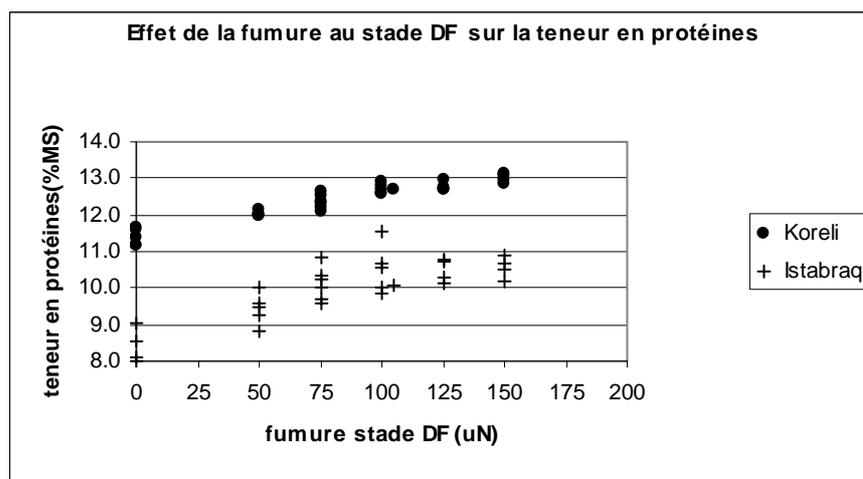


Figure 4.2 – Influence de la fumure au stade dernière feuille sur la teneur en protéines.

- La fumure économiquement optimale engendre généralement des teneurs en protéines finales plus faibles que les fumures conduisant au rendement phytotechnique maximum (voir tableau 4.4 exemple Koreli).

Les **phénomènes de verse** dans les essais fumure 2008 n'étaient pas généralisés. Seul l'essai sur Koreli a présenté de la verse (tableau 4.5).

Tableau 4.5 – Rendements phytotechniques (kg/ha) et indices de verse (%) obtenus dans l'essai fumures azotées Koreli – FUSAGx - Loncée 2008.

	Fumure				tot	rdt (kg/ha)	indice de verse* (%)	Fumure				tot	rdt (kg/ha)	indice de verse (%)	
	T	T-R	R	DF				T	T-R	R	DF				
1	-	-	-	-	0	5784	0	16	-	100	-	75	175	10288	37
2	-	50	-	-	50	7489	0	17	-	100	-	100	200	10585	34
3	-	50	-	50	100	8963	0	18	-	100	-	125	225	10682	36
4	-	50	-	75	125	9015	0	19	-	100	-	150	250	10720	41
5	-	50	-	100	150	9493	5	20	-	125	-	-	125	9895	8
6	-	50	-	125	175	9891	5	21	-	125	-	50	175	10497	29
7	-	50	-	150	200	10045	0	22	-	125	-	75	200	10672	32
8	-	75	-	-	75	8347	0	23	-	125	-	100	225	10288	37
9	-	75	-	50	125	9684	8	24	-	125	-	125	250	10709	36
10	-	75	-	75	150	9915	8	25	-	125	-	150	275	10630	45
11	-	75	-	100	175	10337	14	26	50	-	50	50	150	10072	27
12	-	75	-	125	200	10137	11	27	75	-	75	75	225	10684	52
13	-	75	-	150	225	10583	18	28	100	-	100	100	300	10316	56
14	-	100	-	-	100	9482	13	29	50	-	60	75	185	10725	44
15	-	100	-	50	150	10108	12	30	-	80	-	105	185	10261	13

* l'indice de verse (exprimé en %) est déterminé par le produit de la surface de la parcelle versée (noté de 0 à 10 : 0 = 0% de la parcelle et 10 = 100 % de la parcelle) et de l'intensité de la verse (noté de 0 à 10 : 0 = droit et 10 = épis contre le sol)

- Les phénomènes de verse observés au sein de l'essai Koreli n'ont pas engendré de perte importante de rendement. Effectivement, la verse affectait une surface importante de la

4. La fumure azotée

parcelle mais elle était de faible intensité et n'a donc pas trop entravé le remplissage du grain ;

- L'indice de verse est supérieur dans les modalités de fumure à trois fractions et lorsque les premiers apports atteignent ou dépassent les 100 uN/ha.

La meilleure manière de se prémunir contre le risque de verse reste le choix d'une variété résistante et une bonne gestion de l'azote par des apports modérés en début de culture.

1.2.1.4 *Les reliquats azotés*

Les froments ont prélevé dans la majorité des cas, l'entièreté de l'azote apporté. Le tableau 4.6 présente, pour 6 modalités de fumure, la valeur des **reliquats azotés post-récolte** de l'essai mené sur la variété Koreli. Ces mesures ont été réalisées par le Département de Productions Végétales du CRA-W. Les faibles teneurs en N en dessous des 45 premiers cm de profondeur sont le signe d'un épuisement correct du profil par la culture. Les valeurs plus importantes dans la partie supérieure du profil (45 premiers centimètres) sont dues à une accumulation de l'azote suite à la minéralisation entre la sénescence complète de la plante (arrêt du prélèvement de l'azote) et la date de détermination des reliquats post-récolte. La modalité 125-150 présentait un reliquat post-récolte total plus élevé, l'apport de 150 uN au stade dernière feuille était probablement trop important.

Tableau 4.6 – Reliquats en azote minéral (kg/ha) dans le profil pour différentes modalités de fumures dans l'essai sur la variété Koreli 2008.

Profondeur (cm)	0 - 0 - 0	75 - 125	125 - 75	125 - 150	50 - 60 - 75	80 - 105
0-15	10	8	7	15	9	8
15-30	11	11	9	13	10	7
30-45	3	3	3	8	3	2
45-60	1	1	1	5	1	1
60-75	1	1	1	5	1	0
75-90	0	1	1	4	0	1
90-105	0	4	9	3	1	1
105-120	1	8	2	3	1	1
120-135	1	4	2	3	1	1
135-150	1	2	3	3	1	2
Total	29	43	38	62	28	24

1.2.2 Le raisonnement est-il identique dans des situations avec des apports importants d'azote organique ?

Afin de poursuivre l'étude de l'impact de l'azote organique, un essai a été implanté dans les environs de Gembloux chez un agriculteur qui effectue régulièrement des apports de fientes de poulet. Cet essai résulte d'une collaboration entre l'Unité de Phytotechnie (FUSAGx) et le Département Production Végétale (CRA-W).

Cet essai a permis d'étudier plus particulièrement l'influence du **moment d'application** des fientes. Une partie des parcelles a reçu des fientes en octobre qui ont été incorporées avant le semis et une autre partie des parcelles a reçu des fientes en février sur végétation.

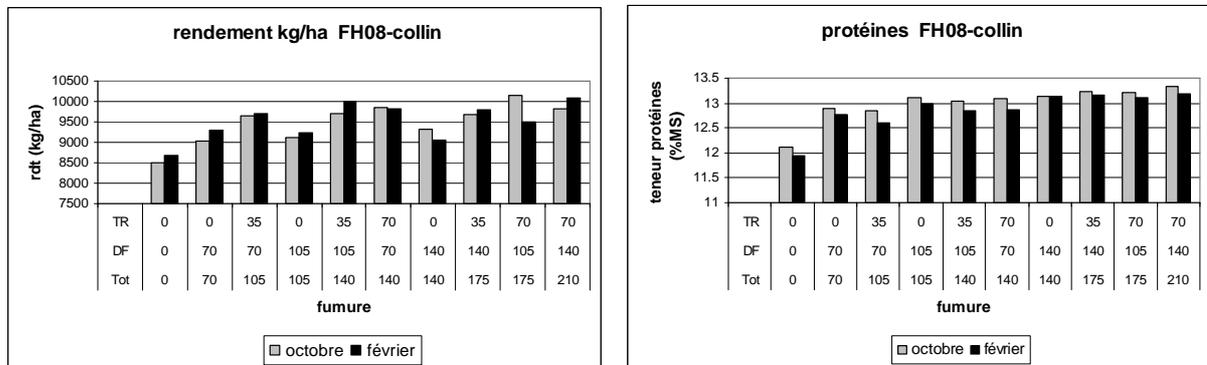


Figure 4.3 – Rendements phytotechniques (kg/ha) et teneur en protéines (% M.S.) pour l'essai fientes – FUSAGx 2008.

Rendement et taux de protéines

L'analyse des résultats révèle des différences significatives de rendements et de taux de protéines entre les différentes modalités de fumure minérale mais pas entre les deux modalités d'apport de fientes.

Suite aux conditions peu propices de minéralisation en début de reprise de végétation, la disponibilité de la centaine d'unités d'azote apportées par les fientes a été très faible puisque un coup de pouce avec de l'engrais s'est avéré nécessaire lors du redémarrage de la croissance. Les résultats montrent qu'il fallait au moins apporter 35 uN/ha.

Un faible effet de la fraction au stade DF (période propice à la minéralisation) est observé. Effectivement, si on compare les modalités à première fumure équivalente, l'augmentation de la deuxième fraction et, par la même occasion, la fumure totale ne fait pas varier de manière significative le rendement. La minéralisation, par son apport en azote, peut à cette période masquer l'effet de l'apport de l'azote minéral. Au niveau des protéines, l'apport d'azote minéral permet dans le meilleur des cas d'augmenter la teneur en protéines de 1,4%.

Reliquats azotés après récolte

Le froment n'a pas prélevé l'entièreté de l'azote apporté sauf dans le cas où aucun apport supplémentaire d'azote minéral n'a été effectué. Il est important de noter que les mesures ont été effectuées sur des parcelles ayant reçu une fumure minérale totale comprise entre 140 et 210, ce qui équivaut à un apport total en azote de 240 à 310 uN si la fumure organique est tenue en compte.

L'étude des reliquats azotés (tableau 4.7) montre un enrichissement des 45 premiers cm du profil. Celui-ci est dû à la minéralisation importante dans ce type de sol où les apports de matières organiques sont très réguliers. Cette minéralisation résulte des 4 semaines entre la mesure et la fin du prélèvement de l'azote par la culture (c'est-à-dire lors de l'arrivée à maturité).

4. La fumure azotée

Il est préférable de privilégier les apports avant l'implantation de la culture pour limiter les pertes par volatilisation.

Tableau 4.7 – Reliquats en azote minéral du sol pour différentes modalités d'apports d'azote minéral – CRA-W 2008.

Profondeur (cm)	fientes octobre				fientes février			
	0 - 0 - 0	70 - 70	70 - 105	70 - 140	0 - 0 - 0	70 - 70	70 - 105	70 - 140
0-15	18	17	18	20	21	18	16	17
15-30	14	13	13	21	11	10	10	16
30-45	5	7	9	14	5	4	4	13
45-60	2	2	4	6	2	2	2	4
60-75	1	1	2	2	1	1	1	1
75-90	0	1	2	3	1	1	1	2
90-105	1	2	6	7	2	4	4	4
105-120	1	6	9	10	2	7	8	8
120-135	2	8	11	12	1	10	10	11
135-150	4	9	11	11	1	11	10	11
Total	47	66	85	106	47	68	65	87

1.2.3 Technique d'application de la solution azotée à la dernière feuille

L'application d'azote liquide lors de la fraction de dernière feuille peut occasionner des brûlures du feuillage et entraîner des nécroses plus ou moins importantes. Les avantages de l'engrais liquide (coût, homogénéité, utilisation du pulvérisateur uniquement) plaident en faveur de son utilisation au stade dernière feuille. Dans ce but, un essai a été mené afin de comparer différents types de jets sur végétation humide (rosée du matin) et sur végétation sèche (plein soleil). Nonante unités d'azote ont été apportées sous forme solide ou liquide avec quatre types de jets. Cette expérimentation est menée en collaboration avec le Département Génie rural du CRA-W.

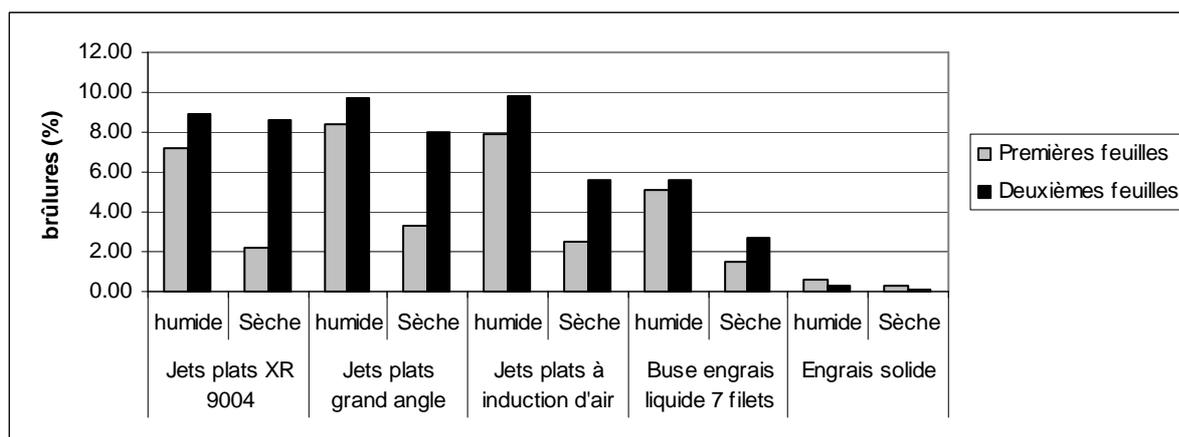
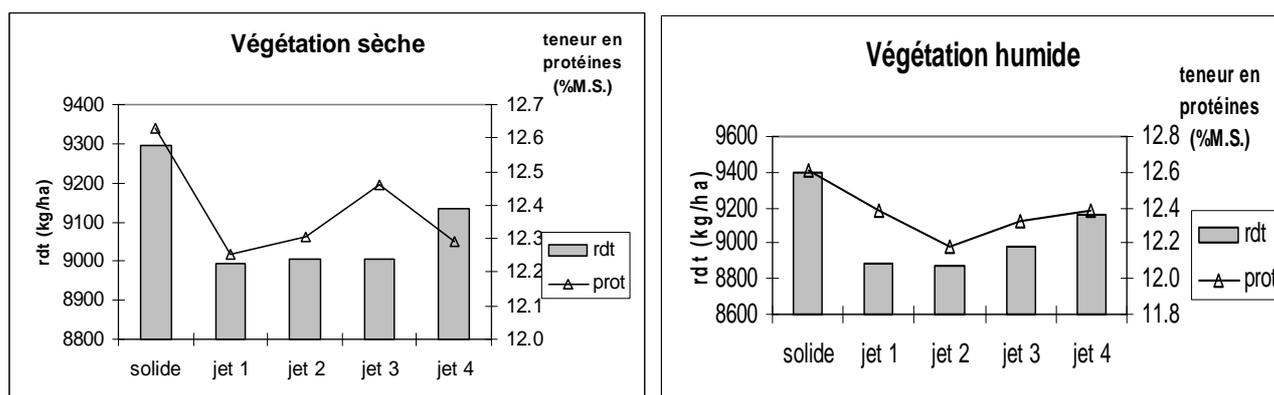


Figure 4.4 – Niveaux de brûlures (%) des premières et deuxièmes feuilles suite à l'application d'azote à la dernière feuille pointante, mesures réalisées par analyse d'image par le Département Génie Rural du CRA-W.



solide	90 uN solide
jet 1	90 uN Liquide jets plats XR 9004
jet 2	90 uN Liquide jets plat grand angle TT9003
jet 3	90 uN Liquide jets plats à induction d'air AIC90025
jet 4	90 uN Liquide buse engrais liq 7 filets SJ7-03

Figure 4.5 – Rendements phytotechniques (kg/ha) et teneur en protéines (%M.S.) pour l'essai type de buse N liquide – FUSAGx 2008.

L'observation et l'analyse des résultats révèlent que :

- Il y a une différence significative entre l'application de la dernière fraction sous forme solide et liquide. L'application solide permet d'obtenir des rendements et des teneurs en protéines supérieurs par rapport à une application d'azote liquide. Les brûlures souvent rencontrées lors de l'application de l'azote liquide diminuent le potentiel de rendement de la plante. Seul le jet de type « buse engrais liq 7 filets SJ7-03 » permet d'obtenir des rendements équivalents ou se rapprochant de ceux observés lors de l'utilisation d'engrais azoté sous forme solide.
- Les niveaux de brûlures (figure 4.4) ont été déterminés par analyse d'image. Cette méthode ne permet cependant pas de différencier les brûlures des nécroses et lésions éventuelles. Ceci explique le faible niveau de brûlure observé lors de l'application d'ammonitrate solide (de l'ordre du %). L'observation des différents niveaux de brûlures montre que :
 - L'application sur végétation humide présente généralement des niveaux de brûlures supérieurs par rapport à une application sur végétation sèche. Effectivement, une gouttelette d'azote entrant en contact avec une goutte d'eau sur la feuille engendre une plus grande surface de contact de l'azote liquide sur la feuille.
 - Le jet de type « buse engrais liq 7 filets SJ7-03 » présente les valeurs de brûlures les plus faibles par rapport aux trois autres types de buses et également des rendements supérieurs. Lors d'une application sur végétation sèche avec ce type de jet, le rendement est considéré comme équivalent à l'application sous forme solide.

1.2.4 Quelle fumure adoptée au vu de la volatilité des prix ? Synthèse de cinq années

On assiste ces dernières années à une fluctuation importante des prix de l'azote et du froment. Le rapport prix azote-froment est souvent utilisé, il représente la quantité de froment qu'il faut pour payer une unité d'azote (voir tableau 4.8).

Depuis la récolte 2007, les prix des céréales sont passés de 240€/t à 100€/t, l'azote quant à lui à atteint les 380€/t. De nombreux scénarios ont été rencontrés :

- un froment vendu à 120€/t pour payer de l'azote à 30€/t → rapport 12 ;
- de l'azote acheté à 240€/t pour produire un froment à 100€/t → rapport 9 ;
- prix de vente froment 150€/t, prix d'achat ammonitrate 250€/t → rapport 6,2.

Tableau 4.8 – Rapport entre prix azote- prix froment.

		prix du froment (€/T)								
		€/1uN	100	120	140	160	180	200	220	240
prix azote (ammonitrate 27%) en €/T	100	0.4	4	3	3	2	2	2	2	2
	120	0.4	4	4	3	3	2	2	2	2
	140	0.5	5	4	4	3	3	3	2	2
	160	0.6	6	5	4	4	3	3	3	2
	180	0.7	7	6	5	4	4	3	3	3
	200	0.7	7	6	5	5	4	4	3	3
	220	0.8	8	7	6	5	5	4	4	3
	240	0.9	9	7	6	6	5	4	4	4
	260	1.0	10	8	7	6	5	5	4	4
	280	1.0	10	9	7	6	6	5	5	4
	300	1.1	11	9	8	7	6	6	5	5
	320	1.2	12	10	8	7	7	6	5	5
	340	1.3	13	10	9	8	7	6	6	5
	360	1.3	13	11	10	8	7	7	6	6
380	1.4	14	12	10	9	8	7	6	6	
400	1.5	15	12	11	9	8	7	7	6	

L'utilisation d'un programme statistique a permis de réaliser des simulations de rendement économique pour plusieurs rapports du coût azote-froment à partir de l'ensemble des résultats des essais fumures de 2004 à 2008. Les fumures économiquement optimales sont reprises au niveau du tableau 4.9 pour trois rapports azote-froment (6,2, 9 et 12). Une détérioration de la situation économique (augmentation du rapport), conduit à des doses d'azote économiquement optimales plus faibles.

La diminution d'une trentaine d'unités d'azote en moyenne lors d'une augmentation du rapport de 3 unités n'est pas à généraliser. Effectivement, en fonction des situations cette diminution varie 10 à 60 unités.

Tableau 4.9 – Fumures procurant le rendement phytotechnique maximal (Nmax) et fumures économiquement optimales (Nopt) pour l'ensemble des données provenant des essais fumures de 2004 à 2008 – Lonzée –FUSAGx.

n°essai	date de semis	précédents	Nmax (uN)	rapport 6,2	rapport 9	rapport 12
				Nopt (uN)	Nopt (uN)	Nopt (uN)
FH08-11	Janv	betterave	215	165	140	115
FH08-26	Oct	betterave	275	200	170	145
FH08-51	Oct	froment	275	245	185	130
FH07-11	Oct	betterave	215	125	115	95
FH07-16	oct	betterave	245	160	130	105
FH06-37	oct	chicorée	155	125	110	100
FH06-04	oct	betterave	245	170	150	130
FH05-08	dec	betterave	235	140	110	85
FH05-19	oct	betterave	200	140	115	100
FH05-27	nov	chicorée	275	210	160	135
FH04-14	oct	betterave	300	245	210	165
FH04-42	oct	chicorée	270	205	185	170
Moyenne			242	178	148	123

1.2.5 Conclusion des expérimentations 2008

La méthode de calcul « Livre blanc » a permis d'obtenir des fumures proches ou égales à l'optimum économique. La volatilité des prix de vente des céréales (plutôt à la baisse) ou d'achat des engrais (prix élevé) entraînera probablement une diminution du niveau de fumure azotée. Cependant, il faudra être vigilant à ne pas diminuer excessivement sous peine de perdre trop en rendement et en qualité et donc de diminuer fortement le revenu du froment.

1.3 Recommandations pratiques

1.3.1 Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 5 février 2009

1.3.1.1 Climat en automne et hiver 2008-2009

Tableau 4.10 – Températures et précipitations moyennes.

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Température moyenne (°C)						
Observée	16.8	13.1	10.1	6.3	2.1	-0.5
Normale	16.5	13.9	10.1	5.5	3.0	1.7
Précipitation (mm)						
Observée	92	45	72	92	75	86
Normale	75	63	66	75	72	65

D'août à novembre, les températures ont été normales ; à partir de décembre, on passe légèrement sous la normale avec une température moyenne de 2,1°C. En janvier, la température moyenne n'est plus que de -0,5°C pour une normale à 1,7°C, mais ce qui est exceptionnel, c'est le nombre de jours de gel observés (18 jours) avec parfois des minima très

4. La fumure azotée

bas (jusqu'à -21.7°C à Gembloux). La pluviométrie d'août à janvier s'avère par contre très légèrement supérieure à la normale (462 mm pour une normale de 416 mm sur la période).

1.3.1.2 Situation moyenne du profil en azote minéral du sol au 5 février 2009

Malgré les conditions climatiques très hivernales du mois de janvier, un échantillonnage de 25 terres a pu être pratiqué (Tableau 4.11).

Le profil moyen au 5 février 2009 apparaît légèrement plus pauvre qu'au cours des 10 dernières années ; il s'élève à 70kg N minéral sur 150 cm de profondeur.

Pour rappel en 2008, il atteignait 106kg N.

Tableau 4.11 – Comparaison pour les 10 dernières années des réserves en azote minéral du profil du sol (kg N/ha) – CRA-W.

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Moy	
Nb de situations	17	15	19	7	10	12	12	11	33	25		
Profondeur	0-30 cm	11	12	12	16	9	12	23	15	15	13	14
	30-60 cm	3	13	12	15	22	30	24	26	25	21	18
	60-90 cm	18	13	14	16	26	22	16	21	31	19	20
	90-120 cm	10	10	11	11	13	14	10	12	18	10*	12
	120-150 cm	9	10	10	11	12	12	9	11	17	7*	11
Total 0-150	61	58	59	69	82	90	82	85	106	70	75	

* Seules 10 situations ont été échantillonnées au-delà de 90 cm

1.3.1.3 Comparaison entre les précédents

Tableau 4.12 – Profil en azote minéral du sol pour différents précédents (kg N/ha).

	Précédents	Bette-rave	Pomme de Terre	Colza	Légumi-neuses	Maïs	Lin	Chicorée	Froment
Nb de situations	4	2	3	1	6	1	1	1	1
Profondeur	0-30 cm	15	12	17	19	10	17	7	17
	30-60 cm	13	32	37	55	10	29	11	33
	60-90 cm	7	52	27	32	9	24	15	33
	90-120 cm	5	37	10	22	10	*	*	*
	120-150 cm	4	10	8	15	11	*	*	*
Total 0-150	44	143	99	143	50				

* pas de mesure au-delà de 90 cm

Remarque : d'autres précédents ont été échantillonnés, mais les situations étaient très disparates, ils n'ont pas été repris dans ce tableau.

Les profils peuvent être considérés comme très pauvres après précédents betterave et maïs (<50kg N/ha). En betterave, seulement 28kg N sont disponibles dans les 60 cm supérieurs du profil et en maïs c'est encore moins (20kg N). Pour ces 2 cultures, il y a également très peu d'azote en profondeur au-delà de 60 cm (16kg en betterave et 30 kg en maïs).

1.3.1.4 Conclusion

Compte tenu de cette situation, et du faible développement actuel des froments d'hiver, il sera prudent de renforcer la dose de N lors du premier apport. Dans les semis de la plateforme de Loncée, les stades des froments observés dans les essais dates de semis sont en ce début février :

- Semis du 15 octobre : début tallage
- Semis du 15 novembre : 1 à 2 feuilles
- Semis du 15 décembre : pas encore de levée

En outre, un schéma de fumure en 3 apports est préconisé pour ces précédents betteraves, chicorées et maïs. En tout état de cause, le premier apport ne devrait toutefois pas être effectué avant le 15 mars.

Après précédents pomme de terre, légumineuse ou colza, le profil est riche (> 100kg N/ha) et l'azote sera rapidement disponible, les teneurs sont élevées dans les horizons 30 à 90 cm, le schéma à 2 apports maximum pourra être pratiqué.

1.3.2 Les objectifs

Le raisonnement de la fumure selon la méthode du « Livre blanc » a pour objectif principal de s'approcher le plus près possible de **l'optimum économique** (rendement – 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 elles aussi raisonnées en fonction de leur rentabilité.

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, faible en début de culture s'intensifie à partir du stade redressement et 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 et 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.

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.

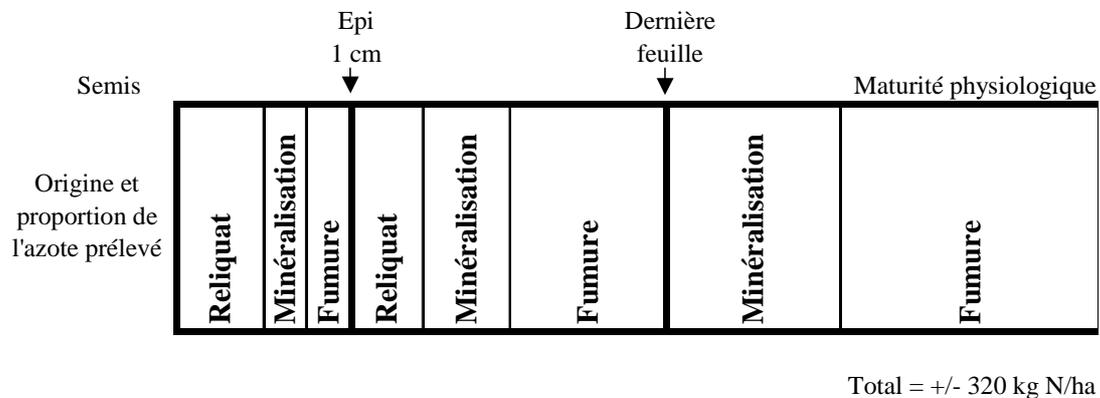


Figure 4.6 – Absorption d'azote par le froment d'hiver et son origine.

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 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.

4. La fumure azotée

L'apport d'une quantité élevée d'engrais au stade dernière feuille permet d'alimenter en suffisance la culture pour assurer une fertilité des épis maximale, 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 fournitures 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 deux fractions :

Fraction intermédiaire (tallage-redressement) :	80 N
Fraction de la dernière feuille :	105 N

En trois fractions

Fraction du tallage :	50 N
Fraction du redressement :	60 N
Fraction de la dernière feuille :	75 N

Ces conditions particulières ont été regroupées sous 5 termes correctifs :

- le contexte pédoclimatique de la parcelle (N. TER) ;
- le régime d'apport de matières organiques dans la parcelle (N. ORGA) ;
- 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, celui-ci est adapté en fonction des choix de situations réalisés à partir des observations faites en culture.

Les modalités de calcul des doses à apporter à chaque parcelle sont exposés en détail dans le chapitre conseils de fumures.

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.

4. La fumure azotée

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 donc 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'épandage 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.

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 en effet 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 ;
- 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.

4. La fumure azotée

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, ... ;
- 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 2009

Deux fumures de références :

En trois fractions : fractionnement à privilégier dans un bon nombre de situations en 2009.

Fraction du tallage (1^{ère} fraction):	50 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction):	60 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction):	75 N

En deux fractions : fractionnement à réserver aux situations où l'azote est directement disponible pour le froment et en quantité suffisante (précédents pomme de terre, colza, légumineuses).

Fraction intermédiaire « T-R »	80 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 26 de cet article)*

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

Dose à appliquer = Dose de référence + N.TER + N.ORGAN + N.PREC + N.ETAT + 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.).

1.1 Définition de l'indice TER de la parcelle

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

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

Remarque:

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

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

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

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.ORGANIQUE, 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.

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. ORGA 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 fort semblables sur le plan des reliquats de fumure et des résidus laissés par la culture.

PRECEDENT CULTURAL	N. PREC. POUR				
	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} T	2 ^{ème} R	3 ^{ème} DF	T-R	3 ^{ème} DF
Betteraves ⁽¹⁾ et chicorées arrachées en octobre	0	0	0	Non recommandé	
Betteraves ⁽¹⁾ et chicorées arrachées en novembre ou décembre	+10	+10	0		
Pois protéagineux	-20	-20	0	-30	-10
Féveroles, pois de conserverie, haricots	-20	-30	-10	-40	-20
Colza	-20	-20	0	-30	-10
Lin	-20	-10	0	-20	-10
Pomme de terre	-20	-10	-10	-20	-20
Maïs ensilage	+10	+10	0	Non recommandé	
Chaumes ⁽²⁾	+10	+10	0		
Pailles sans azote et maïs grain ⁽²⁾	+10	+10	0		
Ray-grass de 2-3 ans ou prairies temporaires	0	0	0	0	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.

4. La fumure azotée

Après légumes : 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.

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

4.1.1 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.
--

4. La fumure azotée

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

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) ;
 - 5.2.1 (redressement ou intermédiaire) ;
 - 5.3. (dernière feuille).

4. La fumure azotée

- Pour un apport en **deux fractions** :
 - 5.2.2 (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)

5.2.1 Fraction de redressement (3 apports)

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

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

Exemple:

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

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

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

Détermination de N. CORR pour la fraction de redressement

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

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= 160 N ou moins	0
	Sinon N.CORR= 160 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= 120 N ou moins	0
	Sinon N.CORR= 120 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		

4. La fumure azotée

5.2.2 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= 120 N ou moins	0
	Sinon N.CORR= 120 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).

5.3.1 Fumure en trois apports

TYPE DE TER		Valeur de N.CORR.
TER 0, 1 et 2	180 N - 1 ^{ère} fraction - 2 ^{ème} fraction = A	
	Si A = 0 plus Si A = valeur inférieure à 0	0 A
TER 3	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction + report éventuel de 2 ^{ème} fraction = 160 N ou plus	-20+report éventuel
	= plus de 100 N et moins de 160 N	0
	= 100 N ou moins	+ 10
	* En cas de report de 2 ^{ème} fraction sur la 3 ^{ème} (voir 5.2.)	
TER 4	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction = 150 ou plus	- 20
	= plus de 80 N et moins de 150 N	0
	= 80 N ou moins (*)	+ 10
TER 5	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction = 120 N ou plus	- 20
	= plus de 60 N et moins de 120 N	0
	= 60 N ou moins (*)	+ 10

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

5.3.2 *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	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redress.	60	-						
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.

4. La fumure azotée

Parcelle 2

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PRÉC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redress.	60	-						
Dernière feuille	75	105						

Parcelle 3

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PRÉC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redress.	60	-						
Dernière feuille	75	105						

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

Ferme de la région d'Eghezée, orientée principalement sur la culture. Parcelle à drainage normal, froment semé à la mi-octobre après betteraves feuilles enfouies récoltées le 10 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 plein tallage	6	
Densité normale	0	
Accidents culturaux	0	
Sol très bien ressuyé	+ 1	
Total ETAT	7	N.ÉTAT = - 10
5. Détermination de N.CORRECTION		
N.TER + N.PRECIPITATION + N.ÉTAT = 0		N.CORRECTION = 0

$$\text{Dose de tallage} = 50 + 0 + 0 + 0 + 0 - 10 + 0 = 40$$

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: $60 + 0 + 0 + 0 + 0 = 60$		
5. Détermination d'un éventuel N.CORRECTION		
..... Fraction de tallage + fraction redressement = $30 + 60 = 90$		
..... On ne dépasse pas le maximum de 150 N d'où		N.CORRECTION = 0

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

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..... ETAT 2		N.ÉTAT = 0
5. Détermination de N.CORRECTION		
La somme des 2 premières fractions = 90 N.....		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 + 60 N + 75 N soit 175 N au total.

4. La fumure azotée

FRACTIONNEMENT EN DEUX APPORTS

Fumure de la fraction intermédiaire

1. Détermination de N.TER
TER4 N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION
ORGANISATION2 N.ORGANISATION = 0
3. Détermination de N.PREC
Bett. fe. enf. N.PREC = 0
4. Détermination de N.ETAT
Densité normale N.ETAT = 0
Dose de redressement: $80 + 0 + 0 + 0 - 20 = 60$
5. Détermination d'un éventuel N.CORR
..... On ne dépasse pas le maximum de 120 N d'où N.CORR = 0

$$\text{Dose de redressement} = 80 + 0 + 0 + 0 + 0 = 80$$

Fumure de dernière feuille

1. Détermination de N.TER
TER4 N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION
ORGANISATION2 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
Première fraction = 80 N.CORR = 0

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

La fumure de la parcelle est 80 N + 105 N soit 185 N au total.

2 La fumure en escourgeon

2.1 Aperçu de l'année écoulée

En sortie d'hiver 2007-2008 relativement doux, les escourgeons étaient très flatteurs et les reliquats azotés étaient plus élevés que la moyenne. Le conseil donné était de faire l'impasse de la fumure de tallage.

Par la suite le mois de mars, pluvieux et froid a perturbé les minéralisations qui pendant la période de fin tallage semblent avoir été très déficitaires.

D'une manière générale ce déficit de minéralisation en fin tallage s'est traduit, en absence de fumure de tallage, par une population en épis un peu claire, mais par contre a renforcé les résistances à la verse et aux maladies. De fait, on n'a guère vu en 2008 de parcelles d'escourgeon versées malgré les très nombreux orages. De même l'état sanitaire des cultures était dans la plupart des situations resté très bon jusqu'au stade dernière feuille.

Finalement les rendements sont moyens en 2008, et plus ou moins en retrait au regard de 2007 tel qu'on le constate dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 – Résultats moyens des témoins (Lomerit et Franziska) des essais « variétés d'escourgeon » dans les régions en 2008, réalisés par le CRA-W et la FUSAGx. En Kg/ha.

	Gembloux	Enghien	Havelange	Lonzée
2008	9009	9865	7764	9619
2007	9496	9582	9518	10875

2.2 Expérimentation, résultats, perspectives

Un premier essai, dans une zone de terre peu fertile, montre qu'une fumure azotée très précoce (5 mars) pouvait améliorer sensiblement les rendements malgré que visuellement on ne remarquait pas de carence azotée à cette époque et que le profil azoté était généreusement approvisionné (importantes restitutions organiques sur le précédent froment). Le conseil avait été, dans cette situation, de faire l'impasse de la fumure au tallage.

Tableau 4.2 – Résultats moyens de 8 modalités de traitements autres que la fumure à Lonzée sur parcelle de faible fertilité en 2008.

ES08-05	fumure	rendement	verse	protéines
Moyennes objets 1-8	75-50-25	8234	2.4	10.5
Moyennes objets 9-16	0-90-60	7748	1.2	11.4

Le climat froid et humide en sortie d'hiver a retardé la reprise de minéralisation et en conséquence a entraîné un déficit azoté en début de végétation, mais par contre un approvisionnement satisfaisant en cours du remplissage des grains. De gros apports en sortie d'hiver ont dans ce cas amélioré les rendements de l'ordre de 5 quintaux ; la verse a été ainsi accentuée mais de faible manière.

4. La fumure azotée

Cette observation de 2008, inhabituelle, ne doit pas remettre en question le principe de la fumure de référence, mais souligne que les clés de décision peuvent être améliorées.

Les résultats de deux autres essais fumure réalisés en 2008 avec la variété brassicole Cervoise, sur des parcelles de fertilité très contrastées, sont intégrés au tableau 4.3 qui fournit pour les essais « fumures » des 5 dernières années à Lonzée : 1) les fumures donnant les rendements maximum (Nmax), 2) les fumures donnant les rendements financiers optimaux (Nopt) lorsque le prix d'achat de l'ammonitrate 27 % à 250 €/tonne et le prix de vente (PV) respectivement à 160 €/tonne (2007) ou à 90 €/t (2008), et 3) les rendements correspondants.

Tableau 4.3 – Fumures maximales et optimales de 2004 à 2008, et rendements correspondants.

année	variété	Nmax	RDTmax	PV = 160 €/t		PV = 90 €/t	
				Nopt	RDTopt	Nopt	RDTopt
2008	Cervoise (a)	146 N	9548 kg	125 N	9487 kg	108 N	9354 kg
2008	Cervoise (b)	201 N	9350 kg	171 N	9262 kg	147 N	9072 kg
2007	Cervoise	169 N	11237 kg	145 N	11169 kg	127 N	11020 kg
2006	Adline	178 N	8983 kg	153 N	8909 kg	133 N	8749 kg
2006	Sequel	170 N	8161 kg	139 N	8071 kg	115 N	7878 kg
2005	Marado	178 N	11536 kg	161 N	11485 kg	147 N	11377 kg
2004	Lomerit	161 N	10556 kg	143 N	10504 kg	129 N	10391 kg
moyenne		172 N	9910 kg	148 N	9841 kg	129 N	9691

(a) : précédent froment avec apports importants de matière organique

(b) précédent froment en zone de parcelle peu fertile

La figure 4.1 met en graphique les rendements moyens (2004 à 2008) des escourgeons en fonction de la fumure azotée.

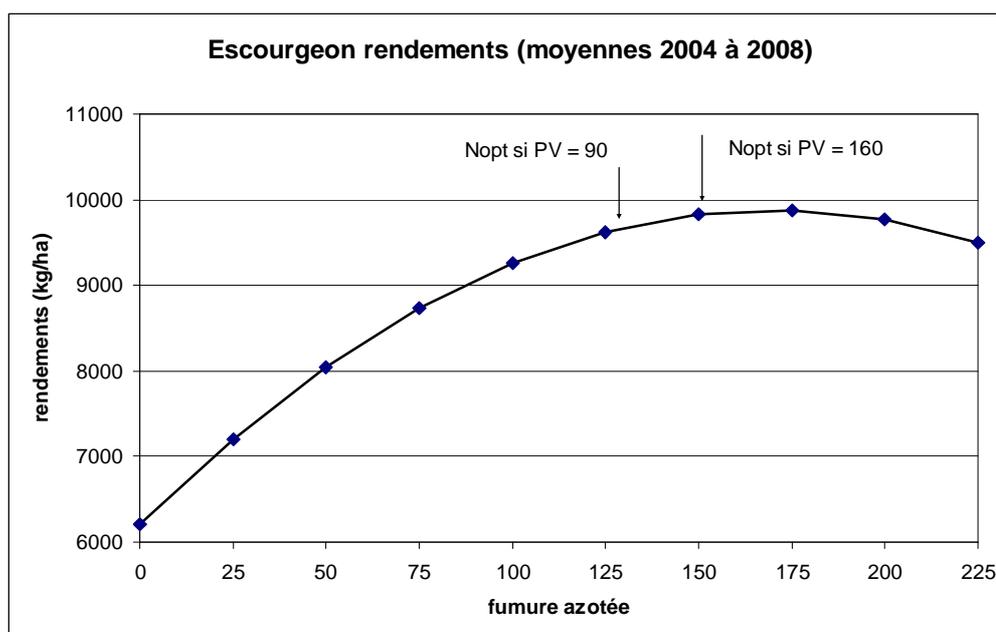


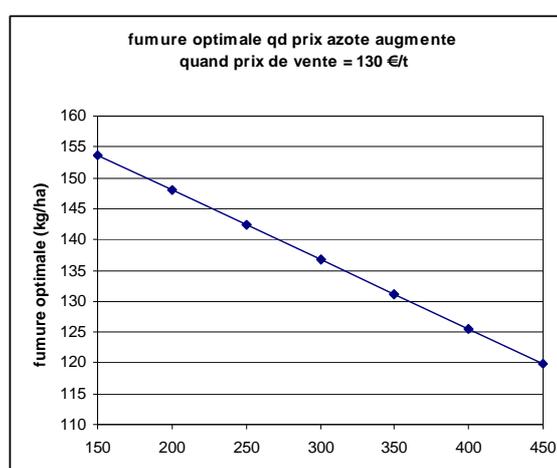
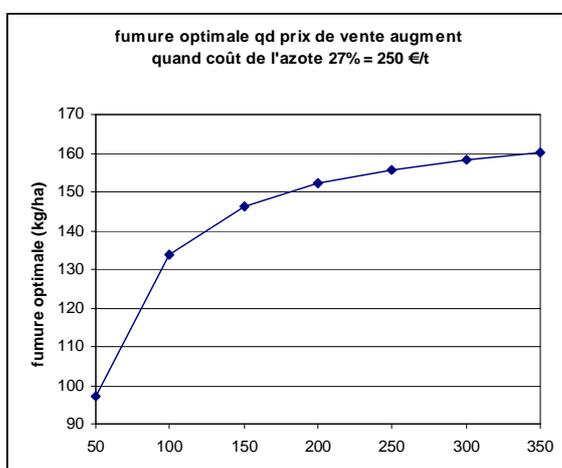
Figure 4.1 : Evolution des rendements en fonction de la fumure azotée à Lonzée

Indépendamment des prix, la fumure donnant le rendement maximal moyen (99 Qx/ha) a été de 172 N (N=KgN/ha). La fumure optimale dépend des prix de vente de la récolte et du prix d'achat de l'azote ; elle a été en moyenne, dans les conditions décrites, respectivement de 148 N (PV 160) et 129 N (PV 90). La volatilité des prix de vente complique donc significativement la prise de décision dans le cadre d'une agriculture durable (recherche d'une agriculture économe, rentable et respectant au mieux l'environnement). Le paragraphe suivant (avec le tableau 4.4 et les figures 4.2 et 4.3) refait le point sur cette problématique.

Evolution des fumures économiquement optimales quand les prix varient

Tableau 4.4 – Evolution des fumures optimales, rendements et revenus quand les prix varient (réponse moyenne des rendements à l'azote à Lonzée de 2004 à 2008).

Evolution quand le prix de vente de la récolte augmente (achat de l'azote 27 % à 250 €/t)				Evolution quand le prix d'achat de l'azote 27 % augmente (récolte vendue à 130 €/t)			
Prix vente récolte (€/t)	Fumure optimale Kg/ha	Rendement Kg/ha	Revenu €/ha	Prix azote (€/t)	Fumure optimale Kg/ha	Rendement Kg/ha	Revenu €/ha
100	134	9712	881	200	148	9817	1276
150	146	9806	1381	250	142	9781	1272
200	152	9839	1878	300	137	9737	1266
250	156	9854	2374	350	131	9685	1259
300	158	9863	2869	400	125	9625	1251



Figures 4.2 & 4.3 : Evolution des fumures optimales quand les prix de vente de l'escourgeon ou le prix de l'azote augmentent (réponse moyenne des rendements à l'azote à Lonzée de 2004 à 2008).

La fumure optimale diminue linéairement quand le coût de l'azote augmente. Dans le cas de la réponse moyenne des escourgeons à la fumure azotée de 2004 à 2008 à Lonzée, et pour un même prix de vente (130 €/t dans la 2^{ème} partie du tableau 4.4), la fumure optimale diminue de

4. La fumure azotée

l'ordre de 6 kg N quand le prix de l'azote augmente de 50 €/t, et cette adaptation protège relativement bien le revenu (perte minime de quelques Euros/ha).

Par contre, la fumure optimale tend à se rapprocher asymptotiquement de la fumure maximale quand le prix de vente de la céréale augmente. A l'inverse une diminution de 50 €/t du prix de vente de l'escourgeon (de 150 à 100 €/t par exemple) entraîne une réduction de la fumure économiquement optimale de 12 kg N, et bien évidemment une perte de revenu conséquente (500€/ha).

2.3 Les recommandations pratiques

2.3.1 Conditions particulières de 2009, profil en azote minéral du sol en escourgeon

Des prélèvements ont été effectués dans 4 situations contrastées. En moyenne, le profil en azote du sol est relativement pauvre (36 kg N/ha) et les cultures en place peu développées. Cette situation est à l'opposé de 2008 où le profil contenait 68 kg N sur 1,50 m et où la culture d'orge d'hiver en place avait prélevé, en sortie hiver, près de 50 kg N/ha.

La répartition de ce stock de 36 kgN est la suivante :

Profondeur (cm)	kgN /ha
0-30	9
30-60	7
60-90	10
90-120	5
120-150	5

Cette situation a amené une révision du conseil de base avec une augmentation de la fumure totale à **160 uN/ha** avec un fractionnement :

- **Tallage : 50**
- **Redressement: 50**
- **Dernière feuille : 60**

Un suivi du développement de la culture et de la minéralisation de l'azote du sol sera effectué fin mars- début avril. Un avis sera publié à ce moment via le CADCO.

2.3.2 Les principes de base de la détermination de la fumure azotée

La détermination de la fumure azotée de l'escourgeon et de l'orge d'hiver est basée sur le même raisonnement que celui repris dans la rubrique froment d'hiver. Toutefois, il présente quelques particularités dont il faut tenir compte.

Ainsi, l'escourgeon est « idéalement » semé au cours de la dernière décade du mois de septembre : à cette époque, les températures sont douces et pour peu que la pluviosité soit

suffisante, les conditions de croissance sont telles que la germination et la levée sont rapides et que très vite la plantule amorce son tallage. Celui-ci doit en principe avoir débuté avant l'hiver; en effet, les talles produites après l'hiver ne sont pas suffisamment développées au moment du redressement et donnent par conséquent des épis peu productifs ou encore restent au stade herbacé.

De plus, il faut veiller à ce que la culture soit convenablement alimentée dès la reprise de végétation et au cours de tout son cycle de développement car cette céréale est encore plus sensible que le froment à tout déséquilibre dans l'alimentation azotée aussi bien à une faim azotée qu'à un excès de fumure.

2.3.3 La détermination pratique de la fumure

Comme pour le froment d'hiver, **la fumure azotée doit être raisonnée pour chaque parcelle individuellement**. De même, elle doit être déterminée fraction après fraction en relation avec les conditions particulières rencontrées au cours de la culture en tenant compte des interactions d'une fraction avec les autres.

La fumure de référence moyenne évolue par rapport à 2008 avec une augmentation de 10uN/ha soit une dose totale de 160 uN/ha et un équilibrage des doses lors des deux premières applications.

Fumure de référence pour l'escourgeon :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : 50 N

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : 50 N

Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : 60 N

Au vu des conditions climatiques, la reprise de la végétation devrait être tardive. De plus, les profils réalisés montrent peu de réserve en azote dans le sol ce qui doit inciter l'agriculteur à travailler en trois apports.

Pour éviter la verse en escourgeon, le total des fractions de tallage et de redressement à appliquer ne devrait pas dépasser la fumure de 115 uN, l'excédent éventuel étant reporté sur la dernière feuille.

Cette « fumure de référence » correspond à une situation définie comme suit :

- une terre limoneuse à drainage et structure normale recevant des apports organiques modérés mais réguliers ;
- un escourgeon cultivé au sein d'une rotation triennale: betterave (feuilles enfouies) - froment – escourgeon ;
- un peuplement normal à la sortie de l'hiver, de plantes saines ayant atteint le stade plein tallage ;
- une végétation sans excès, recevant au moment opportun les traitements phytosanitaires appropriés.

4. La fumure azotée

Les paramètres qui vont amener des modifications par rapport à cette référence sont identiques à ceux signalés pour le froment d'hiver.

Les valeurs de correction sont cependant différentes de celles du froment et sont reprises dans le chapitre « Prévisions de fumure » rubrique escourgeon.

Pour chaque fraction de fumure azotée

$$\text{DOSE A APPLIQUER} = \text{DOSE DE REFERENCE} + \text{N.TER} + \text{N.ORGAN} + \text{N.PREC} \\ + \text{N.ETAT} + \text{éventuellement N.CORR}$$

2.3.4 Les modalités d'application de la fumure azotée

2.3.4.1 *La fraction au tallage*

Dans les régions où la minéralisation démarre très tôt au printemps et où les escourgeons ont déjà un nombre de talles suffisant, il n'y a pas lieu d'appliquer de l'azote en mars. Cette situation culturale ne sera probablement pas fréquente en 2009.

Une dose d'azote trop importante (par exemple 75 unités) aurait comme effet de provoquer un développement de talles surnuméraires, non productives et génératrices d'ennuis (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 le premier apport post-hivernal 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. La stimulation précoce du tallage amène un excès de densité de végétation qui accroît la sensibilité de la culture à la verse.

2.3.4.2 *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 exagérées au risque d'amener ultérieurement des problèmes (verse, maladies, ...).

La fumure sera notamment fonction des quantités apportées au tallage. Les essais réalisés au cours de ces dernières années montrent que la **somme des fractions tallage et redressement, si elle se situe en moyenne autour de 115 N, peut cependant varier de 50 à 150 unités/ha.**

2.3.4.3 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 moyenne à épandre à cette période est fixée à 60 kg N/ha.

2.3.5. Calcul de la fumure azotée pour 2009

La FUMURE DE RÉFÉRENCE pour L'ESCOURGEON est la suivante :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : 50 N

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : 50 N

Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : 60 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 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 (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. 52)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			

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>	

4. La fumure azotée

2.2 Détermination des valeurs de N.ORGANIQUE 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. ORGA RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 52)		
	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	+ 25	+ 15	0

Vos parcelles	N. PREC RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 52)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			

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>	

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	

4. La fumure azotée

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	

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	

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 90 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	

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).

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, TER 1,	Si fractions tallage + redressement = 155 ou moins	0
TER 2	Sinon N. CORR= 155 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...
TER 3, TER 4	Si tallage + redressement = 135 ou moins	0
	Sinon N. CORR = 135 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...
TER 5	Si fractions tallage + redressement = 115 ou moins	0
	Sinon N. CORR= 115 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...

Si PREC paille enfouie sans azote remplacer les valeurs 155, 135 et 115 par respectivement 170, 150 et 130.

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

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.
= 80 N ou moins	+ 20
= + de 80 N	0

4. La fumure azotée

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

6 Calcul de la fumure

FUMURE	DOSE REF.	N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
<i>Au tallage</i>	50						
<i>Au redress.</i>	50						
<i>A la dern. fe.</i>	60						

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

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

5. Les régulateurs de croissance

F. Vancutsem¹, B. Seutin², B. Monfort³ et B. Bodson¹

1	En froment d'hiver	2
1.1	Aperçu de l'année	2
1.2	Résultats d'expérimentation et perspectives.....	2
1.2.1	Contexte de l'expérimentation.....	2
1.2.2	Résultats obtenus en 2008.....	3
1.3	Recommandations pratiques.....	4
1.3.1	Les précautions : les bonnes pratiques agricoles.....	4
1.3.2	Les traitements régulateurs de croissance	5
2	En escourgeon et orge d'hiver	7
2.1	Aperçu de l'année	7
2.2	Résultats d'expérimentation	7
2.2.1	Les variétés et leur sensibilité à la verse	7
2.2.2	Les variétés et les tiges cassées en 2008	7
2.2.3	Influence de la fumure en sortie d'hiver et des régulateurs sur la verse en 2008.....	8
2.3	Les recommandations	8

¹ F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

² F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGOARNE du Ministère de la Région Wallonne

³ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGOARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

1 En froment d'hiver

1.1 Aperçu de l'année

Suite aux mauvaises conditions de démarrage des cultures en sortie hiver (gelées nocturnes tardives) et à un déficit de minéralisation, les froments n'ont pas pu prélever de l'azote en excès. Dans un certain nombre de situations, il y avait même un déficit de nutrition azotée au moment de la montée en épis. Il y a donc eu peu de phénomènes de verse dus à une végétation trop dense ou trop développée.

L'application des régulateurs de croissance a cependant été retardée suite aux écarts importants entre les températures du jour et de la nuit. Ces conditions n'ont pas favorisé la bonne efficacité des régulateurs de croissance. Les mauvaises conditions climatiques, orages et vents de forte intensité, ont engendré des phénomènes de verse d'intensité très variable.

1.2 Résultats d'expérimentation et perspectives

1.2.1 Contexte de l'expérimentation

L'expérimentation menée entre 2005 et 2007 (tableau 5.1) avait mis en évidence des pertes de rendement parfois importantes dues à l'application de certains traitements régulateurs de croissance.

Ces pertes sont d'autant plus importantes que :

- la fumure est appliquée en deux fractions
- le régulateur appliqué est un mélange de Moddus 0,25L + CCC 1L.

Les traitements recommandés, à base de CCC 1L entre les stades 31 et 32, sont les plus sûrs.

Différences de rendement par rapport au témoin (qx/ha)		
	3 fractions	2 fractions
Rendement du témoin (qx/ha)	100	102
CCC 1L (30)	+3	+3
CCC 1L (31)	+2	+1
CCC 1L (32)	+2	+1
CCC 1L+ Moddus 0,25L (30)	+3	+1
CCC 1L+ Moddus 0,25L (31)	+1	-1
CCC 1L+ Moddus 0,25L (32)	-2	-5
Météor 2L (31)	+3	0
Météor 2L (30)	+1	-2
CCC 1L (30)/CCC 0.5L (32)	+1	+1

Tableau 5.1 - Différences moyennes de rendement (qx/ha) observées entre 2005 et 2007 sur Centenaire suite à l'application de régulateurs de croissance en fonction du rythme d'apport de la fumure azotée – FUSAGx 2008.

Les moyennes présentées ont été calculées sur base de trois essais avec verse (2007) et sans verse (2005 et 2006).

1.2.2 Résultats obtenus en 2008

L'essai a été mené sur la variété Sahara semée le 19 octobre à une densité de 220 grains/m². Les modalités « régulateur » ont été croisées avec deux rythmes de nutrition azotée 70-115 et 100-85 uN. Aucun phénomène de verse n'a été observé.

Les rendements obtenus dans les parcelles témoins sont de 110 qx/ha pour la fumure 70-115 uN et de 112 qx/ha pour la fumure 100-85 uN. L'application d'un régulateur de croissance a systématiquement engendré une perte de rendement allant de -1 à -8 qx/ha (tableau 5.2).

- Les pertes de rendement les plus importantes ont été mesurées dans les parcelles ayant reçu un mélange de CCC1L + Moddus 0.25L. Contrairement aux années antérieures (tableau 5.1), l'application de ce mélange n'a pas été plus pénalisant au stade 32 qu'il ne l'était aux stades 30 ou 31.
- Les applications de CCC 1L ont été en moyenne les moins pénalisantes.
- L'application de Météor a engendré en moyenne des pertes de 2 qx/ha sauf lors de son application au stade 31 avec une fumure de 70-115 uN où la perte était de 4 qx/ha
- Les doubles applications de CCC ont été un peu plus pénalisantes qu'une application unique surtout dans les parcelles où la fumure était de 70-115 uN.

Différences de rendement par rapport au témoin (qx/ha)		
FUMURE	70-115 uN	100-85 uN
Rendement du témoin (qx/ha)	110	112
CCC 1L (30)	-1	-2
CCC 1L (31)	-1	-3
CCC 1L (32)	-1	-2
CCC 1L+ Moddus 0,25L (30)	-4	-7
CCC 1L+ Moddus 0,25L (31)	-8	-4
CCC 1L+ Moddus 0,25L (32)	-2	-4
Météor 2L (31)	-4	-2
Météor 2L (30)	-2	-2
CCC 1L (30)/CCC 0.5L (32)	-3	-2

Tableau 5.2 – Différences moyennes de rendement (qx/ha) observées sur Sahara suite à l'application de régulateurs de croissance en fonction du rythme d'apport de la fumure azotée – FUSAGx 2008.

Les résultats obtenus ces dernières années soulignent les risques que l'agriculteur prend lorsqu'il utilise le Moddus en addition du CCC. Ces traitements doivent être uniquement réservés aux **situations à risque élevé** c'est-à-dire là où il y a un excès de végétation à la montaison et dans des situations où l'azote est disponible en excès.

1.3 Recommandations pratiques

La verse peut avoir **différentes origines**. Elle peut soit être **parasitaire** (Piétin verse, cfr chapitre 6. « Lutte contre les maladies ») ou **non parasitaire**. Dans ce second cas, les principales causes résident dans :

- de mauvaises conditions climatiques (violents orages, 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 du sol, 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.

Tableau 5.3 – Résistance à la verse des principales variétés recommandées dans les éditions du Livre Blanc de septembre 2006, 2007 et 2008.

Résistance à la verse	Variétés
Forte	Contender, Julius, Robigus, Sahara, Tulsa, Toison dor, Waldorf
Moyenne	Campari, Corvus, Cubus, Deben, Dekan, Discus, Glasgow, Hattrick, Haussmann, Impression, Istabraq, Lion, Manager, Mulan, Potenzial, Quebon, Rosario, Tommi, Winnetou
Faible	Altigo, Ararat, Centenaire, Kaspart, Patrel, Tuareg, Tourmalin

➤ **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 excès de densités de végétation. En cas de disponibilité importante en azote, **l'apport de la fumure azotée en deux fractions** sur une base de 80-105uN est conseillé en veillant à bien apporter les corrections nécessaires lors du calcul de la fumure (cfr chapitre : 4. La fumure azotée).

1.3.2 Les traitements régulateurs de croissance

1.3.2.1 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 à action antiverse utilisé, il ne peut être appliqué que sur des céréales en bon état et en pleine croissance et ce, dans des conditions climatiques favorables.**

1.3.2.2 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 MAIS il faut veiller à l'appliquer en 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 ;
 - l'adjonction en mélange de CCC et d'une dose réduite de trinexapac-éthyl (0.2 à 0.25L de MODDUS) ;
 - l'application de l'association de CCC et d'imazaquin (METEOR).
- **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 1/3 ou 1/2 dose avec un produit à base de CCC ou de trinexapac-éthyl (à condition de ne pas dépasser le stade 2^{ème} nœud !) ;
 - une application à 1/2 dose avec un produit à base d'éthéphon.

Les régulateurs de croissance à action antiverse constituent en fait un frein que l'on met temporairement à la croissance de la céréale. Il faut absolument que la céréale continue à pousser pendant qu'on lui impose ce ralentissement de croissance. Dès lors, la culture ne peut à ce moment subir d'autre stress (faim d'azote, température trop basse ou trop élevée, sécheresse ou excès d'humidité, ...) qui freinerait 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 la croissance et le rendement de la culture.

5. Les régulateurs de croissance

1.3.2.3 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 l'utilisation.

Dose conseillée à l'ha	Stades	Conditions	Remarques
Le CCC ou chlorméquat chlorure => nombreuses formulations commerciales			
Application unique : 720 – 750 g s.a. (substance active)	30-32	cultures en bon état ;	L'application fractionnée ne se justifie pas en conditions normales de culture, elle est réservée aux situations à hauts risques de verse: variété très sensible, fumure azotée trop élevée, densité de semis excessive
Application fractionnée 720 - 750 g s.a. 360 - 375 g s.a.	30 32	température supérieure à 10°C	
Le trinexapac-éthyl (250g/L) => Moddus			
0.4 - 0.5L en application seul	31-32	L'efficacité du traitement est meilleure lorsqu'il est réalisé par beau temps (ciel lumineux).	<u>Déconseillé :</u> en production de semences certifiées car le traitement peut parfois induire une irrégularité de hauteur de tiges qui pourrait être confondue avec un manque de fixité de la variété ; Lorsque le produit est utilisé seul et à 0,4 l/ha Lorsque la fumure azotée est apportée selon le mode de fractionnement sans apport au tallage.
0.2 - 0.25L en mélange avec 1L de CCC	31-32		
L'association de chlorméquat chlorure (368 g/l) et d'imazaquin (0.8g/L) => Météor			
2L/ha	30-32	cultures en bon état ; température supérieure à 10°	
Les produits à base d'éthéphon => nombreuses formulations commerciales			
360 à 480 g d'éthéphon	37-39	Éviter les traitements lors de 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 avec du chlorméquat et/ou du mépiquat			
360 à 480 g d'éthéphon	32-39	en cas de conditions de croissance défavorable, la sélectivité de ces traitements est aléatoire	Le raccourcissement des entrenœuds qui se forment après le traitement est souvent assez important. En cas de traitement un peu tardif, l'épi reste très proche du feuillage et est donc plus susceptible d'être contaminé par les maladies cryptogamiques

2 En escourgeon et orge d'hiver

2.1 Aperçu de l'année

En 2008, en sortie d'hiver pendant la période de tallage des escourgeons, le climat n'a pas été favorable aux minéralisations du sol (temps froid et humide). En absence de fumure de tallage, il pouvait en résulter des populations d'épis plus faibles non compensées par un nombre de grains par épis plus important avec pour conséquence des rendements plutôt moyens, ainsi que d'une manière générale une verse peu présente en escourgeon en 2008, malgré les quelques gros orages en début juin.

Comme en 2007, on a de nouveau souvent observé en 2008 des bris des tiges en fin de végétation.

2.2 Résultats d'expérimentation

2.2.1 Les variétés et leur sensibilité à la verse

Comme en 2007, il y a donc eu très peu de verse à Lonzée en 2008. Malgré ce constat, on observe que en moyenne les rendements ont été améliorés de 3 quintaux par les régulateurs. Le tableau 5.4 résume les observations 2008. Le classement est indicatif de la sensibilité des variétés, mais ne préjuge pas du caractère dommageable de la verse. Comme en 2007, les essais ne permettent pas de mettre systématiquement en évidence une liaison sensibilité à la verse – amélioration des rendements par les régulateurs.

Tableau 5.4 – Sensibilité des variétés à la verse à Lonzée en 2008.

Les plus sensibles	Lomerit
Fort sensibles	Alinghi, Highlight, Sequel,
Sensibles	Cervin, Franziska, Pelican, Yole
Peu sensibles	Cervoise, Epoque, Fridéricus, Marlène, Orchidée, Proval
Moins sensibles	Cartel, Laverda, Karioka, Merylin, Shangrila

2.2.2 Les variétés et les tiges cassées en 2008

Comme en 2007, on a de nouveau observé en 2008 de nombreux bris de tige en escourgeon. Ces bris de tige semblent plus dommageables que la verse ; il faut veiller à suffisamment abaisser la table de coupe pour ramasser le maximum d'épis.

Tableau 5.5 – Sensibilité des variétés au bris de tiges en 2008.

Les plus sensibles	Alinghi, Karioka, Lyseval, Pelican, Proval, Sequel
Fort sensibles	Cervoise, Laverda, Lomerit, Yoole
Sensibles	Cervin, Franziska, Fridéricus, Highlight, Marlène, Shangrila
Moins sensibles	Cartel, Merylin, Orchidée

Contrairement à 2007 où les récoltes des variétés les plus précoces étaient retardées par les pluies, et où le phénomène de bris de tige y était plus présent ; on a pas remarqué de liaison

5. Les régulateurs de croissance

variété précoce – tiges cassées en 2008. Le classement des variétés vis à vis de ce phénomène n'est pas identique les 2 années : par exemple, Shangrila et Franziska se sont montrées plus sensibles en 2008 qu'en 2007 ; à l'inverse Merylin s'est mieux comportée en 2008 pour ce caractère.

Comme en 2007, les régulateurs seuls ont eu peu d'impacts sur le phénomène ; par contre en moyenne la combinaison des régulateurs et des fongicides a manifestement été bénéfique. Cependant, comme pour la verse il est toutefois difficile de lier strictement rendements et bris de tiges : les variétés « brisées » n'améliorant pas nécessairement leurs rendements avec les traitements, alors que d'autres variétés peu concernées par ces bris de tiges les améliorent notablement.

Le tableau 5.6 donne les valeurs moyennes de l'importance du phénomène des tiges brisées en fin de végétation, selon les traitements réalisés en 2007 et en 2008. L'efficacité des fongicides pour prévenir le phénomène permet d'avancer l'hypothèse que le bris de tiges pourrait être lié à la présence de maladies affaiblissant leur rigidité.

Tableau 5.6 – Effets des traitements phytosanitaires sur le phénomène des bris de tiges (cotations 0 à 10).

Traitements phytosanitaires	2007	2008
Ni régulateur ni fongicide	7.5	5.5
Deux régulateurs, pas de fongicide	5.6	5.6
Fongicide dernière feuille, pas de régulateur	3.4	4.2
Deux fongicides, pas de régulateur	3.0	3.6
Deux fongicides, deux régulateurs	0	0

2.2.3 Influence de la fumure en sortie d'hiver et des régulateurs sur la verse en 2008

Les essais à Lonzée des dernières années montrent une relation bien réelle entre la dose de fumure en sortie d'hiver pendant le tallage et la sensibilité à la verse. En 2008, il se confirme que la verse est plus importante quand une fumure est appliquée pendant le tallage (2 fois plus importante, quoique sans préjudice significatif sur le potentiel de rendement ; voir article « fumure en escourgeon »).

2.3 Les recommandations

- **Lutte préventive par le choix des variétés les plus résistantes.** Les escourgeons ont la mauvaise réputation de ne pas pouvoir être cultivés sans emploi de régulateurs de croissance. C'est très exagéré, mais effectivement les variétés d'escourgeons sont en général plus sensibles à la verse que les froments. A Lonzée, cela fait maintenant plusieurs années que la plus grande part du champ escourgeon est cultivée sans emploi de régulateur et sans verse. Cela est particulièrement vrai dans la conduite des orges d'hiver brassicoles. Mais le choix du non emploi des régulateurs est indissociable du choix des variétés les plus résistantes et d'une conduite de la fumure azotée modérée en sortie d'hiver.

- **Lutte préventive contre la verse par une fumure tallage minimale.** Dans des conditions moyennes, avec une population de talles normale et un printemps normalement doux, la fumure tallage n'est pas conseillée. En conditions difficiles ou très froides, celle-ci ne devrait jamais dépasser 50 N au tallage, ni 110 N pour le total des fumures tallage + redressement. D'une manière générale, il faut également éviter les surdoses d'azote dans les redoublages et départ, de rampe.
- **Lutte préventive par une bonne connaissance de la parcelle.** Après prairie permanente retournée même depuis 20 ans, il est 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 double traitement anti-verse.
- **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 appliqué en mélange avec le fongicide systématiquement appliqué à ce stade. Les doses d'applications sont reprises dans les pages jaunes du Livre Blanc.

Les conditions climatiques doivent être favorables à la croissance de la culture tant au moment du traitement que dans les jours qui suivent, pour assurer à la fois une bonne efficacité et une parfaite sélectivité du traitement. 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 °. L'efficacité diminue en condition de déficit hydrique au moment du traitement

- **Pour les parcelles à fort risque de verse.** Dans les situations à fort risque de verse, l'emploi supplémentaire du Moddus à 0.5 l pendant la montaison est une technique efficace mais coûteuse et pas sans danger de toxicité.

6. Lutte contre les maladies

1	Aperçu de l'année 2008	2
2	Résultats d'essais Interprétations, nouveautés et perspectives	4
2.1	Et s'il fallait revivre avec la rouille jaune en 2009... ..	4
2.2	La septoriose reste contrôlable, mais	7
2.3	Viser juste contre la fusariose des épis n'a pas été facile en 2008 !.....	11
2.4	Que peut-on retenir des essais fongicides menés sur les sites de Loncée et des Isnes	13
2.5	Quid de la sensibilité des variétés de froment à l'égard du complexe des maladies ?	21
2.6	Sensibilité variétale du froment d'hiver à la rouille brune et à la rouille jaune.....	30
2.6.1	Conclusion	34
2.6.2	Références bibliographiques.....	35
2.7	Les résultats des essais « protection fongicide » réalisés sur escourgeon sur le site de Loncée en 2008	36
3	Recommandations pratiques	41
3.1	Mesures prophylactiques générales	41
3.2	Connaître les pathogènes et cibler les plus importants	42
3.2.1	Le piétin-verse sur blé	42
3.2.2	Le piétin-échaudage en blé	43
3.2.3	La rouille jaune sur blé	43
3.2.4	L'oïdium sur blé	43
3.2.5	La septoriose sur blé	44
3.2.6	La rouille brune sur blé.....	45
3.2.7	Les maladies des épis de blé.....	45
3.2.8	La rhynchosporiose en escourgeon.....	46
3.2.9	L'helminthosporiose en escourgeon.....	46
3.2.10	La rouille et l'oïdium en escourgeon.....	46
3.2.11	Grillures et « taches brunes ».....	47
3.3	Stratégies de protection des froments	47
3.4	Stratégies de protection des escourgeons	51

1 Aperçu de l'année 2008

J.M. Moreau¹

En froment, une longue période de protection s'est souvent avérée nécessaire

En 2008, les maladies du froment nous auront tenus en haleine de la fin du mois d'avril à la mi-juin : rouille jaune d'abord, septoriose ensuite, rouille brune et fusariose pour terminer, les pressions de ces différentes maladies ont souvent été soutenues. Les fongicides ont donc eu l'occasion d'exprimer tout leur potentiel. Dans les essais du Département Phytopharmacie du CRA-W, les réponses aux meilleurs traitements fongicides ont oscillé entre 2,2 et 3,8 t/ha sur les variétés sensibles, en absence de rouille jaune, et jusqu'à 4,8 t/ha en cas de rouille jaune !

- Précoce et sournoise, la rouille jaune aura fait parler d'elle pour une deuxième année consécutive. Parfois bien développée dès la mi-avril, elle ne s'est cependant pas toujours manifestée ostensiblement en foyers. Souvent, elle a foisonné sur le feuillage inférieur, peu visible « de la route » ou du tracteur, avant d'exploser très brusquement sur l'ensemble de la culture.
En essai, la rouille jaune a été jusqu'à réduire de 45% le potentiel de rendement. Cette maladie reste cependant très facilement contrôlable, pourvu qu'on y soit un peu attentif.
- Les pluies fréquentes des mois de mars et avril 2008 ont permis à la septoriose de bien s'installer sur les plantes lors du tallage. Les 2 semaines de temps sec observées début mai, juste pendant la phase de montaison des blés, n'ont que très temporairement retardé la progression du champignon, et les conditions humides qui ont suivi auront permis à cette maladie de s'installer rapidement sur le feuillage supérieur. La pression de septoriose aura finalement été assez sévère dans certaines situations.
Vers la mi-juin, la septoriose a été temporairement un peu plus intense sur la dernière feuille que sur à l'avant-dernière feuille. Bien qu'il ne soit pas exceptionnel, ce phénomène fut particulièrement observé cette année. Il résulte probablement de la coïncidence entre la présence d'un inoculum important sur les feuilles du bas, une période sans pluie lors du développement de l'avant-dernière feuille, et des périodes humides favorables aux repiquages de septoriose lors du développement des dernières feuilles qui, jeunes, se trouvaient encore proches des sources d'inoculum sur les feuilles du bas. En pratique, dans les stratégies à deux passages classiques, au 2^{ème} nœud et à l'épiaison, le « creux » temporaire de protection de la dernière feuille fut parfois surprenant lorsque le premier traitement était un peu trop faible et/ou appliqué un peu trop tôt.
- Après s'être montrée d'une précocité et d'une agressivité totalement atypique en 2007, la rouille brune s'est développée de manière beaucoup plus habituelle en 2008. Elle était même assez tardive et plutôt modérée, à l'inverse de ce qu'on pouvait craindre.
- Défiant les spéculations d'ordre statistique, pour une deuxième année consécutive les conditions du début du mois de juin 2008 ont à nouveau permis à la fusariose de se

¹ CRA-W – Département Phytopharmacie

développer sur les épis. Les niveaux d'infections sont restés plus faibles que ceux observés en 2007, mais plus élevés que ceux de 2002.

Dans les six sites d'essais mis en place par le Département Phytopharmacie, aucune autre maladie ne s'est développée à un niveau important. Nous soulignerons cependant que des taches assez semblables à des lésions d'helminthosporiose (DTR) ont été plusieurs fois observées. Les analyses microbiologiques n'ont cependant jamais pu faire le lien avec un agent causal. De la fausse helminthosporiose comme l'ont écrit nos collègues français ?

Malgré des maladies plutôt tardives, en escourgeon la réponse aux fongicides a été assez forte.

En 2008, les maladies sont restées très longtemps discrètes dans les deux sites d'essais mis en place par Département Phytopharmacie du CRA-W. Le 25 mai, les 2 dernières feuilles étaient encore indemnes de maladie. Un peu de rhynchosporiose était visible, mais sur les étages foliaires inférieurs uniquement. Ce n'est que par la suite que cette maladie, ainsi que de la rouille, de l'helminthosporiose et assez bien de 'taches brunes' sont apparues sur les 2 feuilles supérieures. Dans ces 2 essais, sur Lommerit et Pelikan, les réponses aux meilleurs traitements fongicides ont été respectivement de 2.3 et 3.8 t/ha.

De la ramulariose dans les escourgeons ?

Plusieurs observateurs ont signalé avoir vu des symptômes de ramulariose en escourgeon. Toutefois, aucune confirmation stricte n'a pu être faite. Ni dans nos essais, ni dans les consultations de la Clinique des Plantes de l'UCL des spores de ramulariose n'ont pu être observées, alors que c'est le seul moyen pour formellement identifier cette maladie.

2 Résultats d'essais

Interprétations, nouveautés et perspectives

2.1 Et s'il fallait revivre avec la rouille jaune en 2009...

J.-M. Moreau

Comme dans le passé, la rouille jaune observée ces deux dernières années s'est révélée être une des maladies les plus dommageables pour les blés. Elle peut aisément réduire le rendement de plus de 40%. Nous ne possédons cependant aucun élément pertinent pour prédire si nous en reverrons la moindre pustule en 2009. Mais à titre préventif, voici quelques indications déduites des essais 2008 pour gérer au mieux cette maladie.

Aller voir chaque champ

En 2008, même sur des variétés très sensibles, le moment d'apparition et l'intensité du développement de la rouille jaune ont parfois été fort différents entre des champs voisins. De plus, les ronds jaunes qui typiquement permettent de cerner de loin la présence de cette maladie sont apparus souvent bien (trop) tard, alors que la maladie foisonnait sournoisement, mais abondamment, sur les feuilles inférieures. L'expérience de 2008 démontre une fois encore qu'il n'y a clairement pas d'alternative, il faut aller visiter ses champs aussitôt que le cadco parle de rouille jaune !

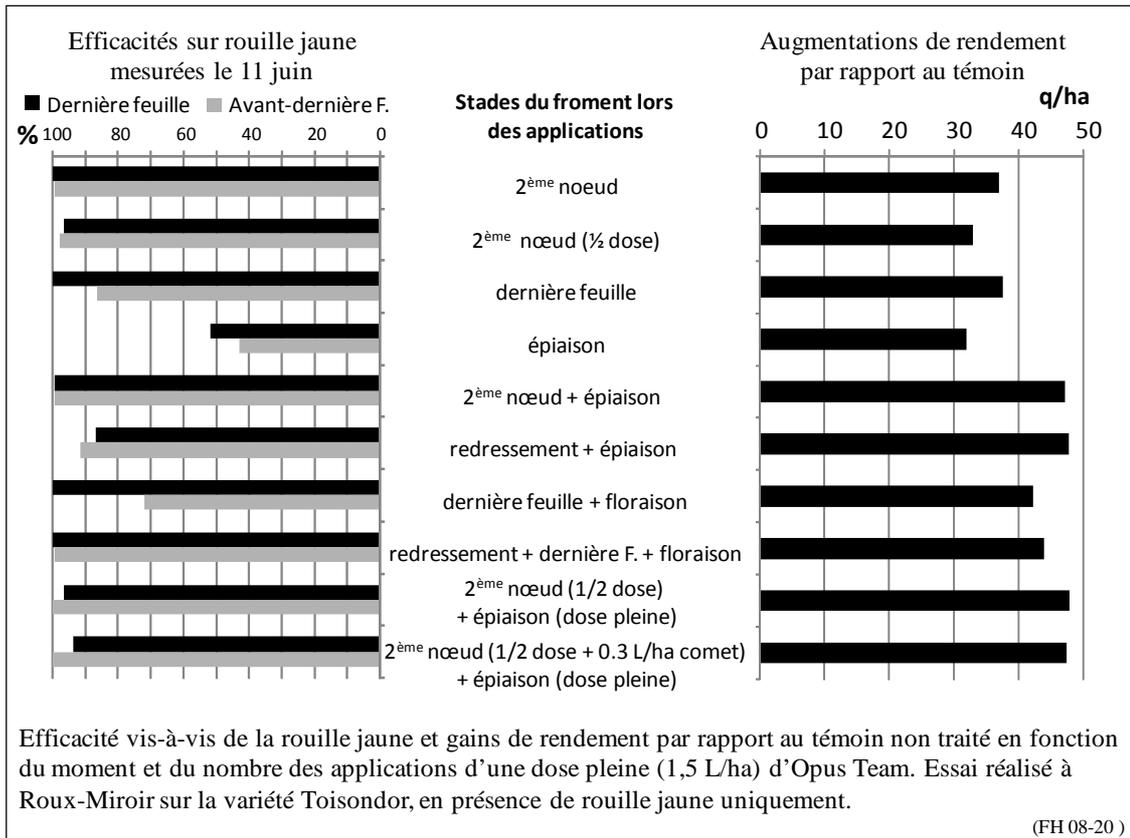
Juger de manière critique, avant le stade 1^{er} à 2^{ème} noeud

La rouille jaune peut se développer très rapidement sur une variété sensible, mais il ne faut pas pour autant faire une jaunisse dès la détection de la moindre pustule. Avant le stade 1^{er} à 2^{ème} noeud :

- On n'interviendra immédiatement avec un fongicide que si la maladie est généralisée dans le champ. Dans ce cas, le traitement sera considéré comme spécifique à cette maladie et donc peu pris en compte dans la gestion des autres maladies. C'est rarement une nécessité en Wallonie. Un traitement fait très tôt n'exclut pas de devoir revenir au stade 2^{ème} noeud.
- En cas de détection ponctuelle (souvent sur les plantes les plus développées, comme dans les redoublages d'azote par exemple), on attendra le stade 1^{er} à 2^{ème} noeud pour intervenir. Les traitements faits avant ce stade sont en effet systématiquement moins efficaces sur les feuilles qui montent, l'avant-dernière feuille en particulier.

Ne plus prendre de risque dès le stade 2^{ème} noeud

Dès lors que la rouille jaune est facilement détectée sur une variété sensible lorsque le blé est au stade 1^{er} à 2^{ème} noeud, le risque est grand. Il est recommandé de faire une application de fongicide sans tarder.

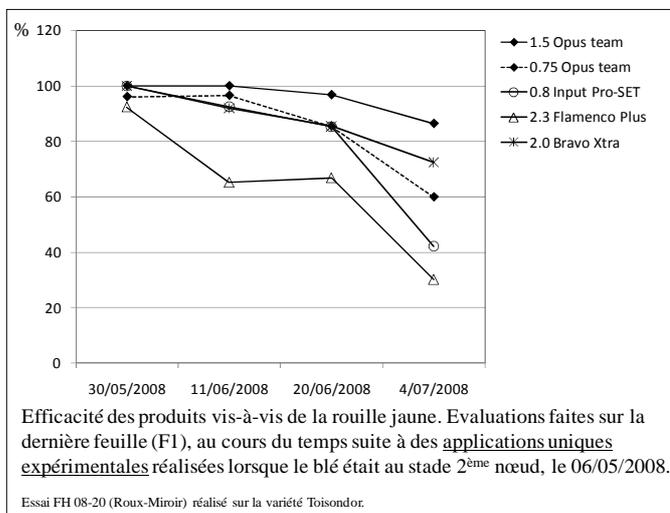


Ne pas trop compter sur la chaleur et le soleil pour freiner la rouille jaune

La rouille jaune est favorisée par des printemps frais, et il a souvent été considéré qu'une épidémie pouvait se stopper d'elle-même lorsque les températures s'élevaient suffisamment. Nous avons dû pourtant constater que dans les essais où la maladie était installée, des périodes de temps plus sec et plus chaud en 2007 (37 jours sans pluies) et 2008 (15 jours de beaux jours début mai) n'ont pas bloqué son l'évolution comme on l'aurait espéré.

Beaucoup de produits sont suffisants si on prévoit un second traitement

Les principales triazoles actuellement utilisées pour contrôler la septoriose en début de saison maîtrisent la rouille jaune. Les meilleures donnent même des résultats très satisfaisants à dose réduite. Pour distinguer des produits ou des doses de produits sur cette maladie lorsqu'ils ont été appliqués au stade 2^{ème} noeud il aura fallu attendre le début du mois de juin, soit bien après qu'un second traitement ait été appliqué en pratique.



L'utilisation de strobiliforme (Comet dans l'essai de Roux-Miroir) au stade 2^{ème} nœud ne s'est pas avérée nécessaire pour contrôler la rouille jaune dans notre essai.

Un seul traitement n'a pas toujours suffit dans nos essais

Lorsque de la rouille jaune se développe dans un essai, la pression est souvent assez forte étant donné la présence de parcelles témoin non protégées. Dans ces conditions, il apparaît que la rouille jaune est souvent difficilement contrôlable avec un seul traitement. Les différences de rendement entre un et deux traitements ont régulièrement été supérieures à 10 q/ha.

Manque d'efficacité des fongicides sur rouille jaune ? Probablement le fait de traitements trop tardifs

A ce jour, aucune perte d'efficacité des produits vis-à-vis de la rouille jaune n'a été observée en essai. Et pourtant, il a quelquefois été rapporté de la pratique que la maladie n'aurait pas été suffisamment stoppée par un traitement, nécessitant une seconde intervention très rapidement.

Ce manque d'efficacité apparent trouve vraisemblablement son explication dans le caractère trop tardif des applications. Lorsqu'un traitement fongicide est réalisé tardivement il peut, et c'est normal (limite de curativité), ne plus être capable d'arrêter les infections en incubation depuis plusieurs jours dans les feuilles. Des symptômes peuvent donc s'extérioriser peu après le traitement, et ce d'une manière d'autant plus impressionnante que la maladie se repique abondamment dans sa phase « explosive ».

2.2 La septoriose reste contrôlable, mais ...

J.-M. Moreau

Depuis la soudaine apparition d'une résistance totale de la septoriose vis-à-vis des fongicides de la famille des strobilurines, il y a 5 ans, nous contrôlons cette maladie principalement à l'aide de triazoles. Cependant, des tests menés en laboratoire indiquent que la sensibilité des souches de septoriose vis-à-vis des triazoles diminue d'année en année. Cette diminution de sensibilité se transmet à travers les générations du champignon, ce qui implique qu'on parle de résistance, même si d'un point de vue pratique la maladie reste contrôlée au champ.

Les souches deviennent résistantes, mais il y a des différences selon les produits

Nos collègues français de l'INRA ont étudié le caractère génétique de la résistance de la septoriose vis-à-vis des produits inhibiteurs de la biosynthèse des stérols (triazoles). Ils démontrent que toutes les souches de septoriose isolées actuellement possèdent un gène conférant une résistance faible à moyenne vis-à-vis de ces produits, mais que les différentes molécules ne sont pas concernées de la même manière en fonction du type de mutation génétique causant la résistance. Pour être succinct, il peut être considéré que toutes les souches de septoriose isolées en France depuis 2006 manifestent une légère résistance vis-à-vis du prothioconazole (Input Pro) lorsqu'on les compare à une ancienne population sensible de référence. Pour 78% d'entre elles, ce facteur de résistance est un peu plus élevé vis-à-vis des époxiconazole (Opus), metconazole (Caramba), cyproconazole (Caddy) et fluquinconazole (Flamenco), et encore un peu plus élevé vis-à-vis du tébuconazole (Horizon) et du difénoconazole.

Vis-à-vis du prochloraze, la majorité des souches françaises montrent un facteur de résistance du même ordre que celui observé pour le prothioconazole. Une partie des souches restent cependant encore totalement sensibles au prochloraze.

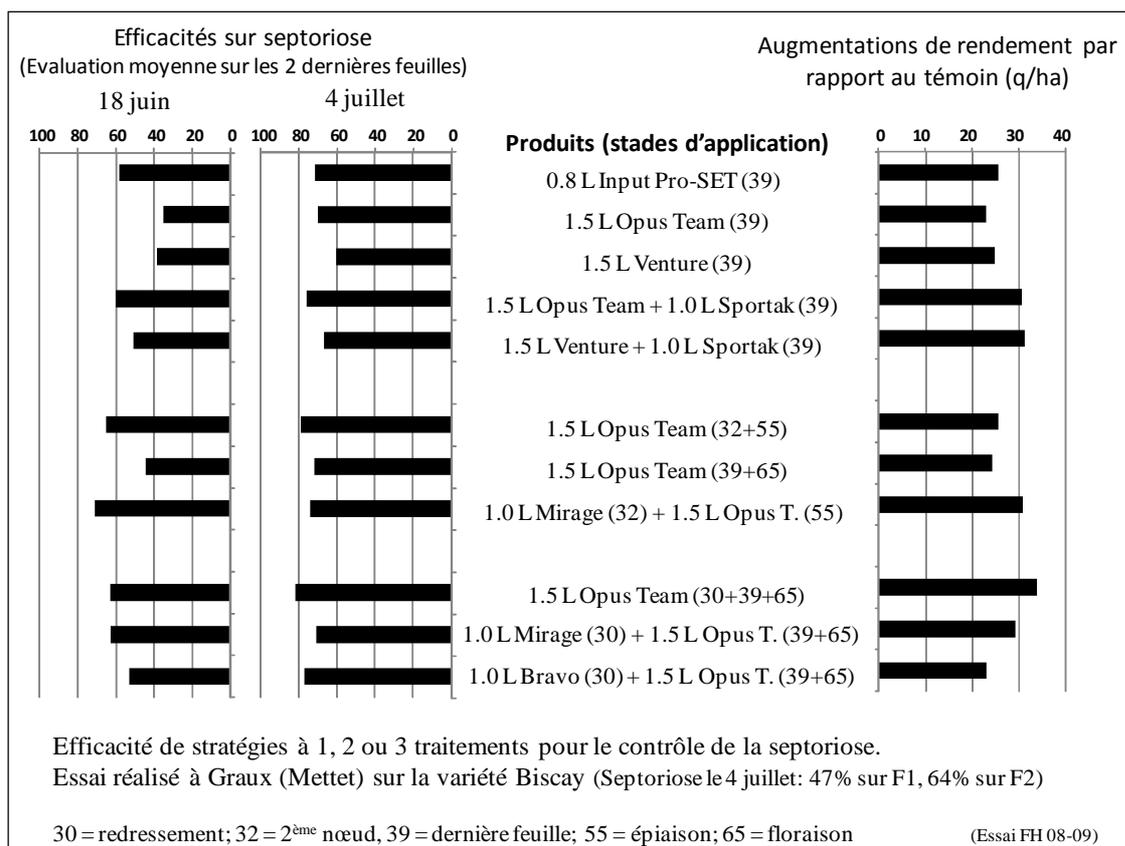
Les travaux menés en collaboration avec le laboratoire de phytopathologie de l'UCL à Louvain-la-Neuve nous permettent de penser que la situation décrite pour la France se vérifie chez nous.

Les triazoles semblent avoir eu du mal à contrôler seules la septoriose en 2008

Quoiqu'ils aient montré une efficacité évidente sur la septoriose et apporté des augmentations de rendement importantes dans tous les essais, l'époxiconazole (Opus) et, dans une moindre mesure, le prothioconazole (Input Pro, Fandango) se sont parfois avérés un peu décevants lorsqu'ils étaient utilisés seuls, donnant ça et là l'illusion que trois passages avec un fongicide pouvaient devenir indispensables pour contrôler la septoriose de manière correcte.

Le prothioconazole à sa dose pleine (200 g/ha) s'est presque toujours révélé légèrement plus efficace que la dose pleine d'époxiconazole. Les autres triazoles étaient souvent moins performantes.

6. Lutte contre les maladies



Le tébuconazole (Horizon) serait-il occupé à lâcher complètement sur septoriose ?

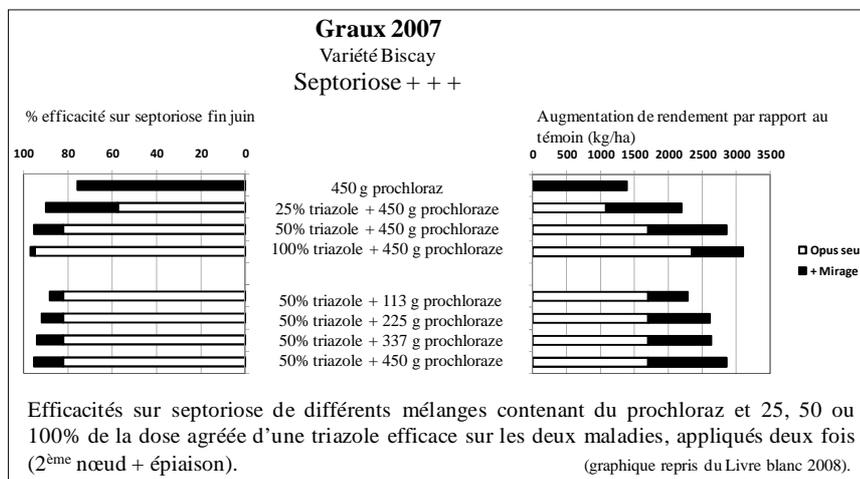
Dans deux sites assez fortement touchés par la septoriose, le tébuconazole (Horizon) a surpris par ses performances particulièrement médiocres. Classé depuis plusieurs années (mais non testé dans nos essais en 2007) comme un peu moins performant que l'époxiconazole (Opus), il apparaissait assez constamment être du niveau du metconazole (Caramba 60 à 1.0 L/ha). Cette année le tébuconazole est apparu bien moins performant que le metconazole.

Les performances du Prosaro (qui équivaut à ½ Input Pro + ½ Horizon) sont cependant restées totalement acceptables dans ces deux mêmes essais.

A confirmer !

Plus que jamais, les combinaisons avec du prochloraze ont été valorisées en 2008

Le prochloraze s'est révélé une fois encore un partenaire privilégié, en 2008. Les performances des mélanges époxiconazole ou prothiconazole + prochloraze étaient nettement plus efficaces que les meilleures triazoles appliquées seules. Même les



successions prochloraze (sans triazole) en première application, suivi d'une triazole (sans prochloraze) en deuxième application, se sont parfois révélées meilleures que les doubles applications de triazole sans prochloraze.

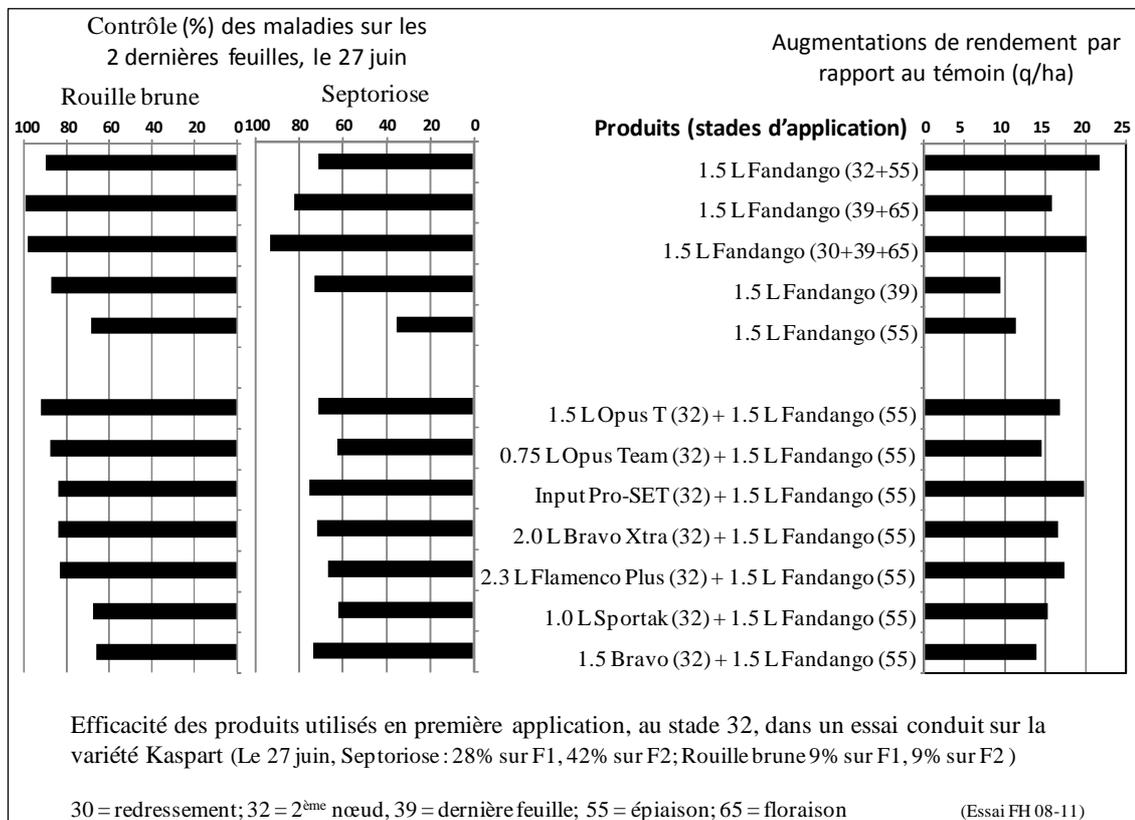
L'efficacité sur septoriose des combinaisons de triazole et de prochloraze reste cependant dépendante des performances de la triazole utilisée, ainsi que de la dose de triazole et/ou de prochloraze appliquée (voir graphique ci-joint repris du Livre Blanc 2008).

Le chlorothalonil reste également une solution envisageable comme partenaire pour aider les triazoles sur la septoriose. Les performances sont cependant restées un peu moindres qu'avec le prochloraze.

Le boscalid a, quant à lui, un peu déçu en 2008. Les performances du Venture (époxyconazole + boscalid) sur septoriose n'ont pas toujours été meilleures que celles obtenues avec de l'Opus Team (époxyconazole + fenpropimorphe) appliqué seul, et l'effet positif du Venture sur le rendement, si souvent été observé ces deux dernières années, n'a pas toujours été au rendez-vous cette année. L'association de prochloraze avec le Venture fut nécessaire pour atteindre les meilleurs résultats.

La prudence s'impose !

Souvenons-nous qu'il y quelques années encore, il était difficile de faire la différence entre de l'époxyconazole et du prothioconazole sur la septoriose. On n'observait pas non plus un intérêt sensible du prochloraze pour contrôler cette maladie. Le tébuconazole montrait, quant à lui, une efficacité exploitable en pratique, bien qu'inférieure aux meilleurs triazoles.



De là à dire que les observations faites dans les essais en 2008 sont les conséquences pratiques d'une situation démontrée depuis deux ans à partir de souches isolées en laboratoire par nos collègues de l'INRA français il n'y a qu'un pas. L'analyse par l'Unité de Phytopathologie de l'UCL de plusieurs centaines de souches prélevées dans nos essais l'an dernier devrait nous aider à juger s'il peut être franchi.

Les résultats 2008, bien qu'assez variables d'un essai à l'autre, invitent cependant à la prudence. Hormis peut-être le prothioconazole, les triazoles semblent devenir parfois un peu décevantes lorsqu'elles sont utilisées sans partenaire. Cette usure progressive pourrait nous conduire à vouloir multiplier les traitements pour contrôler la septoriose. Nos résultats démontrent cependant que passer plus de deux fois avec un fongicide reste à ce jour une stratégie qui n'est qu'exceptionnellement rentable dès lors qu'un partenaire est utilisé avec la triazole. Le prochloraze est un partenaire à privilégier en ce sens.

Il demeure important de souligner que le prochloraze, tout comme le chlorothalonil et le boscalid d'ailleurs, n'a aucun effet sur la rouille brune. En 2008, malgré une arrivée tardive de la rouille brune, il semble se confirmer que l'absence d'efficacité sur rouille brune d'un traitement fait au 2^{ème} nœud puisse avoir un léger impact sur le rendement (voir figure ci-dessus reprenant l'essai sur la variété Kaspart).

Il est donc plus raisonnable de travailler les mélanges triazole-prochloraze plutôt que les alternances, et de doser les mélanges en fonction de la sensibilité variétale aux différentes maladies.

2.3 Viser juste contre la fusariose des épis n'a pas été facile en 2008 !

J.-M. Moreau, A. Chandelier²

Pour la deuxième année consécutive, en 2008 beaucoup de froments ont fleuri pendant une période humide. Sur le terrain, les fréquentes pluies et bruines prolongées subies entre le 4 et le 7 juin ont en effet d'emblée fait craindre des infections de fusariose sur les épis, générant une fois encore de nombreuses questions quant à la nécessité d'un traitement contre cette maladie.

L'intensité de la fusariose en 2008 fut la deuxième plus importante depuis 8 ans

Dès le début du mois de juillet, les craintes de développement de fusariose sur les épis se sont vérifiées. Les niveaux étaient cependant fort variables entre les champs. Souvent assez modérés lorsque les risques agronomiques étaient faibles, ces niveaux ont parfois été impressionnants dans des cultures emblavées après un maïs non ou mal labouré.

Poursuivant une étude démarrée en 2001, le Département de Lutte Biologique et Ressources phytogénétiques du CRA-W a une fois encore réalisé des analyses de teneur en mycotoxine sur des épis prélevés un peu partout en Wallonie, quelques jours avant la récolte. Ce travail a permis de révéler très rapidement le risque inhérent à la saison 2008 en ce qui concerne les teneurs en mycotoxines dans les grains, la classant en deuxième position derrière la saison 2007 et devant la saison 2002 (Tableau ci-dessous).

Résultats des analyses de teneur en DON faites par le Département Lutte Biologique et Ressources phytogénétiques du CRA-W à partir d'échantillons prélevés annuellement en pré-récolte (LOQ= inférieur au seuil de détection).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nbre échantillons	67	66	184	112	104	115	67	51
Moyenne (ppb)	<LOD	620	270	200	<LOD	115	1350	826
Maximum (ppb)	400	2850	2750	2500	190	680	5610	4790
Incidence (%)	8,4	74,7	51	35	8,6	65	100	92
> 1250 ppb (%)	0	18	5	1,8	0	0	36	20

L'efficacité des produits fut très différente selon le jour de l'application

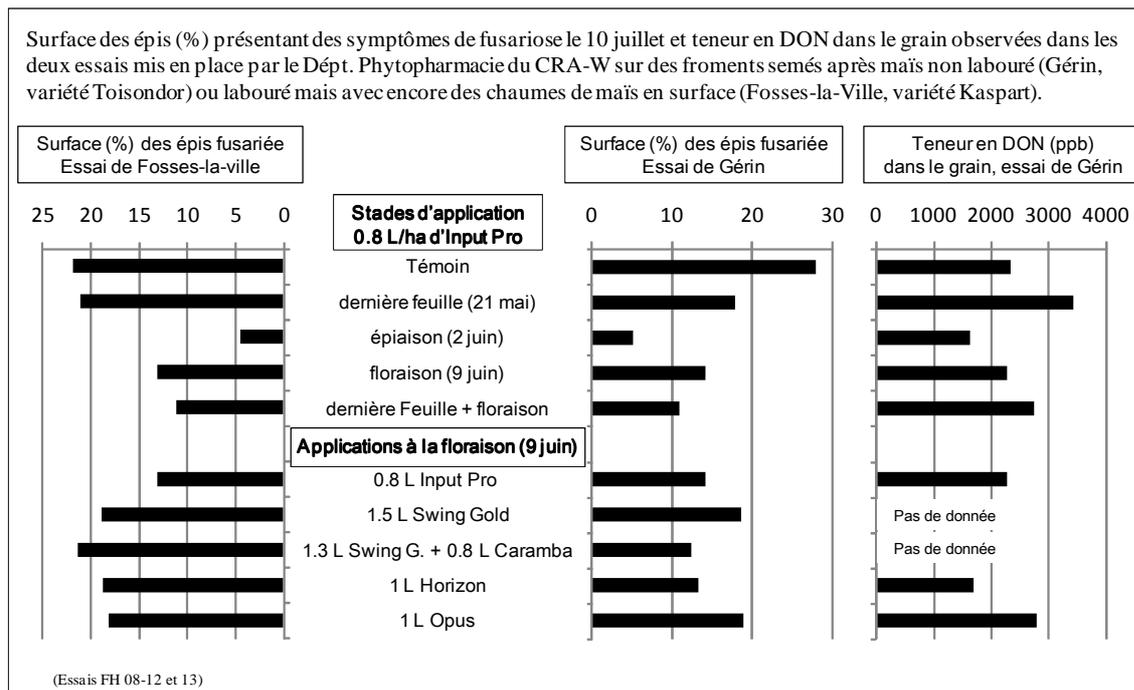
Pour lutter contre la fusariose sur épis il faut traiter pendant la floraison, c'est-à-dire lorsqu'on voit les étamines sur les épis. En 2008, comme beaucoup de champs de froment, nos essais ont épillé tout début juin. Ils ont commencé à fleurir après quelques jours, au moment où les conditions météorologiques particulièrement humides ne permettaient pas d'intervenir

²CRA-W – Département Lutte biologique et ressources phytogénétiques

6. Lutte contre les maladies

immédiatement. Des traitements y ont été réalisés les 2 et 9 juin, c'est-à-dire respectivement avant et après cette période humide du 4 au 7 juin. Leurs efficacités ont été très différentes. Les traitements du 2 juin faits en cours d'épiaison, avant la floraison, se sont révélés nettement plus efficaces que ceux réalisés lorsque le blé était encore en fleur après les quelques jours de forte humidité. Une expérience dont il faudra sans doute tenir compte dans le futur.

Les efficacités des différents produits ayant été comparées avec des applications réalisées à la floraison, les résultats de cette saison doivent être interprétés avec réserve.



2.4 Que peut-on retenir des essais fongicides menés sur les sites de Lonzée et des Isnes

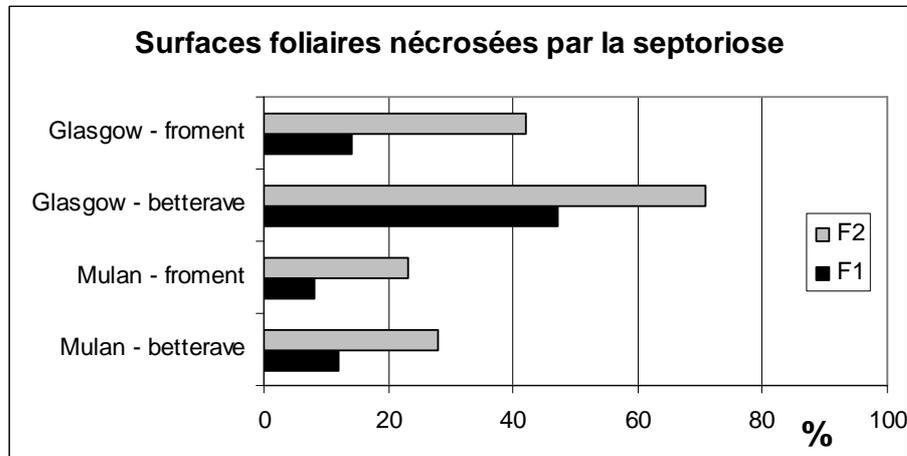
F. Vancutsem³, B. Seutin⁴ et B. Bodson³

Situation sanitaire des cultures aux Isnes et à Lonzée

Les résultats présentés de ce chapitre proviennent d'essais qui ont été épargnés par les attaques précoces de rouille jaune. La rouille brune a fait une apparition tardive et est restée très discrète. La fusariose a été peu dommageable sur ces deux sites.

La septoriose s'est, quant à elle, développée tout au long de la saison avec une pression non négligeable atteignant, début juillet, 70% de l'avant dernière feuille et près de 50% de la dernière feuille sur les variétés sensibles comme Glasgow. Les niveaux de maladies observés, en particulier la septoriose, étaient très différents d'un site à l'autre comme le montre la Figure 6.1. L'essai Glasgow après froment (Isnes) présentait moins de symptômes de septoriose que celui implanté après betteraves (Lonzée). La variété Mulan, plus résistante, présentait quant à elle des niveaux de septoriose nettement moindre de l'ordre de 25% sur la F2 et 10% sur la F1 mais équivalents dans les deux sites.

Figure 6.1 – Surfaces foliaires nécrosées par la septoriose sur les variétés Glasgow et Mulan non traitées et pour deux précédents (betteraves à Lonzée et froment aux Isnes) – FUSAGx 2008.



Les variétés implantées pour les essais fongicides ont été différemment touchées par la septoriose et les rouilles. La présence des maladies sur les différentes variétés est reprise dans le tableau ci-dessous.

³ F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

⁴ F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGOARNE du Ministère de la Région Wallonne

6. Lutte contre les maladies

Tableau 6.1 – Relevé de la présence de maladies sur les 4 variétés implantées pour les essais fongicides.

	Septoriose	Rouille Jaune	Rouille brune
Contender	(oui)	non	non
Glasgow	oui	non	(non)
Istabraq	oui	non	non
Mulan	(oui)	non	non
<i>oui : ≥50% de la dernière feuille nécrosée début juillet</i> <i>(oui) : 25-30% de la dernière feuille nécrosée début juillet</i> <i>(non) : présence de la maladie mais très peu de développement</i> <i>non : absence de la maladie</i>			

Les résultats présentés ci-dessous proviennent des essais fongicides dont la conduite a été la suivante :

- semis : seconde quinzaine d'octobre à une densité de semis de 220 gr/m²,
- fumure azotée : 185uN en deux applications
- régulateur de croissance : 1L de CCC au 1^{er} nœud
- un insecticide à Loncée mais pas aux Isnes

Variétés sensibles, variétés tolérantes : comparaison des réponses à la protection fongicide.

Les variétés Mulan et Glasgow ont été comparées deux à deux dans deux sites : Loncée et Les Isnes, respectivement après des betteraves et du froment. Au total, 16 stratégies fongicides ont été comparées se différenciant par le nombre de passages (1 à 3), les doses utilisées et les familles fongicides.

Tableau 6.2 – Stratégies fongicides comparées dans les essais « stratégies fongicides » – FUSAGx 2008.

	Stratégies fongicides			
	Stade 32	Stade 39	Stade 57	Stade 65
1	-	-	-	-
2	-	Opus 1L	-	-
3	-	Venture 1.5L	-	-
4	-	Op 1L + Am 0.5L	-	-
5	-	input Pro 0.8l + Am 0.5L	-	-
6	Opus 1L	-	Opus 1L	-
7	Opus 0.5L	-	Opus 1L	-
8	Opus 0.5L	-	Venture 1.5L	-
9	Opus 0.5L	-	InputPro 0.8L + Am 0.5L	-
10	Opus 0.5L	-	Op 1L + Am 0.5L	-
11	Op 0.5l + Bravo 1L	-	Op 1L + Am 0.5L	-
12	Op 0.5L + Amistar 0.5L	-	Op 1L + Am 0.5L	-
13	Op 0.5L + Sportak 1L	-	Op 1L + Am 0.5L	-
14	Opus Team 0.75L	-	Op 1L + Am 0.5L	-
15	-	Opus 1L		Prosaro 1L
16	Opus 0.5L	Opus 0.5L	Opus 0.5L	-

Une stratégie à deux passages était la bonne option en 2008 !

Une stratégie comprenant un traitement unique à la dernière feuille a procuré un gain de rendement moyen de 8 qx/ha (moyenne des objets 2 à 5 dans 4 essais) par rapport au témoin non traité (Figure 6.2). Un premier passage au 2^{ème} nœud avec 0.5L d'Opus et le report du traitement dernière feuille à l'épiaison (objets 7 à 10) a permis un gain supplémentaire de 3 qx/ha soit 12 qx/ha de plus que le témoin.

Sur Glasgow, variété sensible, un schéma en deux passages se justifiait d'un point de vue agronomique et économique. Sur la variété Mulan, plus tolérante à la septoriose, une stratégie en 1 passage donnait satisfaction sur le précédent froment

Afin de mieux protéger l'épi, une stratégie à double traitement « dernière feuille – floraison » peut s'envisager avec, en second traitement, un fongicide efficace sur les maladies d'épis. Dans les comparaisons effectuées, le Prosaro (mélange de prothioconazole et de tebuconazole) a été choisi. L'application de Prosaro 1L à la floraison (objet 15) a permis un gain supplémentaire de 4 qx/ha par rapport au 8 qx/ha obtenu avec un 1L d'Opus à la dernière feuille (Figure 6.3).

Sur Mulan, les augmentations de rendement ont été supérieures avec une stratégie dernière feuille – floraison plutôt que 2^{ème} nœud – dernière feuille surtout dans la situations de précédent froment. Sur Glasgow, cette seconde stratégie est équivalente à une stratégie 2 nœuds - épiaison

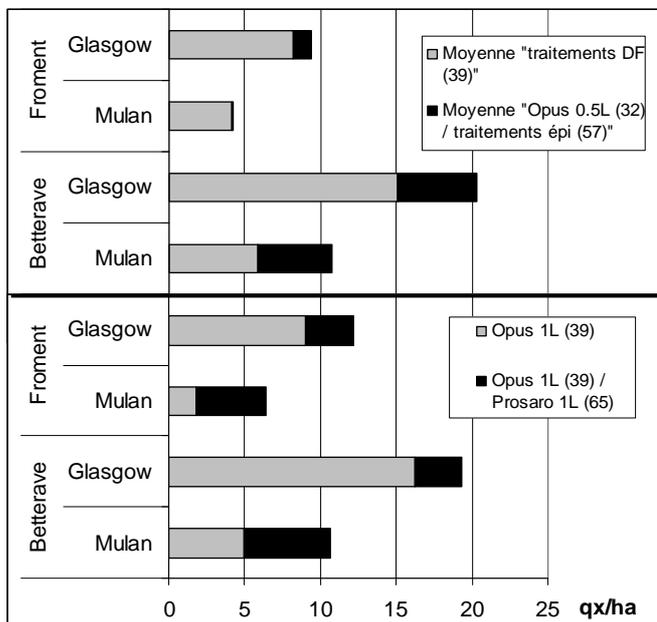


Figure 6.2 – Gains moyens de rendement obtenus dans les 4 essais pour les schémas à 1 passage DF et gains supplémentaires (histogrammes noirs) dans les schémas à deux passages 2 nœuds – épiaison – FUSAGx 2008.

Figure 6.3 – Gains de rendement obtenus dans les 4 essais avec 1L Opus à la dernière feuille et gains supplémentaires (histogrammes noirs) dans les schémas à deux passages (DF-floraison) avec 1L Prosaro – FUSAGx 2008.

En 2008, l'ajout de Sportak a renforcé l'action de l'Opus appliqué au stade 2 nœuds

Lors de l'utilisation d'une dose de 0.5L Opus, il est souvent conseillé de la renforcer. Trois fongicides ont été testés en complément au 2^{ème} nœud. Force est de constater qu'en 2008, l'ajout de Bravo 1L ou d'Amistar 0.5L n'a pas ou peu amélioré l'efficacité de l'Opus 0.5L (Figure 6.4). L'ajout de Sportak a permis un gain moyen de rendement de près de 3 qx/ha (efficacité contre les souches résistantes ?).

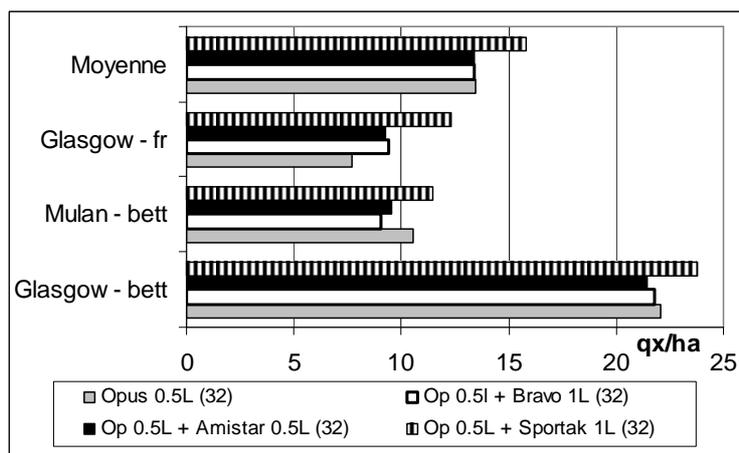


Figure 6.4 – Gains de rendement obtenus dans des parcelles ayant reçu deux traitements fongicides : 2 nœuds (Opus + complément) et épiaison (Opus 1L + Amistar 0.5L) – FUSAGx 2008.

Meilleure efficacité d'une protection en 3 passages ?

Un schéma de protection comprenant 3 passages avec 0.5L d'Opus a donné des gains de rendements de 13 qx/ha par rapport au témoin, ce qui est 2 qx/ha de plus que dans la stratégie de traitement avec seulement deux passages pour une même dose d'Opus (0.5L Opus (32)/ 1L Opus (57).

Cependant, en renforçant l'Opus avec par exemple du Sportak au stade 2 nœuds et de l'Amistar (contre rouille) à l'épiaison, les gains de rendement observés étaient supérieurs avec en moyenne un gain de 16 qx/ha par rapport au témoin soit 3 qx/ha de plus que dans la stratégie 3* 0.5L Opus.

Trouver un bon partenaire aux triazoles reste le meilleur moyen de bien contrôler la septoriose sans augmenter le nombre de passages dans la culture.

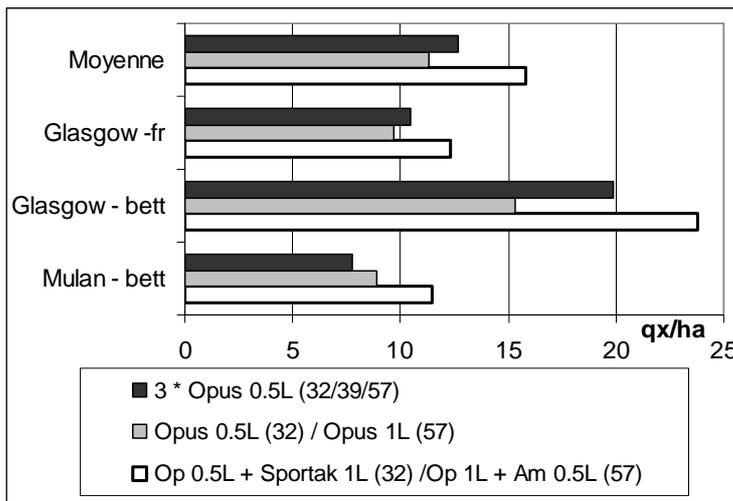


Figure 6.5 – Comparaison d’une stratégie en 3 passages (3*0.5L Opus) avec 2 stratégies à base d’Opus 1.5L renforcé ou non par d’autres fongicides – FUSAGx 2008.

Les bons résultats des fongicides contenant du prothioconazole

Différents fongicides ont été comparés sur le site de Loncée sur les variétés Istabraq (très sensible à la septoriose) et Contender (tolérante).

Les résultats obtenus mettent en évidence que :

- les fongicides contenant du prothioconazole ont toujours procuré les meilleurs gains de rendement (Prosaro, Input pro, Delaro, Fandango).
- le Venture a procuré le meilleur gain de rendement lorsqu’il est positionné à la dernière feuille mais a été décevant à la floraison. La perte de rendement (-2.5 qx/ha) est marquante lorsque la dose de Venture est réduite de 1.5L à 1.2L (dose d’époxyconazole insuffisante).
- De même, les réductions de doses sur Fandango se sont traduites en réduction de gains de rendement. Pour l’Opéra, la différence de rendement observée n’était pas significativement différente pour les doses de 1.5 ou 1.2L.
- Opus 1L procure des rendements significativement inférieurs aux fongicides contenant du prothioconazole
- Horizon 1L utilisé seul se situe en bas de classement et est particulièrement décevant en 2008 surtout en cas de pression de septoriose élevée comme sur la variété Istabraq.

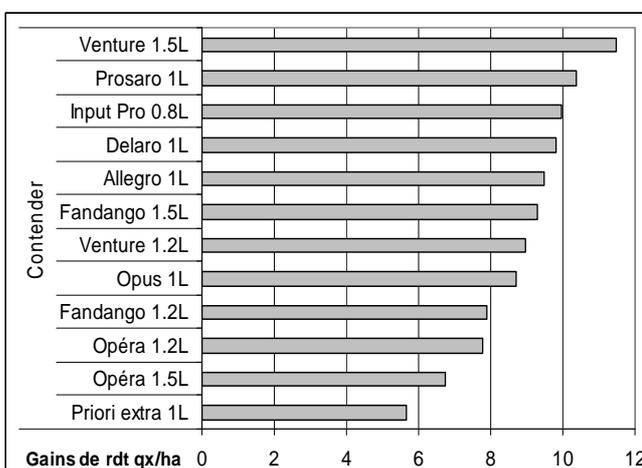


Figure 6.6 – Gains de rendement obtenus suite à l’application de différents fongicides au stade dernière feuille (traitement unique) sur la variété Contender – Loncée 2008.

6. Lutte contre les maladies

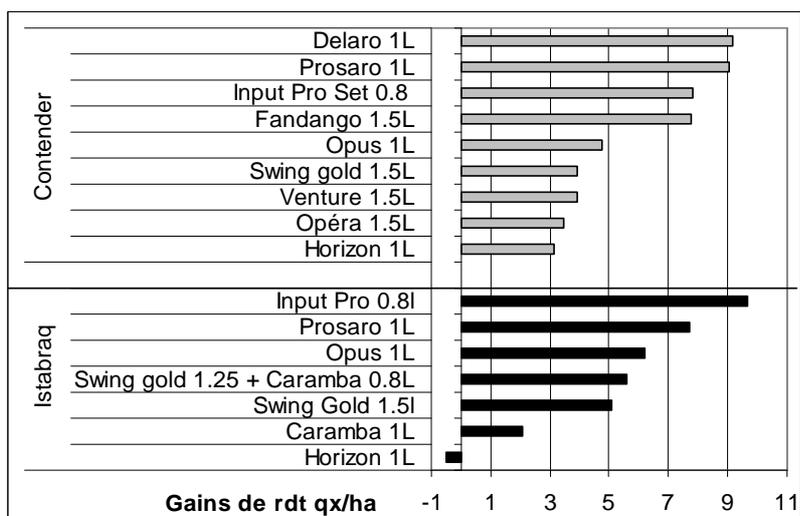


Figure 6.7 – Gains de rendement obtenus suite à l'application de différents fongicides au stade floraison dans des schémas à deux traitements sur les variétés Contender et Istabraq – Lonzée 2008.

En absence de rouille, l'ajout de strobilurine ne permet pas de gain de rendement

L'impact sur le rendement de l'ajout de strobilurine à la triazole a été mesuré dans 7 essais différents soit à la dernière feuille soit à l'épiaison:

- sites de Lonzée et des Isnes : Mulan et Glasgow
- site de Lonzée : Contender et Istabraq

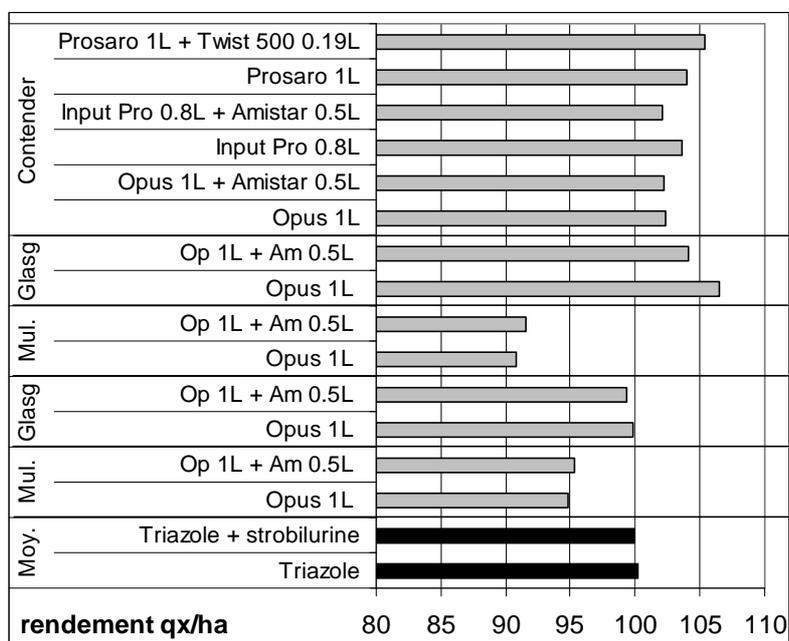


Figure 6.8 – Impact de l'ajout de strobilurine à une triazole lors du traitement de dernière feuille sur les variétés Mulan, Glasgow, et Contender - FUSAGx 2008.

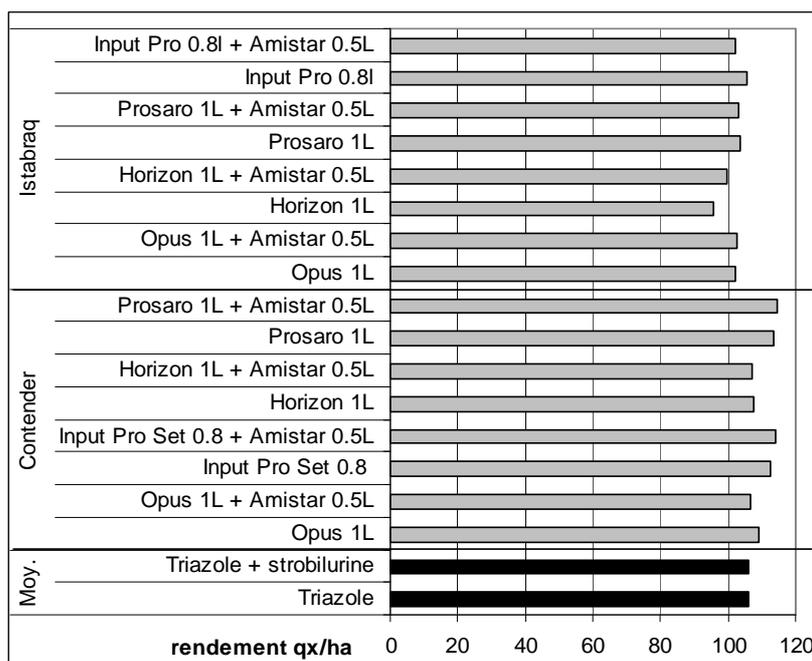


Figure 6.9 – Impact de l'ajout de strobilurine à une triazole lors du traitement d'épiaison sur les variétés Contender et Istabraq – FUSAGx 2008.

Comme le montre clairement les deux figures ci-dessus, les moyennes de rendements obtenues (histogrammes noirs) avec ou sans strobilurine sont strictement égales en absence de rouille.

Les mélanges fongicides et Allié posent toujours question...

Beaucoup d'agriculteurs ont pour habitude d'utiliser de l'Allié autour du stade dernière feuille contre les repousses de chicorées ou de pomme de terre ainsi que pour lutter contre des adventices comme le chardon. Ils sont alors tentés d'ajouter l'Allié au traitement fongicide qu'ils réalisent à ce stade. L'application de ce mélange peut cependant être préjudiciable au rendement de la culture en place. Très régulièrement des pertes de rendement sont observées.

Ces pertes sont de niveaux variables et non systématiques (Figure 6.10) :

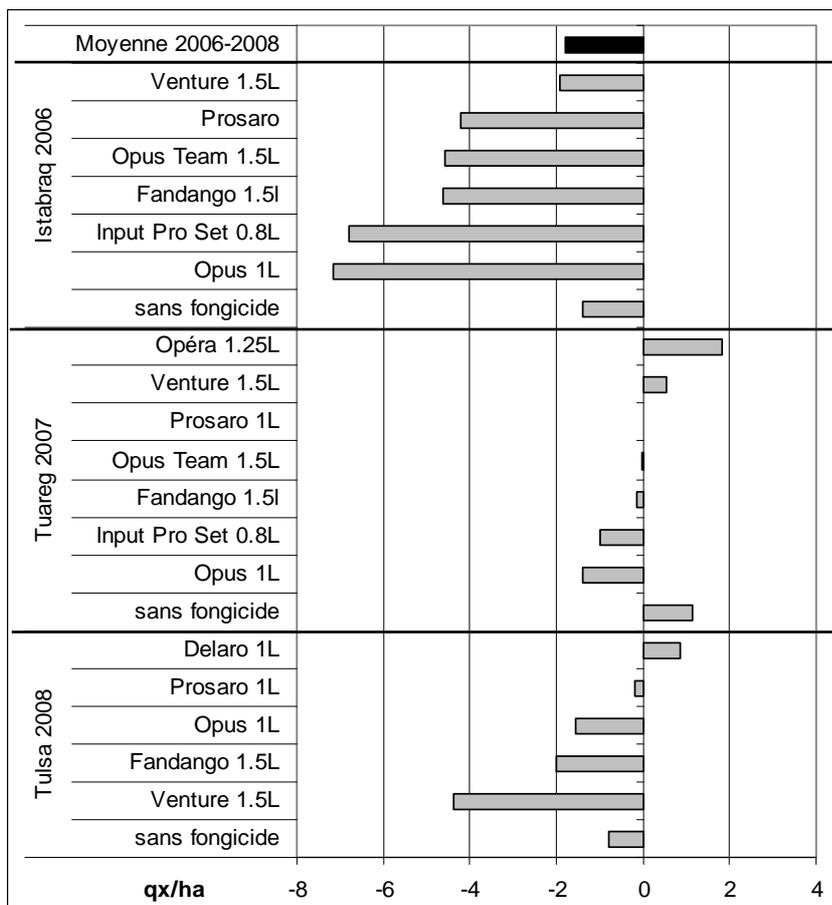
- En 2006, sur la variété Istabraq, les pertes de rendements étaient importantes, de l'ordre de 8 qx/ha.
- En 2007, sur Tuareg, l'ajout d'Allié au fongicide avait eu peu d'impact sur le rendement.
- En 2008, sur Tulsa, les rendements obtenus dans l'essai montraient des pertes pouvant aller jusque 4 qx/ha.

En moyenne, sur les trois années, la perte de rendement est de 2 qx/ha. Les chutes de rendement sont difficilement explicables mais régulières.

En utilisant ce type de mélange, il faut être conscient du risque !

6. Lutte contre les maladies

Figure 6.10 – Impact de l'ajout de 30 g/ha d'Allié au fongicide de dernière feuille – 3 années d'essais- FUSAGx 2006 – 2008.



2.5 Quid de la sensibilité des variétés de froment à l'égard du complexe des maladies ?

Couvreur L.⁵, Herman JL.⁵

Expérimentation

Les deux dernières années culturales caractérisées par une pression de maladies hors du commun ont permis de sérier les variétés de froment en fonction de leur résistance/sensibilité aux différentes maladies se développant sur le feuillage et les épis.

La caractérisation des variétés de froment a été réalisée à partir des observations effectuées dans le réseau d'essais que réalisent annuellement le Département Production végétale en collaboration avec la Direction du Développement et de la Vulgarisation du Ministère de la Région Wallonne. Cinq localisations ont été prises en compte : Gembloux, Thines (Nivelles) et Ligny (Geer) en zone limoneuse ainsi que Thynes (Dinant) et Fraire (Walcourt) en Condroz.

Dans chacun de ces essais, les niveaux des maladies ont été évalués à partir d'un système de cotation tenant compte de l'intensité du développement des maladies mais également des étages de végétation sur lesquels elles sont présentes. Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 1 à 9, où « 9 » correspond à l'absence de maladies et « 1 », à une infection très grave de toute la surface des feuilles. Les notations débutent dès le stade 2^{ème} nœud et sont réalisées à différents stades du froment. Pour une même maladie, les cotations retenues sont celles qui permettent la meilleure discrimination de comportement entre variétés.

Comportement global de résistance/sensibilité vis-à-vis des maladies

Le tableau 6.3 rassemble les cotations moyennes obtenues par les variétés semées dans les champs d'essais en 2008 pour les différentes maladies, variétés qui sont classées par ordre décroissant de la somme de cotations. La figure 6.11 reprend sous forme d'histogramme ces mêmes données en les cumulant pour chaque variété.

Les résultats mettent en évidence de grandes différences de comportement entre variétés. En haut du tableau ou à gauche du graphique, se classent les variétés avec un très bon comportement général qui leur permet de supporter davantage la pression du complexe parasitaire. Parmi celles-ci, il faut citer Julius, Tabasco, Sahara, Lear, Multi, Esket, Carénus Adonis, Aconel, Waldorf, Homeros, Discus, Potenzial, Contender, Expert, Patrel,...

⁵ CRA-W – Département Production Végétale

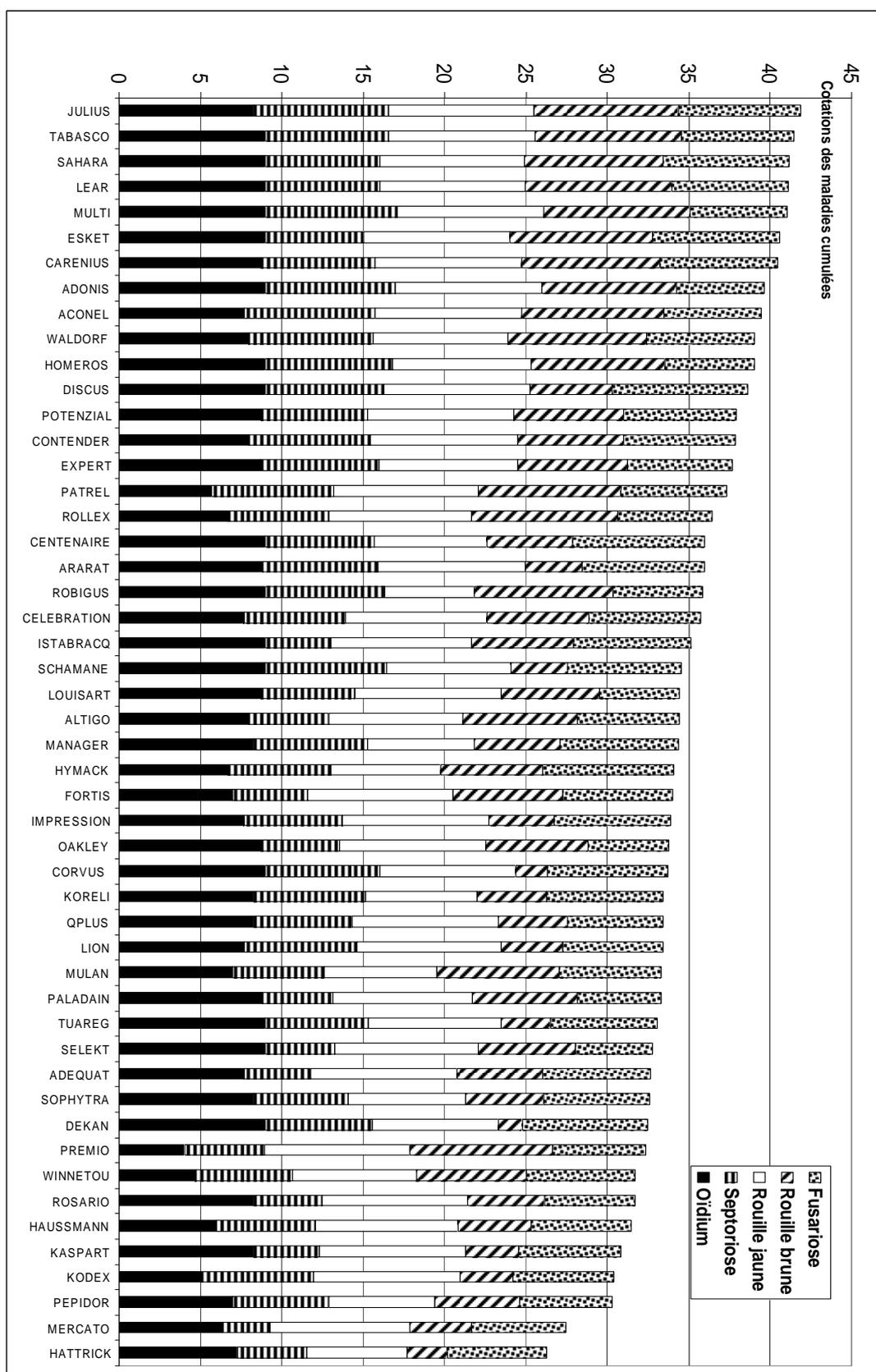
6. Lutte contre les maladies

Tableau 6.3 – Comportement des variétés de froment vis-à-vis des maladies – Année 2008.

Variétés	Oïdium	Septoriose	Rouille jaune	Rouille brune	Fusariose	Variétés
	1e quinzaine juin	Fin juin	1e quinzaine juin	1e décade juillet	1e quinzaine juillet	
	1 essai	moy 4 essais	moy 4 essais	moy 2 essais	moy 5 essais	
JULIUS	8,3	8,3	8,9	8,9	7,5	JULIUS
TABASCO	9	7,5	9,0	9,0	6,9	TABASCO
SAHARA	9	7,0	8,9	8,5	7,7	SAHARA
LEAR	9	7,0	8,9	9,0	7,1	LEAR
MULTI	9	8,1	9,0	9,0	6,0	MULTI
ESKET	9	6,0	9,0	8,8	7,8	ESKET
CARENIUS	8,7	7,0	9,0	8,5	7,2	CARENIUS
ADONIS	9	8,0	9,0	8,3	5,4	ADONIS
ACONEL	7,7	8,0	9,0	8,8	6,0	ACONEL
WALDORF	8	7,6	8,3	8,5	6,6	WALDORF
HOMEROS	9	7,8	8,5	8,3	5,5	HOMEROS
DISCUS	9	7,3	9,0	5,0	8,4	DISCUS
POTENZIAL	8,7	6,5	9,0	6,8	6,9	POTENZIAL
CONTENDER	8	7,5	9,0	6,5	6,9	CONTENDER
EXPERT	8,7	7,3	8,5	6,8	6,4	EXPERT
PATREL	5,7	7,5	8,9	8,8	6,5	PATREL
ROLLEX	6,7	6,2	8,8	9,0	5,8	ROLLEX
CENTENAIRE	9	6,7	6,9	5,3	8,1	CENTENAIRE
ARARAT	8,8	7,1	9,0	3,5	7,5	ARARAT
ROBIGUS	9	7,3	5,5	8,5	5,5	ROBIGUS
CELEBRATION	7,7	6,2	8,8	6,3	6,8	CELEBRATION
ISTABRACQ	9	4,0	8,7	6,3	7,2	ISTABRACQ
SCHAMANE	9	7,5	7,6	3,5	7,0	SCHAMANE
LOUISART	8,7	5,8	9,0	6,0	4,9	LOUISART
ALTIGO	8	4,9	8,3	7,0	6,3	ALTIGO
MANAGER	8,3	7,0	6,6	5,3	7,3	MANAGER
HYMACK	6,7	6,3	6,7	6,3	8,1	HYMACK
FORTIS	7	4,6	8,9	6,8	6,7	FORTIS
IMPRESSION	7,7	6,0	9,0	4,0	7,1	IMPRESSION
OAKLEY	8,7	4,8	9,0	6,3	5,0	OAKLEY
CORVUS	9	7,0	8,3	2,0	7,4	CORVUS
KORELI	8,3	6,8	6,9	4,3	7,2	KORELI
QPLUS	8,3	6,0	9,0	4,3	5,9	QPLUS
LION	7,7	6,9	8,9	3,8	6,2	LION
MULAN	7	5,6	7,0	7,5	6,3	MULAN
PALADAIN	8,8	4,3	8,5	6,5	5,1	PALADAIN
TUAREG	9	6,3	8,2	3,0	6,5	TUAREG
SELEKT	9	4,3	8,8	6,0	4,7	SELEKT
ADEQUAT	7,7	4,0	9,0	5,3	6,7	ADEQUAT
SOPHYTRA	8,3	5,8	7,3	4,8	6,5	SOPHYTRA
DEKAN	9	6,5	7,8	1,5	7,7	DEKAN
PREMIO	4	4,9	8,9	8,8	5,8	PREMIO
WINNETOU	4,7	5,9	7,7	6,8	6,7	WINNETOU
ROSARIO	8,3	4,2	8,9	4,8	5,5	ROSARIO
HAUSSMANN	6	6,0	8,8	4,5	6,2	HAUSSMANN
KASPART	8,3	4,0	9,0	3,3	6,3	KASPART
KODEX	5	6,9	9,0	3,3	6,2	KODEX
PEPIDOR	7	5,9	6,5	5,3	5,7	PEPIDOR
MERCATO	6,3	3,0	8,6	3,8	5,8	MERCATO
HATTRICK	7,3	4,3	6,1	2,5	6,1	HATTRICK

Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 1 à 9, où « 9 » correspond à l'absence de maladies et « 1 », à une infection très grave de toute la surface des feuilles

Figure 6.11 – Comportement des variétés de froment vis-à-vis des maladies – Année 2008.



Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 1 à 9, où « 9 » correspond à l'absence de maladies et « 1 », à une infection très grave de toute la surface des feuilles

En bas du tableau (à droite du graphique) se positionnent des variétés susceptibles d'être affectées par plusieurs pathogènes ou montrant une grande sensibilité à l'une ou l'autre maladies. Il s'agit notamment de Hatrick, Mercato, Pépidor, Kodex, Kaspart, Hausmann, Rosario, Winnetou,...

Cependant, ce classement global basé sur l'addition des cotes attribuées aux cinq maladies est fort différent des classements spécifiques par maladie. Ceci indique que, pour une même variété, les réactions face à différents pathogènes ne sont pas liées entre elles : une variété peut présenter en même temps un très haut niveau de résistance à un pathogène et une très grande sensibilité à un autre (par exemple : Corvus, Istabraq, Ararat, Multi,...).

Comportement vis-à-vis de l'oïdium

Absent ou très peu répertorié dans les emblavures de froment en 2007, l'oïdium a également été très peu observé en 2008 dans les différents champs d'essai sauf à Gembloux où il était suffisamment développé pour réaliser des cotations permettant de distinguer quelques variétés sensibles à l'oïdium comme Prémio, Winnetou, Kodex, Patrel, Hausmann, Mercato, Hymack et Rollex et moyennement sensibles telles Pépidor, Mulan, Fortis.

Comportement vis-à-vis de la rouille jaune

La rouille jaune, bien présente en 2007 dans les essais, s'est à nouveau signalée en 2008, précocement et avec des attaques particulièrement importantes sur les variétés sensibles, donnant parfois lieu à des cotations un peu différentes de celles enregistrées en 2007. En effet, certaines variétés ont été plus touchées en 2008 par la rouille jaune qu'en 2007, mais dans tous les cas, il s'agissait de variétés connues pour leur sensibilité, comme Corvus et Dekan.

Le tableau 6.2 regroupe les cotations des différents vis-à-vis de la rouille jaune réalisées en 2007 et en 2008 et classant les variétés en 3 groupes : variétés sensibles, moyennement sensibles et à très bon comportement. Dans ce tableau figurent la moyenne des cotations réalisées en 2008 (4 essais) et en 2007 (2 essais) ainsi que la cotation minimale enregistrée parmi les 4 essais mis en place en 2008.

Tableau 6.4 – Comportement des variétés à l'égard de la rouille jaune.

Variétés à très bon comportement à l'égard de la rouille jaune			
Variétés	2008		2007
	Moy. 4 essais	Min. observé	Moy.2 essais
KODEX	9,0	9,0	9,0
CONTENDER	9,0	9,0	9,0
POTENZIAL	9,0	9,0	9,0
ARARAT	9,0	9,0	9,0
OAKLEY	9,0	9,0	9,0
LOUISART	9,0	9,0	9,0
MULTI	9,0	9,0	9,0
ACONEL	9,0	9,0	9,0
ADEQUAT	9,0	9,0	9,0
ESKET	9,0	9,0	
TABASCO	9,0	9,0	
CARENIOUS	9,0	9,0	
QPLUS	9,0	9,0	
IMPRESSION	9,0	8,9	9,0
PATREL	8,9	8,7	9,0
LION	8,9	8,5	9,0
PREMIO	8,9	8,7	
LEAR	8,9	8,7	
FORTIS	8,9	8,7	
HAUSSMANN	8,8	8,0	9,0
ROLLEX	8,8	8,0	9,0
ISTABRACQ	8,7	8,0	9,0
SELEKT	8,8	8,2	
ADONIS	9,0	9,0	8,5
DISCUS	9,0	9,0	8,5
CELEBRATION	8,8	8,0	
JULIUS	8,9	8,7	8,5
SAHARA	8,9	8,5	8,5
EXPERT	8,5	8,0	

Variétés moyennement sensibles la rouille jaune			
Variétés	2008		2007
	Moy. 4 essais	Min. observé	Moy.2 essais
MERCATO	8,6	7,3	
PALADAIN	8,5	7,2	
HOMEROS	8,5	7,0	8,5
WALDORF	8,3	7,3	8,5
CORVUS	8,3	6,3	8,5
DEKAN	7,8	6,0	9,0
KASPART	9,0	9,0	7,5
TUAREG	8,2	5,7	8,3
KORELI	6,9	4,0	9,0
SCHAMANE	7,6	6,3	7,0

Variétés sensibles la rouille jaune			
Variétés	2008		2007
	Moy. 4 essais	Min. observé	Moy.2 essais
SOPHYTRA	7,3	4,0	
ROSARIO	8,9	8,7	5,5
ALTIGO	8,3	6,0	5,8
CENTENAIRE	6,9	4,7	7,0
WINNETOU	7,7	6,0	6,0
HYMACK	6,7	4,5	
MULAN	7,0	5,3	5,0
HATTRICK	6,1	5,0	5,5
PEPIDOR	6,5	3,3	4,5
MANAGER	6,6	3,3	3,5
ROBIGUS	5,5	1,7	2,5

Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 1 à 9, où « 9 » correspond à l'absence de maladies et « 1 », à une infection très grave de toute la surface des feuilles

Comportement vis-à-vis de la septoriose

En 2007, la septoriose ne s'était développée que tardivement au point qu'il a été difficile de prendre en compte les cotations de la septoriose sur les feuilles de certaines variétés déjà fortement attaquées par les autres maladies (rouilles jaune et brune).

En 2008, la septoriose qui était déjà apparue précocement en même temps que la rouille jaune a fortement envahi les cultures de froment au moment de son épiaison. La Figure 6.12 donne un aperçu du comportement des différentes variétés de froment à l'égard de la septoriose, maladie pour laquelle il n'y a pas de variétés résistantes.

6. Lutte contre les maladies

Figure 6.12 – Comportement des variétés de froment vis-à-vis de la septoriose.

	8,1	Julius	Multi	Aconel	Adonis		
	7,6	Homeros	Waldorf	Tabasco	Patrel	Contender	Schamane
	7,3	Robigus	Discus	Expert	Ararat		
	7,0	Sahara	Lear	Carénius	Corvus	Manager	
	6,8	Kodex	Lion	Koreli	Centenaire		
	6,4	Dekan	Potenzial	Tuareg	Hymack		
	6,2	Rollex	Célébration				
	6	Impression	Hausmann	Esket	Qplus		
	5,9	Winnetou	Pépidor	Louisart	Sophytra		
	5,6	Mulan					
	4,9	Prémio	Altigo	Oakley	Rosario		
	4,6	Fortis					
	4,3	Paladain	Hattrick	Selekt			
	4,0	Adequat	Kaspart	Istabraq			
	3,0	Mercato					

Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 1 à 9, où « 9 » correspond à l'absence de maladies et « 1 », à une infection très grave de toute la surface des feuilles

Il est réjouissant de constater un grand nombre de variétés à bon comportement vis-à-vis de la septoriose. Parmi celles-ci, quatre variétés se distinguent par un comportement nettement supérieur : Julius, Multi, Aconel, Adonis. A l'opposé, les variétés sensibles sont Prémio, Altigo, Oakley, Fortis, Paladain, Hattrick, Selekt, Rosario, Adéquat, Kaspart, et Istabraq. Mercato se révèle la variété la plus sensible.

Comportement vis-à-vis de la rouille brune

La rouille brune est la maladie potentiellement la plus dommageable en culture de froment. Faut il rappeler les chutes spectaculaires de rendement qu'elle a engendrée en 2007 dans des parcelles non traitées (3000 à 4000 kg/ha). En 2008, son apparition a été moins hâtive qu'en 2007 mais son développement a été explosif au moment de l'épiaison. Ces 2 années ont été très bénéfiques pour pouvoir classer les variétés en fonction de leur comportement à la rouille

brune avec une quasi-équivalence des cotations d'une année à l'autre pour les différentes variétés. Le Tableau 6.5 classe les variétés en 3 groupes suivant leur sensibilité et résistance à la rouille brune. Les observations sur l'importance de la rouille brune couvrent l'amplitude des cotations de l'échelle allant de 9 (variété résistante) à 1,5 - 2 pour les variétés très sensibles comme Dekan et Corvus, bien connues pour leur grande sensibilité à la rouille brune. D'autres variétés s'y montrent également sensibles : Hattrick, Tuareg, Kaspart, Kodex, Schamane, Ararat, Mercato,...

Tableau 6.5 – Comportement des variétés à l'égard de la rouille brune.

Variétés résistantes à la rouille brune			Variétés sensibles à la rouille brune			Variétés très sensibles à la rouille brune		
Variétés	2008	2007	Variétés	2008	2007	Variétés	2008	2007
MULTI	9,0	8,8	MULAN	7,5	7,8	DISCUS	5,0	6,6
ROLLEX	9,0	8,6	ALTIGO	7,0	8,3	ROSARIO	4,8	5,9
TABASCO	9,0		POTENZIAL	6,8	7,5	SOPHYTRA	4,8	
LEAR	9,0		WINNETOU	6,8	6,9	HAUSSMANN	4,5	5,4
JULIUS	8,9	8,1	EXPERT	6,8		KORELI	4,3	
PATREL	8,8	8,9	FORTIS	6,8		QPLUS	4,3	
ACONEL	8,8	8,9	CONTENDER	6,5	8,0	IMPRESSION	4,0	4,3
ESKET	8,8		PALADAIN	6,5		LION	3,8	3,0
PREMIO	8,8		OAKLEY	6,3	7,5	MERCATO	3,8	
WALDORF	8,5	8,1	ISTABRACQ	6,3	5,5	ARARAT	3,5	5,4
SAHARA	8,5	7,6	CELEBRATION	6,3		SCHAMANE	3,5	2,5
ROBIGUS	8,5	7,5	HYMACK	6,3		KODEX	3,3	5,1
CARENIOUS	8,5		LOUISART	6,0	6,4	KASPART	3,3	4,3
ADONIS	8,3	8,8	SELEKT	6,0		TUAREG	3,0	6,1
HOMEROS	8,3	8,8	CENTENAIRE	5,3	7,1	HATTRICK	2,5	2,3
			ADEQUAT	5,3	6,5	CORVUS	2,0	1,5
			MANAGER	5,3	6,3	DEKAN	1,5	2,0
			PEPIDOR	5,3	6,0			
2008 moyenne 4 essais								
2007 moyenne 2 essais								

Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 1 à 9, où « 9 » correspond à l'absence de maladies et « 1 », à une infection très grave de toute la surface des feuilles

Comportement des variétés vis-à-vis du complexe des maladies septoriose-rouille brune

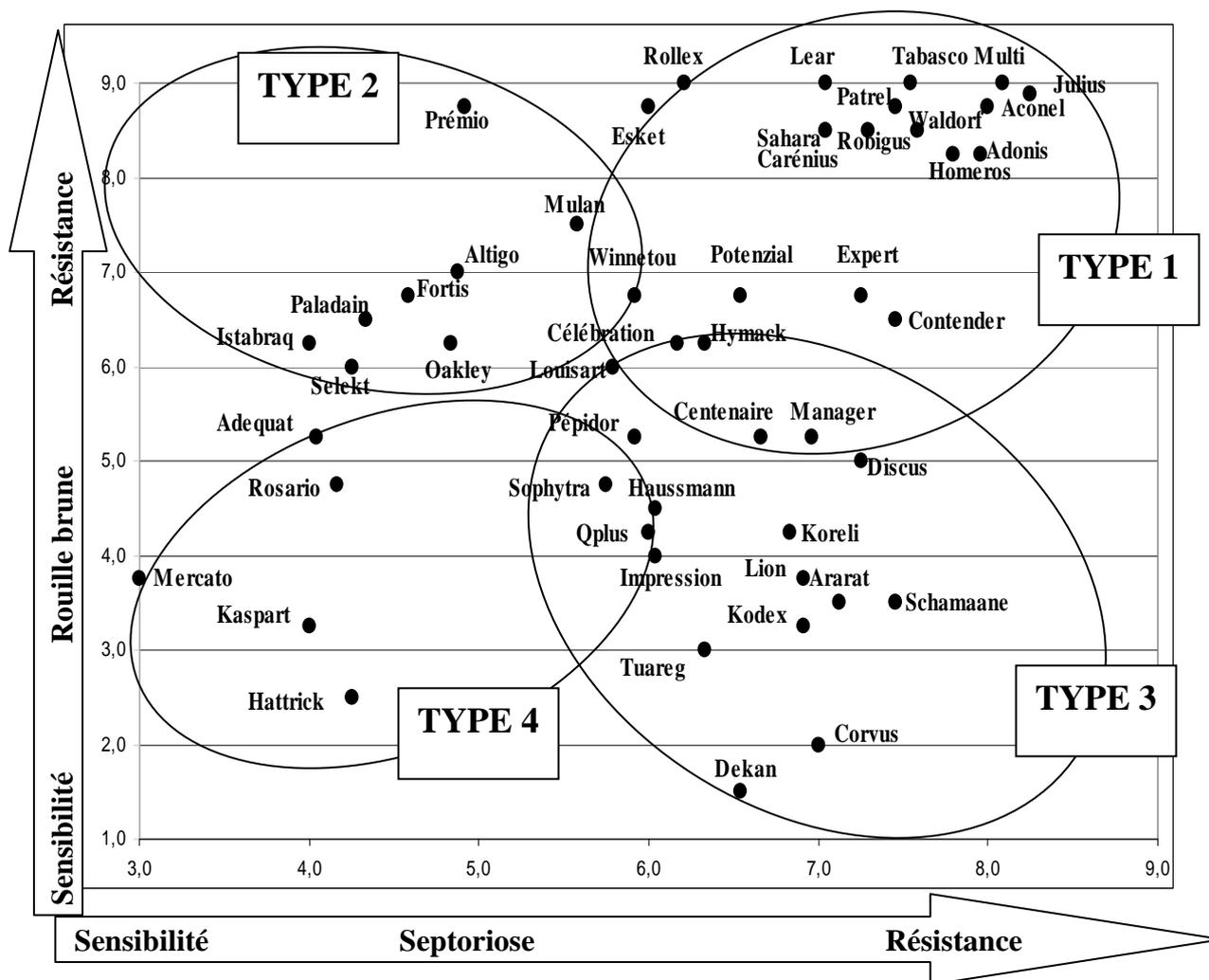
La septoriose et la rouille brune sont les 2 maladies majeures qui déterminent régulièrement les stratégies d'intervention dans la lutte contre les maladies en froment d'hiver. Aussi, il est très judicieux de pouvoir classer les variétés en fonction de leur comportement vis-à-vis de ces 2 maladies. Dans la figure 3, les variétés ont été classées en 4 types :

- Type 1. : Variétés peu sensibles à la septoriose et peu sensible à la rouille brune, ce sont des variétés qui ont l'avantage de pouvoir profiter d'une flexibilité dans les moments d'intervention et d'une souplesse qu'elles permettent au niveau du déclenchement de l'intervention. Ce type de variété ne tolère toutefois pas de négligences car la résistance ne se manifeste jamais complètement vis-à-vis du complexe parasitaire.
- Type 2. : Variétés sensible à la septoriose mais peu sensible à la rouille brune. Pour ces variétés, la vigilance doit être précoce voire très précoce surtout si la variété est elle-même précoce et/ou si l'apparition des maladies est également précoce.
- Type 3. : Variétés sensibles à la rouille brune mais possédant un bon comportement à l'égard de la septoriose. La vigilance peut être plus tardive mais reste indispensable dès le stade dernière feuille.

6. Lutte contre les maladies

Type 4. : Variétés sensibles aux 2 pathogènes, demandant une bonne protection, recourant très souvent à 2 interventions surtout si la septoriose se développe précocement, la rémanence de la première application n'étant pas suffisante pour une bonne protection de la dernière feuille et de l'épi.

Figure 13 – Comportement des variétés de froment vis-à-vis de la septoriose et de la rouille brune.



Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 1 à 9, où « 9 » correspond à l'absence de maladies et « 1 », à une infection très grave de toute la surface des feuilles

Parmi l'assortiment variétal, citons notamment :

- Type 1 = Variétés à bon comportement vis-à-vis de la septoriose et de la rouille brune : Julius, Multi, Aconel, Tabasco, Patrel, Adonis, Waldorf, Homéros, Lear, Robigus, Carénius, Sahara,...
- Type 2 = Variétés sensibles à la septoriose mais peu sensibles à la rouille brune : Istabraq, Paladain, Fortis, Altigo, Prémio, Mulan,...
- Type 3 = Variétés à bon comportement vis-à-vis de la septoriose mais sensibles à la rouille brune : Corvus, Dekan, Tuareg, Kodex, Ararat, Schamane, Lion, Koreli, Discus, Manager,...

Type 4 = Variétés sensibles à la septoriose et à la rouille brune : Mercato, Hattrick, Kaspart, Rosario, Adéquat,...

Comportement vis-à-vis de la fusariose des épis

Comme en 2007, la fusariose a été largement observée en 2008 mais à des degrés différents suivants la sensibilité des variétés. Le Tableau 6.6 reprend les observations réalisées en 2007 et 2008 sur la résistance/ sensibilité des variétés vis-à-vis de la fusariose. Parmi celle-ci, il faut citer le très bon comportement des variétés : Discus, Centenaire, Hymack, Esket, Sahara, Dekan, Ararat, Julius, Corvus, Manager Istabraq, Koreli, Impression, ...

Dans le cadre de la problématique des mycotoxines générées par la présence de fusariose sur les grains et compte tenu de la norme relativement basse du niveau à ne pas dépasser pour les froments panifiables, pointons, parmi ces variétés à bon comportement vis-à-vis de la fusariose, des variétés qualifiées de panifiables suivant la liste Synagra comme Discus, Dekan, Julius, Corvus, Manager, Impression.

Tableau 6.6 – Comportement des variétés à l'égard de la fusariose des épis.

Var. moyennement résistantes à la fusariose				Variétés moyennement sensibles la fusariose				Variétés sensibles la fusariose			
Variétés	2008		2007	Variétés	2008		2007	Variétés	2008		2007
	Moy.	Min.	Moy.		Moy.	Min.	Moy.		Moy.	Min.	Moy.
	4 essais	4 essais	2 essais		4 essais	4 essais	2 essais		4 essais	4 essais	2 essais
DISCUS	8,4	8,0	8,5	TABASCO	6,9	6,3		HATTRICK	6,1	5,0	7,9
CENTENAIRE	8,1	7,9	8,9	CONTENDER	6,9	6,0	8,0	ACONEL	6,0	5,3	8,0
HYMACK	8,1	7,8		CELEBRATION	6,8	6,0		MULTI	6,0	5,3	6,5
ESKET	7,8	7,5		FORTIS	6,7	6,0		QPLUS	5,9	5,0	
SAHARA	7,7	7,0	8,4	ADEQUAT	6,7	6,0	8,8	MERCATO	5,8	5,0	
DEKAN	7,7	7,0	8,5	WINNETOU	6,7	6,0	7,3	PREMIO	5,8	5,0	
ARARAT	7,5	6,0	8,5	WALDORF	6,6	6,0	8,5	ROLLEX	5,8	5,0	7,0
JULIUS	7,5	7,0	7,3	SOPHYTRA	6,5	5,0		PEPIDOR	5,7	4,0	7,5
CORVUS	7,4	6,0	8,5	TUAREG	6,5	6,0	7,8	ROSARIO	5,5	4,0	6,5
MANAGER	7,3	7,0	8,1	PATREL	6,5	6,0	8,3	ROBIGUS	5,5	4,0	7,8
CARENIS	7,2	6,8		EXPERT	6,4	5,0		HOMEROS	5,5	4,0	7,6
ISTABRACQ	7,2	7,0	7,3	ALTIGO	6,3	5,0	7,3	ADONIS	5,4	4,0	7,5
KORELI	7,2	6,7	7,8	KASPART	6,3	5,0	7,5	PALADAIN	5,1	4,0	
IMPRESSION	7,1	5,0	8,3	MULAN	6,3	5,0	8,0	OAKLEY	5,0	4,7	5,3
LEAR	7,1	6,5		KODEX	6,2	5,7	6,8	LOUISART	4,9	3,0	6,8
SCHAMANE	7,0	5,7	7,5	LION	6,2	5,5	8,3	SELEKT	4,7	4,0	
POTENZIAL	6,9	6,7	7,6	HAUSSMANN	6,2	5,3	7,5				

Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 1 à 9, où « 9 » correspond à l'absence de maladies et « 1 », à une infection très grave de toute la surface des feuilles

2.6 Sensibilité variétale du froment d'hiver à la rouille brune et à la rouille jaune

Escarnot E.⁶

Introduction

La rouille brune, causée par le champignon *Puccinia triticina*, est une maladie majeure dans la plupart des zones de culture du froment (Mesterhazy *et al.*, 2000). C'est la plus commune et la plus largement distribuée des trois rouilles du froment (Kolmer *et al.*, 2005) et sa dissémination peut se produire sur de longues distances (Kolmer *et al.*, 2005). Elle est présente presque chaque année en Belgique à différents degrés de sévérité et nécessite généralement un moyen de lutte.

La rouille jaune, provoquée par le champignon *Puccinia striiformis*, est également une cause majeure de perte de rendement dans les cultures de froment dans le monde entier (Bayles *et al.*, 2000). C'est une maladie établie depuis longtemps dans le nord-ouest de l'Europe (Kolmer *et al.*, 2005) courante dans les régions du nord de la France, la Hollande, le nord de l'Allemagne, le Danemark et le Royaume-Uni (Bayles *et al.*, 2000), même si des événements d'extinction locale se produisent périodiquement (Kolmer *et al.*, 2005). Les infections de rouille jaune sont plus rares en Belgique que celles de la rouille brune mais peuvent être très sévères et requièrent dans ce cas une intervention.

Conditions de développement des rouilles

Facteurs météorologiques

Les conditions microclimatiques telles que la température, l'humidité relative, la durée d'humectation du feuillage et l'intensité de la lumière avant et après l'inoculation influencent grandement le développement des rouilles (Vallavieille-Pope *et al.*, 2000). Le principal agent de libération et de transport des spores est le vent (Sache, 2000). En lessivant les spores en suspension dans l'air, les épisodes pluvieux provoquent leur dépôt sur les plantes (Sache, 2000). Une fois sur le feuillage, les spores peuvent germer en présence d'eau liquide et dans une fourchette de température comprise entre 2 et 30°C (Caron, 2000). A l'extrême, des épisodes pluvieux prolongés ou violents peuvent entraîner le lessivage des spores déjà déposées sur les feuilles et ainsi contrarier la progression de la maladie (Sache, 2000). Les conditions météorologiques de nos régions sont favorables au développement des rouilles, la température étant clémente et peu élevée au printemps tandis que l'humidité relative est souvent importante.

⁶ CRA-W – Département Lutte biologique et ressources phytogénétiques

Facteurs agronomiques

Les nutriments, tout particulièrement l'azote, jouent un rôle déterminant sur le développement des maladies. Le déficit en azote tend à limiter le développement des principales maladies foliaires (Vallavieille-Pope *et al.*, 2000). En froment, des applications précoces d'azote tendent à augmenter la sévérité de la rouille jaune par rapport à des applications plus tardives. De plus, les applications d'azote à la fin du développement de la plante, pour augmenter la concentration du grain en protéines, peuvent amener des concentrations foliaires en azote plus élevées et augmenter la sévérité de cette maladie durant le remplissage du grain. En revanche, la susceptibilité aux maladies tend à augmenter en cas de déficit en P, K, S et Si (Walters et Bingham, 2007).

La résistance des variétés de froment

Une variété de froment « résiste » à un pathogène lorsqu'elle dispose dans son patrimoine génétique d'un ou de plusieurs gènes dont l'expression permet d'entraver l'infection par ce pathogène. Ces « gènes de résistance » peuvent conférer aux plantes une résistance, soit totale, soit partielle vis-à-vis du pathogène. Un seul gène de résistance dite « totale » peut rendre une variété résistante à un pathogène. Malheureusement, ce type de résistance est fragile. En effet, « un » pathogène est en réalité une population constituée de milliards d'individus parmi lesquels quelques-uns, naturellement, parviennent à contourner la résistance « totale » due à un gène déterminé, ceci grâce à leur bagage génétique propre : au gène de résistance de la plante correspond donc chez une petite minorité des individus du pathogène, un gène qui permet de contourner la résistance.

Au cours de ses premières années de culture, une variété présentant un nouveau gène de résistance est confrontée au champ à un pathogène dont la très grande majorité des individus ne peuvent l'infecter : seul un pourcentage infime d'individus capables de contourner cette nouvelle résistance parviennent à infecter les plantes et à se reproduire. Mais au fil des années, la proportion de ces individus résistants va grandir, jusqu'à devenir prépondérante. Cette évolution, d'autant plus rapide que la variété est largement cultivée, se traduit par un « effondrement » de la résistance. Pareille évolution se produit le plus souvent en 4 à 6 ans.

Actuellement, soixante gènes de résistance à la rouille brune (Lr) ont été identifiés chez le froment et sont mis en œuvre dans les programmes de sélection; la plupart confèrent une résistance spécifique aux variétés d'une manière « gène pour gène » (Bolton *et al.*, 2008). Ce haut degré de spécificité du pathogène rend difficile la création de variétés à résistance durable (Kolmer *et al.*, 2005). En plus de sa grande diversité de virulence, *Puccinia triticina* est caractérisée par une large adaptation à différentes conditions climatiques (Bolton *et al.*, 2008).

Le cas Yr17

Le gène de résistance Yr17 vis-à-vis de *Puccinia striiformis* a été introduit dans les cultivars nord-européens à partir de 1975. La perte de résistance a été détectée en Angleterre et au Danemark en 1994, jusqu'à atteindre 100% en 1997 ; puis en France et en Allemagne en 1997, avec en 1999 une fréquence de plus de 90%. Les premiers cultivars portant le gène de résistance Yr17 ont été Roazon (1976), Pernel (1983) et Renan (1989). Le développement et la chute de la résistance de Yr17 en Europe illustre les limites de l'utilisation d'un seul gène. En effet, en Europe du nord l'émergence d'une nouvelle virulence dans un pays a de grandes chances de se produire dans les autres (Bayles *et al.*, 2000).

Evaluation de la sensibilité des variétés de froment aux rouilles

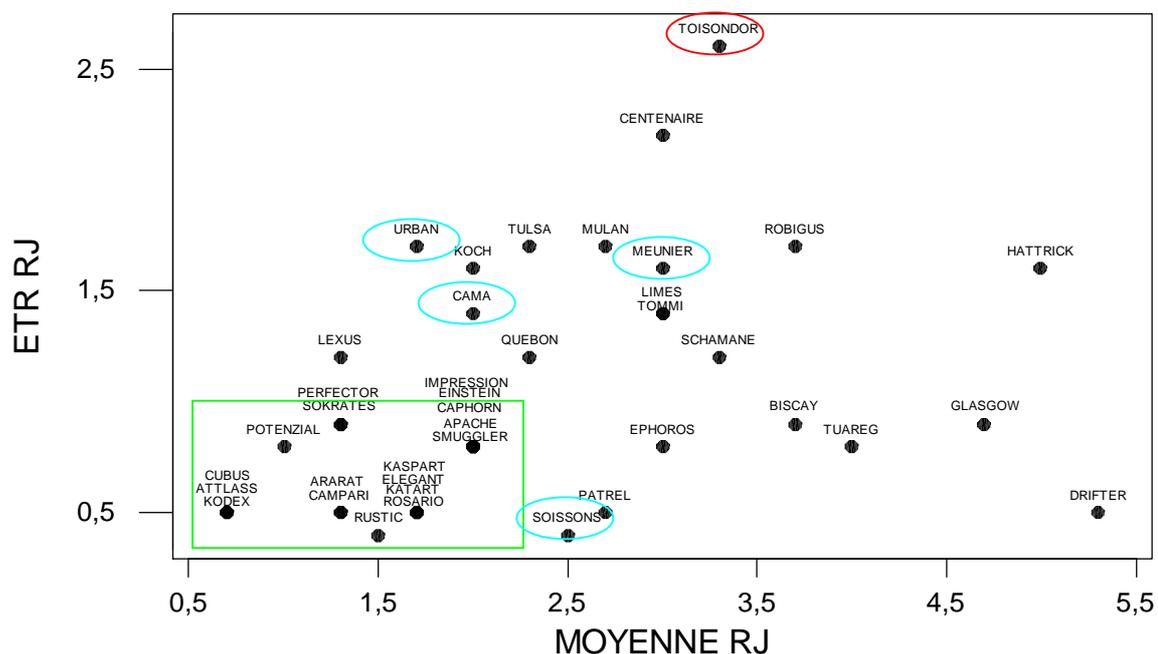
Dispositif expérimental

Dans un dispositif en poquets implanté chaque année sur le domaine du CRAW, des variétés sont inoculées naturellement par la rouille brune et artificiellement par de la rouille jaune collectée l'année précédente sur le domaine. Une cotation (0 à 9, de la résistance à la sensibilité maximale) de sensibilité aux deux maladies est effectuée chaque année en une seule répétition sur l'ensemble du feuillage de la plante avec une attention particulière aux feuilles des étages supérieurs. L'observation est réalisée indépendamment pour chaque maladie quand le niveau d'expression est le plus discriminant. La sensibilité des variétés est évaluée durant trois années consécutives (2006, 2007 et 2008) ; la moyenne de ces trois données donnant le niveau de sensibilité et l'écart-type (ETR) renseignant sur la stabilité de leur résistance.

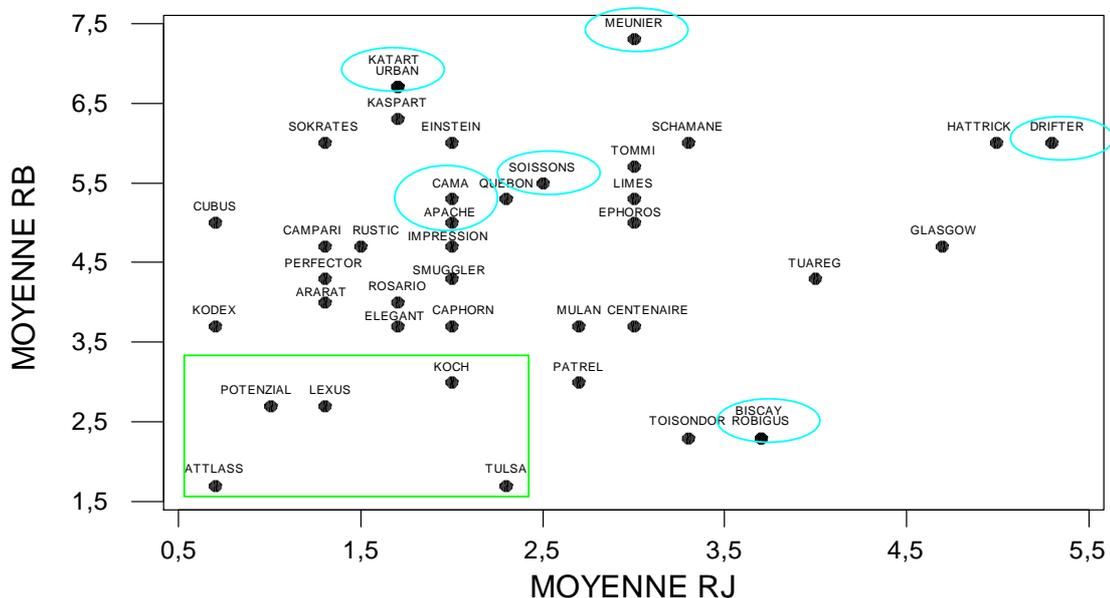
Analyse de la sensibilité variétale à la rouille jaune et stabilité

Les variétés d'intérêt sont résistantes à la rouille jaune et montrent une stabilité de leur résistance. Ce groupe comprend : Cubus, Atlass, Kodex ; Potenzial, Ararat, Campari, Rustic, Kaspart, Elegant, Katart, Rosario, Perfector, Socrates, Impression, Einstein, Caphorn, Apache, Smuggler. Parmi les variétés les plus anciennes de la série, les variétés Cama (1968) et Urban (1980) présentent une bonne résistance mais une variabilité plus élevée que celle du groupe précédent. Soissons (1988) offre une résistance de même niveau mais accompagnée d'une stabilité largement supérieure. Enfin, la variété Toisondor, assez sensible à la rouille jaune connaît de surcroît un problème de stabilité ainsi que, dans une moindre mesure, la variété Centenaire (Graphique 6.1).

Graphique 6.1 – Moyenne des cotations de sensibilité à la rouille jaune en 2006, 2007, 2008 et écart-type.



Graphique 6.2 – Moyenne des cotations de sensibilité à la rouille brune en 2006, 2007, 2008 et écart-type.



Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 0 à 9, où « 0 » correspond à la résistance et « 9 », à la sensibilité maximale

Analyse de la sensibilité variétale à la rouille brune et stabilité

En ce qui concerne la rouille brune, le groupe le plus intéressant en termes de sensibilité et de stabilité comprend les variétés suivantes : Tulsa, Toisondor, Biscay, Koch, Patrel, Centenaire,

6. Lutte contre les maladies

Mulan et Ararat. Cama et Urban présentent une bonne stabilité mais sont assez sensibles, et plus particulièrement Urban. Soissons dans la même gamme de sensibilité que Cama a une stabilité moins élevée. Enfin, la variété Perfector s'est révélée la plus instable.

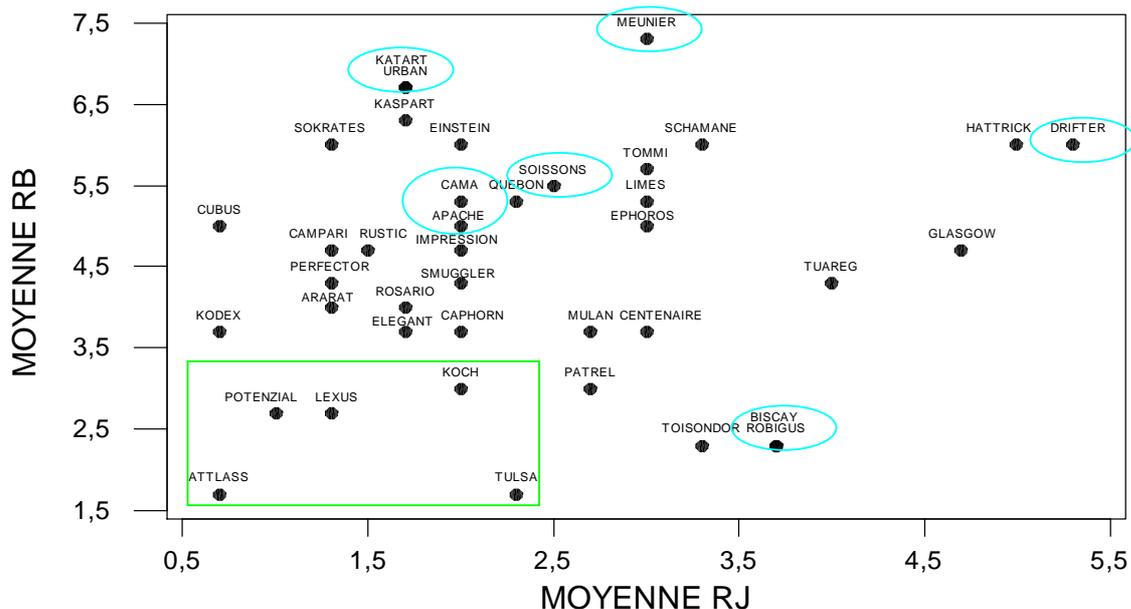
Indépendance de la sensibilité aux deux rouilles

En observant la sensibilité aux deux maladies, les variétés les plus résistantes sont Atlass, Potenzial, Lexus, Koch et Tulsa. Excepté le manque de stabilité, mais faible, vis-à-vis de la rouille jaune de Koch et Tulsa et celui de Lexus vis-à-vis de la rouille brune, l'ensemble de ces variétés présentent une bonne résistance et une assez bonne stabilité vis-à-vis des deux maladies.

Les variétés les plus anciennes, Cama, Urban et Soissons, et d'autres un peu plus récentes que les précédentes comme Drifter, Biscay, Apache et Meunier ne figurent pas dans le groupe des variétés présentant une bonne résistance aux deux maladies.

La répartition des variétés sur le graphique montre bien qu'il n'existe aucun lien entre les sensibilités aux deux rouilles. Il faut donc bien évaluer la sensibilité des variétés à chacune de ces maladies pour déterminer celles qui correspondent aux attentes en termes de résistance.

Graphique 6.3 – Moyenne des cotations de sensibilité à la rouille jaune et à la rouille brune en 2006, 2007 et 2008.



Les maladies sont cotées sur base d'une échelle allant de 0 à 9, où « 0 » correspond à la résistance et « 9 », à la sensibilité maximale

2.6.1 Conclusion

Parmi les variétés les plus résistantes, la plupart ont été inscrites récemment et ont été sélectionnées en fonction du complexe parasitaire actuel. Toutes ces variétés ne sont pas résistantes aux deux maladies et ne présentent pas une stabilité satisfaisante sur les trois années d'observations mais il est possible d'en trouver qui satisfont aux deux critères à l'égard des deux maladies. Aucune des variétés anciennes n'est présente dans le groupe de

préférence. Ceci peut provenir de leurs caractéristiques intrinsèques ou d'une perte de résistance. La présence exclusive de variétés récentes dans le groupe de préférence est le fruit du travail des sélectionneurs qui ne peuvent se permettre de mettre sur le marché des variétés très sensibles qui seraient à la merci de la première épidémie de rouille. Cette démarche ne garantit pas pour autant une durabilité de la résistance sauf si d'autres sources de résistance sont utilisées qui réduisent l'agressivité du parasite. Le contexte économique actuel et l'orientation des pratiques agricoles vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement, raisonnant l'utilisation des intrants, notamment des engrais et des fongicides, requiert la culture de ce type de variétés. Mais ces variétés « faibles intrants » n'auront de chance d'exprimer leur potentiel que si elles sont effectivement cultivées dans ces conditions. De nouvelles races de rouille brune et de rouille jaune continuent d'émerger et peuvent être transportées sur des milliers de kilomètres à travers les continents et océans vers les zones de culture du froment qui sont loin de leur site d'origine (Kolmer *et al.*, 2005). Il est donc primordial de préserver les ressources génétiques disponibles et de les évaluer afin de continuer la sélection de variétés de froment dans un objectif de résistance aux maladies.

Conseils pour diminuer le risque de développement des rouilles

- Choisir des variétés résistantes et garder à l'esprit l'inconstance de l'immunité qui a tendance à s'estomper au bout de quelques années de culture si les surfaces implantées avec ces variétés sont importantes.
- Préférer une conduite raisonnée car l'apport d'engrais azoté favorise directement la maladie.
- Faire attention aux abords de champ mal nettoyés et aux repousses présentes en automne qui sont des réservoirs d'inoculum et peuvent être à l'origine des épidémies précoces (Caron, 2000).

2.6.2 Références bibliographiques

- Bayles R.A., Flath K., Hovmoller M.S., de Vallavieille-Pope C., 2000. Breakdown of the Yr17 resistance to yellow rust of wheat in northern Europe. *Agronomie*, 20: 805-811.
- Bolton M.D., Kolmer J.A., Garvin D.F., 2008. Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. *Molecular plant pathology*, 9 (5): 563-575.
- Caron, 2000. *Maladies des blés et des orges*, 87p, ITCF, Paris.
- De Vallavieille-Pope C., Giosue S., Munk L., Newton A.C., Niks R.E., Ostergard H., Pons-Kühnemann J., Rossi V., Sache I., 2000. Assessment of epidemiological parameters and their use in epidemiological and forecasting models of cereal airborne diseases. *Agronomie*, 20: 715-727.
- Kolmer J.A., 2005. Tracking wheat rust on a continental scale. *Current opinion in plant biology*, 8: 441-449.
- Mesterhazy A., Bartos P., Goyeau H., Niks R.E., Csoz M., Andersen O., Casulli F., Ittu M., Jones E., Manisterski J., Manninger K., Pasquini M., Rubiales D., Schachermayr G., Strzembicka A., Szunics L., Todorova M., Unger O., Vanco B., Vida G., Walthier U., 2000. European virulence survey for leaf rust in wheat. *Agronomie*, 20: 793-804.
- Sache, I., 2000. Short-distance dispersal of wheat rust spores by wind and rain. *Agronomie*, 20: 757-767.
- Walters D.R. et Bingham I.J., 2007. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens : implications for plant disease control. *Annals of applied biology*, 151: 307-324.

2.7 Les résultats des essais « protection fongicide » réalisés sur escourgeon sur le site de Lonzée en 2008

B. Monfort⁷, B. Bodson⁸

Faits marquants en 2008

Dans la majorité des situations en Wallonie, la pression des maladies a été faible au cours de la montaison. En revanche, sur le site expérimental de Lonzée (Gembloux) on a observé une forte attaque de rhynchosporiose, couplée parfois à des taches brunes dites « de guépard » en cours de montaison, début mai. L'helminthosporiose était aussi parfois présente, mais jamais de manière très inquiétante. Les grillures, couplées à la ramulariose ont aussi pu être observées tard et en fin de végétation. La forme ronde (maculata) de l'helminthosporiose a aussi été observée. Les bris de tiges, fort présents ces deux dernières années pourraient aussi avoir une origine fongique, car les fongicides en synergie avec les régulateurs ont un effet préventif évident alors que les régulateurs seuls n'ont pas d'efficacité contre le phénomène. Les réponses au traitement de montaison ont été très importantes selon les variétés en 2008. Ce traitement a apporté en moyenne 6 quintaux, à ajouter aux près de 8 quintaux apportés en moyenne par le traitement fongicide de dernière feuille, appliqué seul.

Les variétés répondent différemment à la protection fongicide

Le tableau 6.7 résume les résultats des apports moyens des traitements fongicides observés depuis 2004 dans les essais annuels de comparaison variétales. Ces essais intègrent chaque année environ 20 variétés plus ou moins sensibles aux maladies dont seulement quelques unes, championnes de par leur rendement et aussi leur facilité de conduite de culture, prendront un développement significatif. Ces essais sont menés sans azote au tallage, cette pratique culturale réduit généralement la sensibilité aux maladies et à la verse (les résultats du tableau 6.7 proviennent d'ailleurs d'objets n'ayant pas reçu de régulateur).

L'intérêt du fongicide au stade dernière feuille (1 Fong) qui apporte en moyenne 8,5 quintaux n'est pas contesté. Par contre l'apport complémentaire du fongicide de montaison (présent dans la modalité 2 Fong), qui, en moyenne, n'est que de 3,5 quintaux sur l'ensemble des variétés étudiées au cours de ces cinq dernières années, est plus discutable : son intérêt doit tenir compte de la pression des maladies à ce stade, des variétés et des prix de vente de la récolte.

⁷ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGOARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

⁸ F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

Tableau 6.7 – Rendements moyens (en kg/ha) observés avec les différents traitements fongicides dans les essais variétaux au cours des cinq dernières années culturales.

année	0 Fong	1 Fong sur la dernière feuille.	2 Fong en montaison et sur la dernière feuille	PPDS 05 (*)
2008	8106	8899	9513	125
2007	9577	10516	10624	138
2006	7389	8453	8739	98
2005	10376	11350	11716	122
2004	9536	10051	10451	159
moy	8997	9854	10209	

(*) ppds : plus petite différence de rendement significative

Le tableau 6.7 donne les rendements des principales variétés testées à Lonzée en 2008 et en 2007, en tenant compte de l'intensité de la protection fongicide appliquée à la culture. Les rendements sont exprimés soit en kg/ha soit en pourcent de la moyenne des objets non traités de l'essai (1 % = 98 kg en 2007 et 81 kg en 2008).

Dans ces essais, le coût d'un fongicide était de l'ordre de 50 €/ha qu'il soit appliqué en montaison ou sur la dernière feuille. Ce coût est dans le bas du tableau converti en % de la valeur du rendement moyen de l'année valorisé à des prix de vente variant de 100 à 200 €/t.

Traitement de dernière feuille :

Quels que soient la variété, le prix de vente de la céréale et le prix d'achat du fongicide, le traitement fongicide de « Dernière feuille » est toujours rentabilisé et doit être appliqué systématiquement même en absence de symptôme de maladie.

Traitement de montaison :

A Lonzée, en 2008, les maladies ont été beaucoup plus présentes en montaison que les années précédentes et le fongicide à ce stade a amélioré les rendements de 6 qx en moyenne. Au prix de vente à 100 €/t, on n'a encore rien gagné en moyenne : on rentabilise juste l'investissement. Ce n'était pas le cas en 2007 où ce traitement n'avait amélioré les rendements que de 1 quintal en moyenne.

Ce fut encore le cas en 2008 pour les variétés Alinghi et Highlight qui se sont révélées très résistantes. Les autres variétés montrent des comportements plus variables et la décision de traiter en montaison doit être prise au cas par cas après avoir relevé l'état sanitaire de la parcelle au stade 1^{er} nœud.

6. Lutte contre les maladies

Tableau 6.8 – Rendements de différentes variétés en fonction du nombre de traitements fongicide (exprimés en kg/ha dans la première partie du tableau et en % de la moyenne des traitements 0 fongicide dans la partie basse du tableau).

	2008 - ES01 à Loncée FUSAGx			2007 - ES01 à Loncée FUSAGx		
	rendements en kg/ha			rendements en kg/ha		
	2 Fong	1 Fong	0 Fong	2 Fong	1 Fong	0 Fong
Alinghi	9432	9443	7872	11085	11172	10667
Cartel	8861	8483	7836			
Cervin	9531	8660	7606	11039	10661	9291
Cervoise	9584	8639	7428	10811	10407	9882
Franziska	9066	8522	8326	9939	9803	9362
Fridericus	9560	9192	8857	11192	11073	10714
Hightlight	9430	9246	8092			
Karioka	9328	8891	7782			
Laverda	9341	8590	8275	9830	9592	9649
Lomerit	10036	9393	8493	11250	11192	10361
Lyseval	8911	8228	7879			
Merylin	9854	9390	8610	10143	10467	9996
Orchidée	8901	8477	8030			
Pelican	10304	8867	7758	10997	10835	9275
Proval	9039	8351	8126			
Sequel	9734	8686	8091	11182	10894	9637
Shangrila	10388	9650	8176	10980	10966	9404
Yoole	9935	9472	8663			
moyenne	9513	8899	8106	10768	10642	9840
	rendements en % de la moyenne non traitée en 2008 et en 2007					
	2 Fong	1 Fong	0 Fong	2 Fong	1 Fong	0 Fong
Alinghi	116	117	97	113	114	108
Cartel	109	105	97			
Cervin	118	107	94	112	108	94
Cervoise	118	107	92	110	106	100
Franziska	112	105	103	101	100	95
Fridéricus	118	113	109	114	113	109
Hightlight	116	114	100			
Karioka	115	110	96			
Laverda	115	106	102	100	97	98
Lomerit	124	116	105	114	114	105
Lyseval	110	102	97			
Merylin	122	116	106	103	106	102
Orchidée	110	105	99			
Pelican	127	109	96	112	110	94
Proval	112	103	100			
Sequel	120	107	100	114	111	98
Shangrila	128	119	101	112	111	96
Yoole	123	117	107			
moyenne	123	117	100 = 8106 kg	109	108	100 = 9840 kg
1 fong = 50 €/ha	en 2008, 50 € =			En 2007, 50 €/ha =		
Vente à 100 €/t				5,1%		
Vente à 150 €/t	6,2%			3,4%		
Vente à 200 €/t	4,1%			2,5%		
	3,1%					

Le tableau 6.9, déjà vulgarisé dans le Livre Blanc de septembre 2008, résume bien les observations sur les principales variétés.

Tableau 6.9 – Classement en 2008 des 12 variétés (présentes dans tous les essais) estimées les plus performantes en rendement.

1. Variétés les mieux classées à 1 et 2 protection(s) fongicide Alinghi, Lomerit, Shangrila, Yoole
2. Variétés très performantes si double protection fongicide Pélican, Sequel
3. Variétés à bon potentiel à 1 et 2 protection(s) fongicide Franziska, Fridéricus, Highlight, Merylin
4. Variétés à bon potentiel si double protection fongicide Cervin, Cervoise

Dans ce tableau la variété **Pelican** classée sensible ne rentabilisait jamais le traitement de montaison en 2007, alors les variétés **Cervin, Cervoise et Sequel**, classées également sensibles ne l'auraient pas non plus rentabilisé aux prix actuels du marché (< 130 €/t).

Il ne faut donc pas se faire d'idées toutes faites d'autant que l'année 2009 peut être plus favorable à l'helminthosporiose et fournir un classement des variétés très différent. Il n'y a pas de règle pour le traitement en montaison, si ce n'est qu'il ne faut jamais traiter systématiquement à ce stade et aller observer l'état sanitaire de la culture dans chaque parcelle.

Rappelons que le le chlorotalonil, l'Opus et l'Opéra, Input Pro et Fandango, et Venture sont efficaces contre les grillures et la ramulariose, maladies ou réactions physiologiques de plus en plus présentes et fréquentes.

Programmes fongicides en escourgeon : un ou deux traitements ? à pleine dose ou à demi dose ?

Les essais « programmes fongicides » ont été poursuivis à Loncée en 2008 en suivant les protocoles de 2007 présentés dans le dernier Livre Blanc. Pour rappel l'objectif des essais « programmes » est de comparer l'efficacité des traitements unique (sur la dernière feuille) et double (en montaison puis sur la dernière feuille), à demi dose ou à dose normale agréée ; l'objectif n'est pas de déterminer les meilleures associations potentielles.

Les différentes associations de fongicides étudiées sont reprises dans le tableau 6.10, les moyennes des résultats sont donnés dans le tableau 6.11.

6. Lutte contre les maladies

Tableau 6.10 – Essais « programmes » : combinaisons étudiées en 2007 et 2008 à Lonzée.

Associations étudiées	
montaison	Dernière feuille
Input Pro Set	Opera
Opus	Fandango
Stéréo	Acanto
Stéréo	Opera
Venture	Fandango
Input Pro Set	Venture

2007 était une année à très faible pression des maladies y compris au moment d'application du fongicide sur la dernière feuille de la variété Shangrila. A l'inverse, les maladies étaient nettement plus présentes sur Cervoise en 2008 à Lonzée en montaison avec principalement une forte poussée de rhynchosporiose.

Tableau 6.11 – Essais « programmes » : protocole et influences moyennes du positionnement et du fractionnement sur les rendements en 2007 et 2008 à Lonzée.

Montaison	Dernière feuille	2007 : Rendements moyens (qx/ha)	2008 : Rendements moyens (qx/ha)
-	-	91	78
-	Dose normale	107	86
-	Demi dose	106	83
Demi dose	Demi dose	107	88
Demi dose	Dose normale	110	89
Dose normale	Dose normale	111	92

Les résultats du tableau 6.11 ne permettent pas de trancher entre les programmes.

A Lonzée, en 2007 et en culture raisonnée (pas de traitement préventif en absence de maladie préoccupante), le traitement conseillé était un seul traitement à dose complète en dernière feuille ; mais un traitement à demi- dose aurait suffi. Dans un système plus sécurisant avec un traitement à demi- dose en montaison (en absence de maladie préoccupante), cette protection préventive aurait dû être suivie d'un traitement complet sur la dernière feuille.

En 2008 à Lonzée en culture raisonnée, au vu de l'état sanitaire de la culture, il fallait traiter 2 fois à dose complète. Mais économiquement (prix de vente < 150 €/t) on constate que deux traitements à demi- dose auraient pu suffire.

3 Recommandations pratiques

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 par exemple les fusarioses qui produisent des mycotoxines pouvant se retrouver dans les grains.

En escourgeon les maladies importantes s'attaquent principalement au feuillage (rhynchosporiose, helminthosporiose, rouille et oïdium). Les dégâts sont essentiellement quantitatifs.

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 de seuls conseils généraux tels que ceux diffusés hebdomadairement par le CADCO. L'agriculteur devra toujours interpréter ceux-ci en fonction des conditions phytotechniques de sa parcelle ainsi que de ses propres évaluations sanitaires.

Ce travail implique la maîtrise de pas mal de connaissances !.

3.1 Mesures prophylactiques générales

Les précautions pour diminuer les risques de développement de maladies dans les céréales sont spécifiques à chaque maladie. Certaines mesures permettent cependant d'éviter des conditions trop favorables aux maladies à champignons en général.

- Préférer les variétés les moins sensibles aux maladies ;
La gamme des variétés disponibles est actuellement très large, entre autres en ce qui concerne les niveaux de sensibilité aux maladies. A performances et qualités similaires il est bien entendu préférable de donner la priorité aux variétés peu sensibles aux maladies. Les variétés ont toutefois des tolérances différentes selon les maladies. Le choix doit donc tenir compte du contexte phytotechnique.
- Eviter les semis trop précoces ;
La longueur de la période de végétation ainsi que les développements végétatifs avancés durant la période hivernale sont des facteurs qui favorisent le développement de certaines maladies comme la septoriose et le piétin-verse en froment ou la rhynchosporiose et l'helminthosporiose en escourgeon. A l'inverse, l'oïdium semble souvent être favorisé par des semis plus tardifs.
- Eviter les cultures trop denses ;
Un peuplement trop dense au printemps favorise le maintien d'une humidité importante dans le couvert végétal, ce qui est incontestablement propice au développement des champignons. La densité du semis, la fumure azotée en début de végétation et

L'utilisation des régulateurs de croissance doivent être judicieusement adaptées pour éviter d'aboutir à une densité de la culture inutilement exagérée.

3.2 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 que le piétin-verse, la septoriose, l'oïdium sont communément détectables dans les champs de froment. Il en est de même pour la rhynchosporiose et l'helminthosporiose en escourgeon. Ce sont la fréquence des plantes infectées (piétin-verse) et/ou la hauteur des lésions dans le couvert végétal (septoriose, oïdium, rhynchosporiose, helminthosporiose) 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, lorsqu'on peut détecter les symptômes il est trop tard pour réagir.

3.2.1 Le piétin-verse sur blé

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 un centimètre. Les traitements appliqués à ce moment ont une efficacité qui ne dépasse déjà que rarement les 50%. Lorsque qu'ils sont réalisés après le stade 2 nœuds 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.

Les principales substances efficaces contre le piétin-verse sont : cyprodinil \geq prothioconazole \approx prochloraz \approx boscalid \geq métrafenone.

Le cyprodinil n'est cependant disponible chez nous qu'en combinaison avec le propiconazole (Stereo). Etant donné la faible efficacité du propiconazole sur les maladies foliaires du blé, l'utilisation du Stereo pour contrôler le piétin-verse n'apparaît pas comme une solution économiquement rentable.

En France, de la résistance existe vis-à-vis du prochloraz. Aucune étude de surveillance n'a été effectuée chez nous ces dernières années mais de la résistance au prochloraz est toutefois suspectée. Son niveau reste indéfini.

3.2.2 Le piétin-échaudage en blé

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. Il semblerait que des applications d'azoxystrobine au premier nœud puissent dans certains cas réduire le développement de cette maladie. Il reste à démontrer la régularité de ces effets ainsi que leur intérêt économique.

3.2.3 La rouille jaune sur blé

La rouille jaune peut provoquer des dégâts très importants à la culture. Son développement est lié à des conditions climatiques particulières (printemps frais, couvert, humide et venteux). Les régions proches de la côte sont touchées beaucoup plus fréquemment et plus intensément que l'intérieur du pays. La rouille jaune est une maladie dont les premiers symptômes s'expriment souvent par foyer (ronds dans la culture). Ceux-ci peuvent être visibles au cours de la montaison, et sont à l'origine de l'épidémie généralisée qui peut suivre. Si les conditions climatiques sont favorables, l'extension de la maladie peut être très rapide.

La résistance variétale est en général assez bonne et suffit à protéger la culture vis-à-vis de la maladie. Mais il faut être prudent : le champignon présente une grande variabilité de souches. Dans le centre du pays un traitement systématique n'est pas recommandé, même sur les variétés sensibles. La maladie ne se développe en effet pas chaque année. Après plusieurs d'année d'absence, elle a fait une brutale réapparition en 2007, sans s'annoncer. Il est conseillé de surveiller les cultures et de traiter immédiatement en cas de détection de foyers de rouille jaune.

Les triazoles restent une valeur sûre contre la rouille jaune. Qui plus est, elles ont une activité sur les autres maladies foliaires du blé.

3.2.4 L'oïdium sur blé

Très connu parce que très visuel, l'oïdium peut être très souvent détecté, presque chaque année. Très rares sont cependant les situations où la maladie s'est véritablement développée. La conduite correcte de la culture 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 une telle intervention s'est révélée inutile. Un traitement

6. Lutte contre les maladies

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 ne nous a pas permis d'acquérir beaucoup d'expérience propre concernant l'efficacité des produits sur cette maladie. De nos quelques essais ainsi que de ce que nous avons pu voir par ailleurs il ressort que les substances actives les plus efficaces sont le cyflufenamide \approx la métrafenone \geq le fenpropidine \approx la spiroxamine \approx le quinoxifen. Leur utilisation préventive est recommandée. Elles seront préférées en cas d'intervention spécifique, mais des problèmes de résistance sont possibles pour les trois dernières. La plupart des triazoles présentent aussi une efficacité secondaire contre ce parasite. Les strobilurines ne peuvent par contre plus être conseillées contre l'oïdium, ce champignon étant maintenant résistant à cette famille de fongicide.

3.2.5 La septoriose sur blé

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 interception 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 nœuds 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.

Le contrôle de la septoriose repose principalement sur des substances actives de la famille des triazoles : prothioconazole \geq époxiconazole $>$ fluquinconazole $>$ tébuconazole \geq cyproconazole. L'adjonction de chlorothalonil, de prochloraz ou de boscalid avec les triazoles permet des solutions un peu supérieures techniquement et économiquement, entre autres en améliorant la flexibilité de la dose des meilleures triazoles. Ces combinaisons ont de plus l'avantage de limiter les risques de résistance vis-à-vis des triazoles.

En raison du niveau très élevé des souches résistantes, les fongicides de la famille des strobilurines n'offrent plus une efficacité suffisante contre la septoriose et ne sont dès lors plus conseillés contre cette maladie.

3.2.6 La rouille brune sur blé

Très présente ces dernières années, la rouille brune ne se développe généralement qu'à partir de la fin du mois de mai. En 2007 cette maladie s'est cependant exceptionnellement développée de manière épidémique à partir du début du mois d'avril.

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. La lutte contre cette maladie est donc essentiellement préventive.

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 et l'épiaison. Les interventions au stade dernière feuille solliciteront la persistance d'action des produits tandis que celles réalisées à l'épiaison solliciteront plus leurs capacités curatives. Une double intervention contre cette maladie s'avère souvent peu justifiée.

Les strobilurines sont très efficaces sur rouille brune, de même que certaines triazoles (époconazole \approx tébuconazole \geq cyproconazole). Le mélange de ces deux familles permet des solutions très efficaces.

3.2.7 Les maladies des épis de blé

Plusieurs champignons peuvent attaquer les épis. Certains se développent lorsque les épis sont encore bien verts (septoriose, fusariose) 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 faible. Leur gestion est donc englobée dans celle visant les maladies foliaires.

La fusariose des épis constitue un problème particulier. Elle peut être causée par deux types de pathogènes (*Microdochium nivale* et les *Fusarium*) qui développent des symptômes identiques mais qui n'ont pas les mêmes cycles de développement. Ils ne causent pas les mêmes problèmes et ne réagissent pas non plus aux mêmes produits fongicides. Par ailleurs, les dégâts de cette maladie se manifestent à la fois sur le rendement pondéral et sur la qualité sanitaire de la récolte (mycotoxines).

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 (source importante d'inoculum).

Le contrôle de la maladie au moyen de fongicides n'est efficace que s'il est réalisé au moment précis de la floraison de la céréale. Les connaissances actuelles ne permettent cependant pas de prévoir correctement les niveaux d'infection par cette maladie...

Les *Fusarium* (producteurs de mycotoxines) peuvent être contrôlés au moyen de 4 substances actives ; prothioconazole \approx tébuconazole \approx metconazole \approx dimoxystrobine. Malgré qu'il soit peu présent dans nos régions ces dernières années, *Microdochium nivale* (qui ne produit pas

6. Lutte contre les maladies

de mycotoxines) peut être contrôlé avec des strobilurines telles que l'azoxystrobine et la dimoxystrobine.

3.2.8 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 sensibles.

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

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

Le contrôle de la rhynchosporiose repose principalement sur le cyprodinil ainsi que sur des triazoles : prothioconazole >> époxiconazole ≥ autres triazoles.

3.2.9 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 contrôlé par des mélanges strobilurine-triazole. Parmi les strobilurines, la picoxystrobine et la trifloxystrobine se montrent les meilleures. Le prothioconazole se démarque positivement parmi les triazoles.

Depuis peu, des souches d'helminthosporiose résistantes aux strobilurines ont été détectées dans plusieurs pays touchés par la maladie. Le gène concerné induirait une résistance moins absolue que celle observée avec la septoriose en froment. Des pertes d'efficacité semblent cependant déjà être observées chez nos voisins. D'après nos informations la fréquence des mutations serait encore très faible en Belgique.

3.2.10 La rouille 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 qui donnent les meilleurs résultats.

3.2.11 Grillures et « taches brunes »

Depuis le début des années 2000, des 'brunissements' se développent régulièrement et de manière très importante dans les escourgeons. Tantôt appelées 'grillures', 'taches physiologiques' ou encore 'taches léopard', leur origine reste encore peu précise. Des travaux menés par nos collègues français tendent à montrer que plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de ces symptômes : une période très lumineuse succédant brutalement à une période couverte, la présence de pollen en quantité importante sur les feuilles, la présence d'espèces de champignons telles que *Alternaria*, *Ascochyta* et *Botrytis*, ou encore des attaques de ramulariose. En 2006 cette dernière maladie a de fait été formellement identifiée un peu partout en Belgique, en toute fin de saison.

Un impact de ces symptômes sur le rendement est souvent suspecté en essai. Mais la difficulté et l'inconstance du contrôle de ces taches par des fongicides ainsi que l'interférence avec le contrôle des maladies rendent la quantification délicate.

Certains fongicides (prothioconazole, chlorothalonil, boscalid) ont montré une capacité à réduire ces 'taches brunes'. Cette réduction n'était cependant jamais un contrôle complet et les résultats ont souvent été très variables entre les situations. Ceci pourrait confirmer l'origine multifactorielle de ces symptômes.

3.3 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 importants. C'est dans le choix des produits que les pathogènes plus secondaires seront pris en compte.

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. Entre ces deux solutions il y a la possibilité de fractionner l'investissement. Cette pratique peut être envisagée pour gérer l'évolution de la septoriose au cours de la saison mais elle ne convient que fort peu sur les autres maladies.

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

Dans ce cas un traitement complet sera réalisé au stade dernière feuille étalée, quel que soit l'état sanitaire de la culture. Cette intervention sera la plupart du temps l'unique traitement fongicide appliqué sur la culture. Le produit 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

6. Lutte contre les maladies

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. On veillera alors à attendre la sortie des étamines pour traiter.

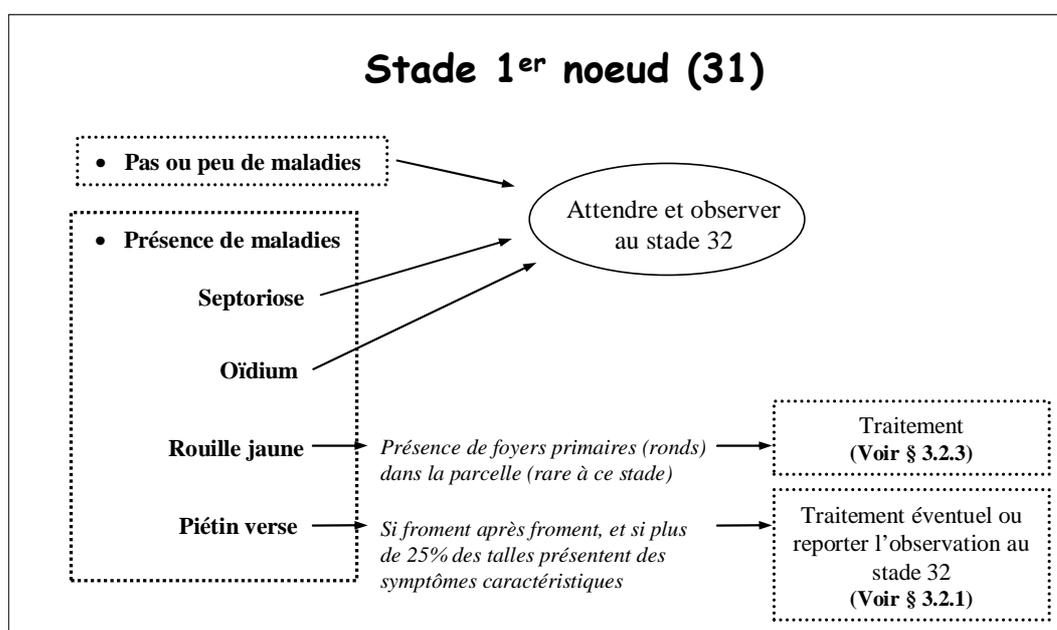
- Situation où le développement d'une ou de plusieurs maladies est redouté avant le stade dernière feuille :

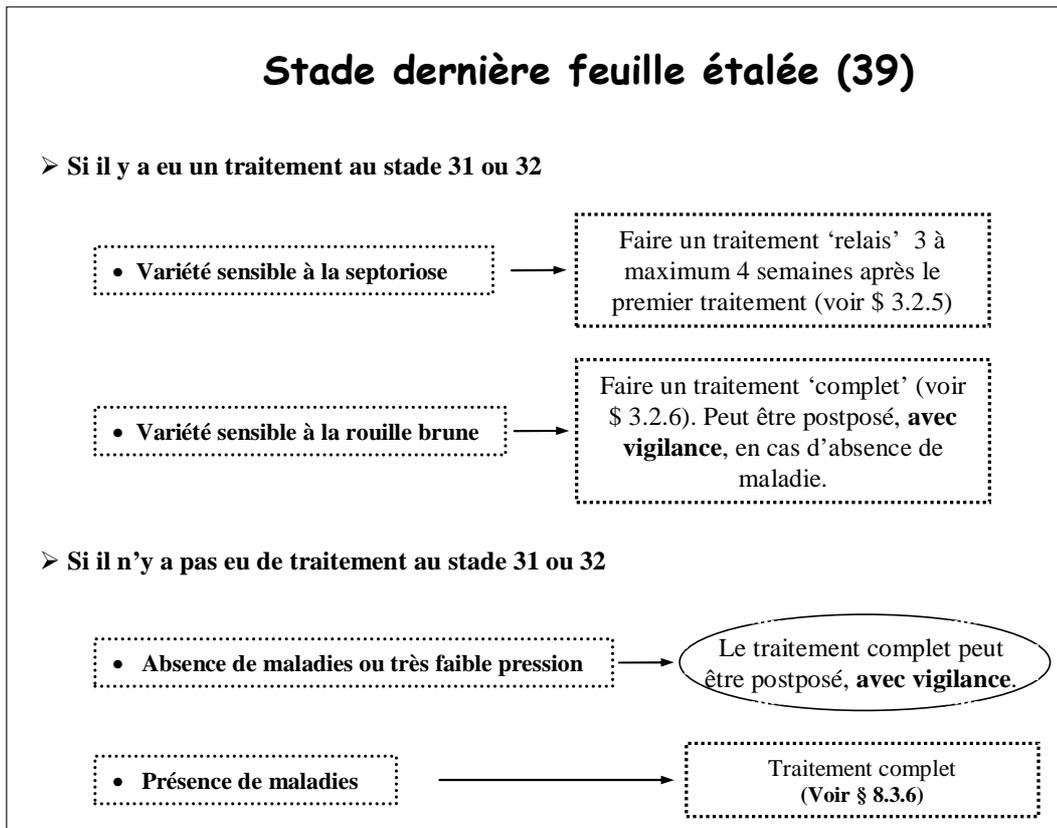
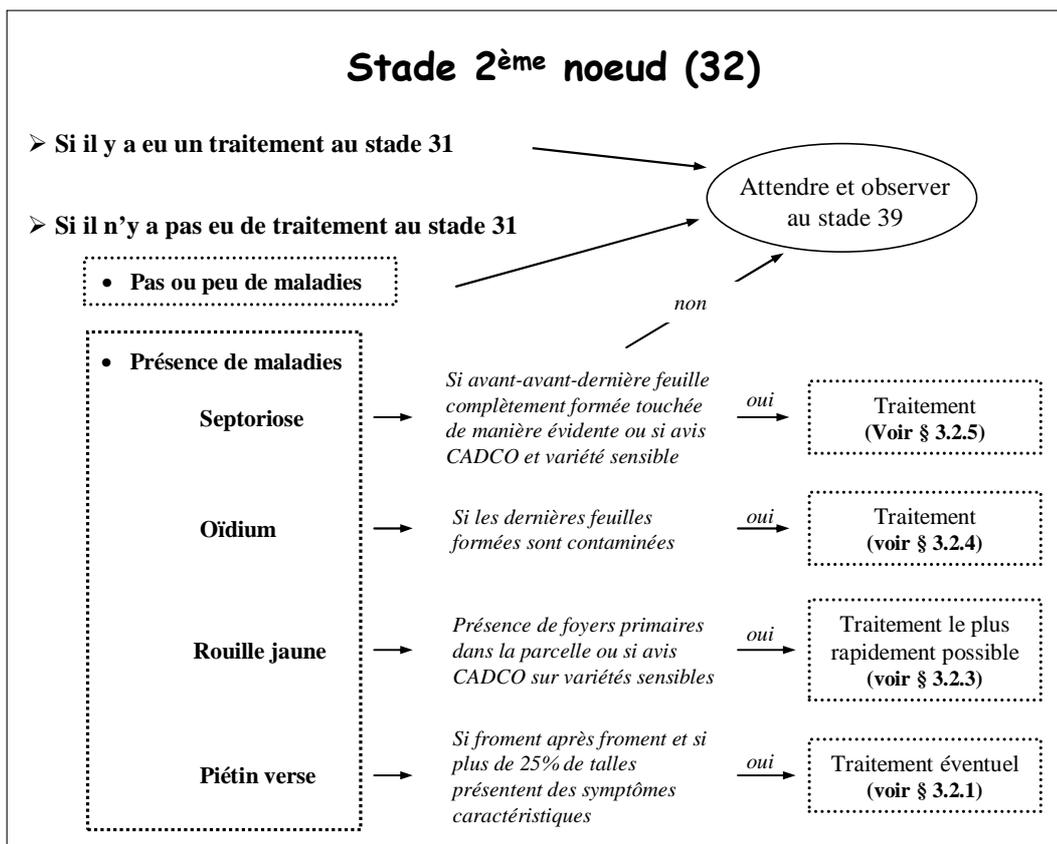
Une application avant le stade dernière feuille peut être justifiée en cas de rouille jaune ou de forte pression de septoriose ou d'oïdium. Lors d'un traitement réalisé à ce stade le choix du produit tiendra compte des éventuels risques de piétin-verse.

Contre la rouille jaune l'application se fera dès la détection des premiers foyers, avec un produit efficace contre cette maladie, appliqué à la dose homologuée. Pour la septoriose et l'oïdium il est souvent préférable d'attendre le stade 2 nœuds 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.

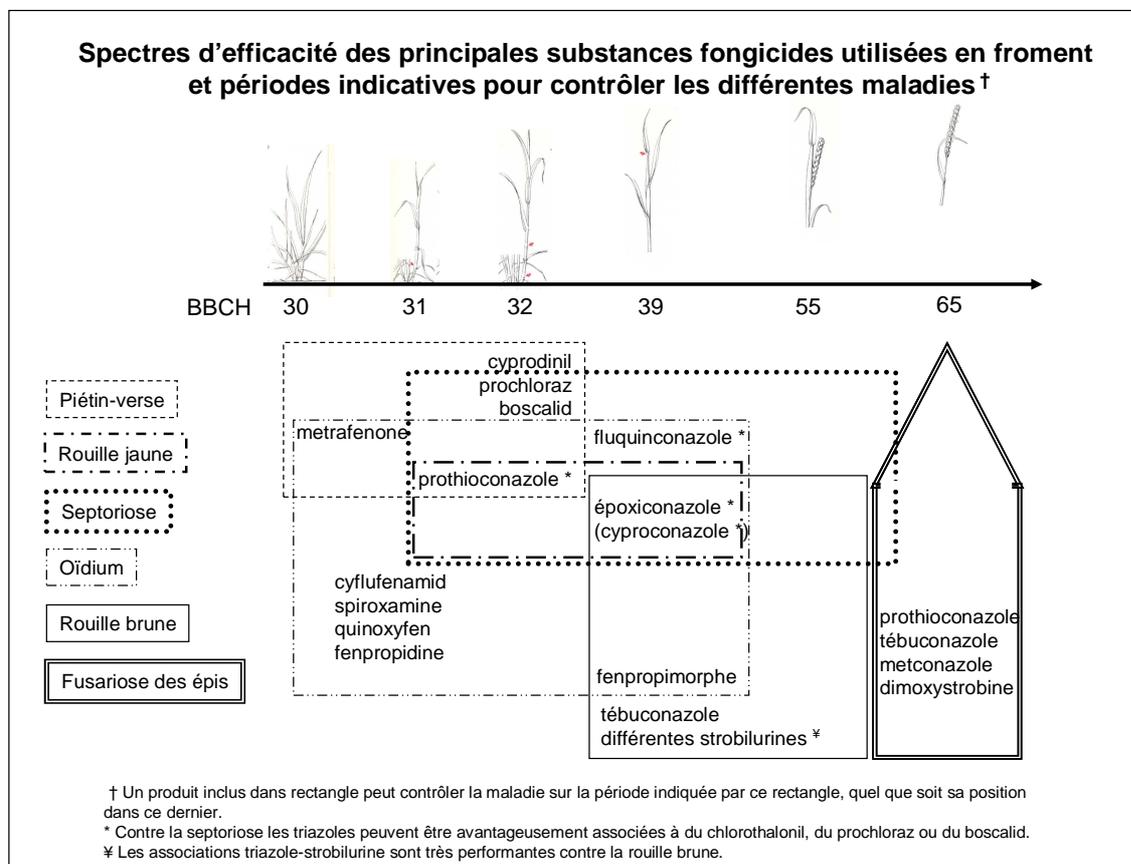
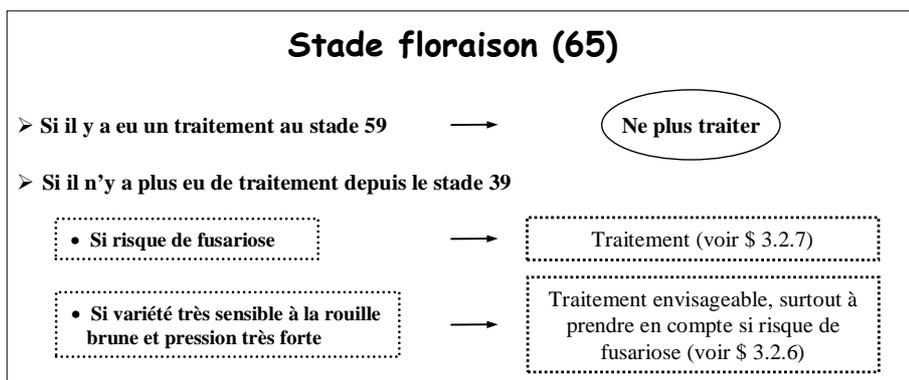
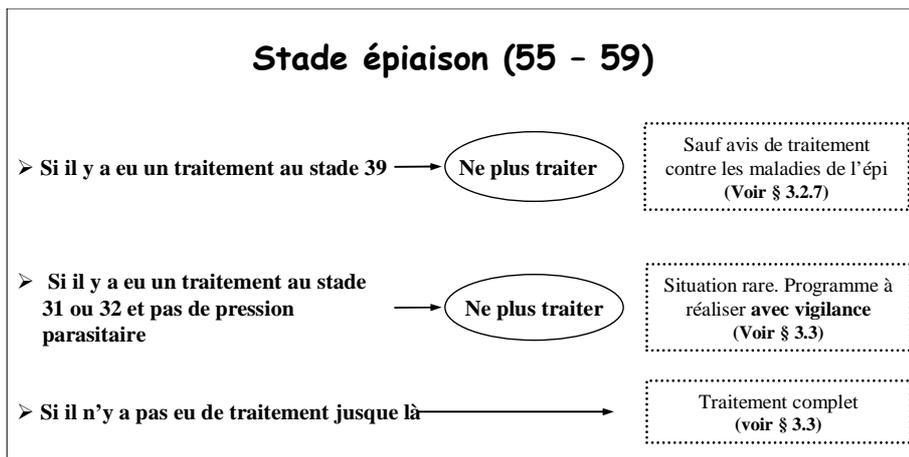
Lorsqu'une application de fongicide est effectuée avant le stade dernière feuille un second traitement devra être envisagé. Contre la septoriose ce traitement relais doit idéalement être effectué 3 à maximum 4 semaines après la première application. Si la variété est sensible à la rouille brune il est 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 contre les maladies



3.4 Stratégies de protection des escourgeons

Compte tenu du risque élevé de développement de rhynchosporiose, d'helminthosporiose 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. Selon le spectre de sensibilité aux maladies de la variété, ce traitement sera réalisé avec un mélange strobilurine-triazole.

Lorsque le développement de l'une ou l'autre maladie est important, il peut être justifié d'intervenir avec un fongicide autour du stade 1^{er} nœud. 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.

7. Protection contre les ravageurs

M. De Proft¹

1	Aperçu de l'année écoulée	2
1.1	2008 : nouvel été sans pucerons ; mais pourquoi ?	2
1.2	2008 : année tremplin pour la cécidomyie orange du blé	2
1.3	Jaunisse nanisante : un automne « sympa », enfin !	2
1.4	Mouche grise : pontes faibles, mais hiver aggravant.....	2
2	Nouveautés, résultats 2008	3
2.1	Cécidomyie orange du blé : des variétés résistantes.....	3
2.2	« Clones » et « Super-Clones » de pucerons	6
3	Recommandations pratiques	7
3.1	Protection contre les ravageurs en début de culture	8
3.1.1	Oiseaux	8
3.1.2	Ravageurs du sol : taupins, tipules, etc.....	9
3.1.3	Limace grise et limaces noires.....	9
3.2	Les « mouches ».....	10
3.2.1	Mouche grise (<i>Delia coarctata</i>).....	10
3.2.2	Autres diptères	11
3.3	Pucerons vecteurs de jaunisse nanisante.....	11
3.4	Cicadelle vectrice du virus des « pieds chétifs du blé ».....	12
3.5	Ravageurs du froment en été	12
3.5.1	Puceron de l'épi et puceron des feuilles	12
3.5.2	Autres ravageurs du froment en été	14

¹ CRA-W. – Département Phytopharmacie

1 Aperçu de l'année écoulée

1.1 2008 : nouvel été sans pucerons ; mais pourquoi ?

Comme dans les autres cultures, les pucerons ont été extrêmement discrets dans les céréales pendant tout l'été. Malgré de multiples études sur le sujet, il demeure difficile d'interpréter l'évolution des populations de pucerons et encore plus de la prévoir, tant sont nombreux les facteurs et leurs interactions intervenant dans cette dynamique. Rien ne permet donc de dessiner la moindre tendance pour la saison prochaine.

1.2 2008 : année tremplin pour la cécidomyie orange du blé

Le régime de précipitations et de températures qui a prévalu du mois de mars jusqu'en juillet a parfaitement convenu à la cécidomyie orange du blé. Cet insecte n'a pas commis de dégât important. En revanche, ses populations, très faibles en début de saison, se sont considérablement accrues, et il faudra en tenir compte dès cet été (voir l'article spécifique portant sur ce sujet, ci-après).

1.3 Jaunisse nanisante : un automne « sympa », enfin !

Après plusieurs années consécutives d'épidémies importantes de jaunisse nanisante dès avant l'hiver, l'automne 2008 n'aura donné lieu ni à des infestations importantes de pucerons, ni à des infections sérieuses par le virus de la jaunisse nanisante de l'orge. Dans les champs les plus infestés situés à Enghien et à Herinnes (Tournai), les proportions de plantes colonisées auront tout de même brièvement avoisiné les 30 %, avant de régresser progressivement au cours des mois de novembre et décembre. Autres caractéristiques de ce début de culture : la brièveté de la période des vols qui s'est définitivement interrompue dès le début de novembre et la faible proportion de pucerons vecteurs du virus. Dans ces conditions, les avertissements ont pu clairement recommander le non-traitement de tous les semis de céréales d'hiver, sauf des tout premiers escourgeons semés dans l'ouest de la Wallonie, où les infestations les plus fortes avaient été détectées. Enfin, les froids sévères de janvier ont définitivement écarté toute menace.

1.4 Mouche grise : pontes faibles, mais hiver aggravant

Les niveaux de pontes mesurés à la fin de l'été dans les sites de référence étaient très faibles dans toute la Wallonie, de même qu'en Flandre. Toutefois, les gelées prolongées de cet hiver auront favorisé la survie des larves de mouche grise et la réussite des attaques à la sortie de l'hiver. Le faible niveau de développement des froments constitue lui aussi un facteur aggravant. Il ne faudra donc pas s'étonner, au cours des mois de mars et d'avril, de voir apparaître des attaques susceptibles d'éclaircir quelque peu les peuplements des froments succédant à la betterave dans les sites les plus sujets aux pontes de l'insecte. Compte tenu des niveaux de population très bas, ces attaques ne devraient entraîner aucune conséquence sérieuse sur le rendement.

2 Nouveautés, résultats 2008

2.1 Cécidomyie orange du blé : des variétés résistantes²

G. Jacquemin³, A. Mahieu, A. Berger, F. Vancutsem et M. De Proft

2008 : année tremplin

Pour qu'un cycle biologique de cécidomyie orange du blé réussisse, une succession de conditions doivent être remplies : en mars-avril, il faut des précipitations importantes pour stimuler la sortie de diapause (stade « dormant ») ; en mai-juin, il faut une forte humidité du sol pour permettre l'émergence des adultes, des soirées douces et calmes pour permettre le vol, et surtout la coïncidence des vols avec la phase réceptive du développement du froment (de début épiaison à floraison). Depuis 2004, l'insecte n'avait pas, ou rarement rencontré ces conditions, et la réserve de larves en diapause dans le sol s'était progressivement réduite. En 2007 notamment, la sécheresse du mois d'avril avait entraîné un retard de trois bonnes semaines dans le développement de l'insecte, dont les adultes avaient émergé trop tard pour trouver les froments même les plus tardifs dans leur phase réceptive.

En revanche, la saison 2008 a été idéale : excellentes conditions de sortie de diapause en avril, excellentes conditions d'émergence et de vols pendant une longue période en mai et juin. Du fait des niveaux de population très faibles en début de saison, l'insecte n'a commis que des dégâts mineurs : dans la majorité des champs, l'infestation avoisinait les 2 larves par épi, ce qui ne peut avoir provoqué plus de 2 % de perte de rendement. En revanche, la « réserve » de larves de cécidomyie dans le sol a fortement grossi en 2008 et, si une nouvelle saison favorable à l'insecte survenait, les dégâts pourraient être d'un tout autre niveau.

En 2008, la période de vol a été tellement longue et continue que les froments de tous les niveaux de précocité (tout au moins les semis d'octobre) ont été exposés aux pontes de cécidomyie orange du blé pendant la traversée de la phase réceptive de leur développement. Ces conditions idéales ont été mises à profit pour évaluer les variétés comparées sur la plateforme d'essais de la FUSAGx à Lonzée (Gembloux) quant à leur comportement envers la cécidomyie orange du blé.

Site d'expérimentation

La plateforme expérimentale de Lonzée avait été installée dans un champ dont les précédents culturels étaient constitués par la betterave sucrière en 2007, l'orge de printemps en 2006, et du froment d'hiver en 2005. Ceci permet de considérer le champ comme une assez bonne « source », c'est-à-dire un champ contenant une réserve de larves de cécidomyie du fait de ses

² Les travaux menés sur la cécidomyie orange du blé par le Département Phytopharmacie (CRA-W) font l'objet d'une convention de recherche financée par la Région wallonne (DGA, Direction de la Recherche subventionnée).

³ CRA-W – Département Phytopharmacie

7. Protection contre les ravageurs

précédents culturaux. Cette situation, où la majorité des insectes attaquant la culture émergeaient du champ lui-même, est un facteur d'homogénéité de l'infestation. L'essai, semé en octobre, comparait 50 variétés en petites parcelles de 1.8 m x 7.2 m. Il comportait 4 répétitions.

Méthode d'évaluation de la résistance variétale

La résistance variétale a été évaluée en déterminant si des larves se développaient dans les épis. Pour cela, 100 épis de chaque variété ont été prélevés aléatoirement dans les parcelles et ramenés au laboratoire, où les larves de cécidomyie étaient extraites et dénombrées.

Vu l'échelonnement de précocité des variétés, une seule date de prélèvement aurait pu s'avérer à la fois trop précoce pour trouver des larves dans les variétés les plus tardives, et trop tardive pour trouver des larves dans les variétés les plus précoces. C'est pourquoi 3 prélèvements de 100 épis par variété se sont succédés, pour assurer la couverture de la période utile : les 18 et 24/06 et le 01/07. Au total, 15.000 épis ont été prélevés pour ces observations.

Six variétés résistantes

Le tableau 7.1 présente les nombres de larves par 100 épis lors du premier prélèvement (18/06), pour une série de 50 variétés classées par ordre décroissant de précocité. A cette date, les nombres de larves extraites des épis étaient clairement plus élevés dans les variétés précoces (jusqu'à 10 larves par épi) que dans les plus tardives. Cette observation trouve vraisemblablement son explication, d'une part dans le fait qu'à cette époque les variétés précoces avaient été exposées plus longtemps que les tardives aux vols de cécidomyie orange du blé et, d'autre part par la taille des larves, plus grande dans les variétés précoces que dans les tardives parce que les larves y étaient plus âgées, cette plus grande taille garantissant une meilleure récupération lors des manipulations d'extraction.

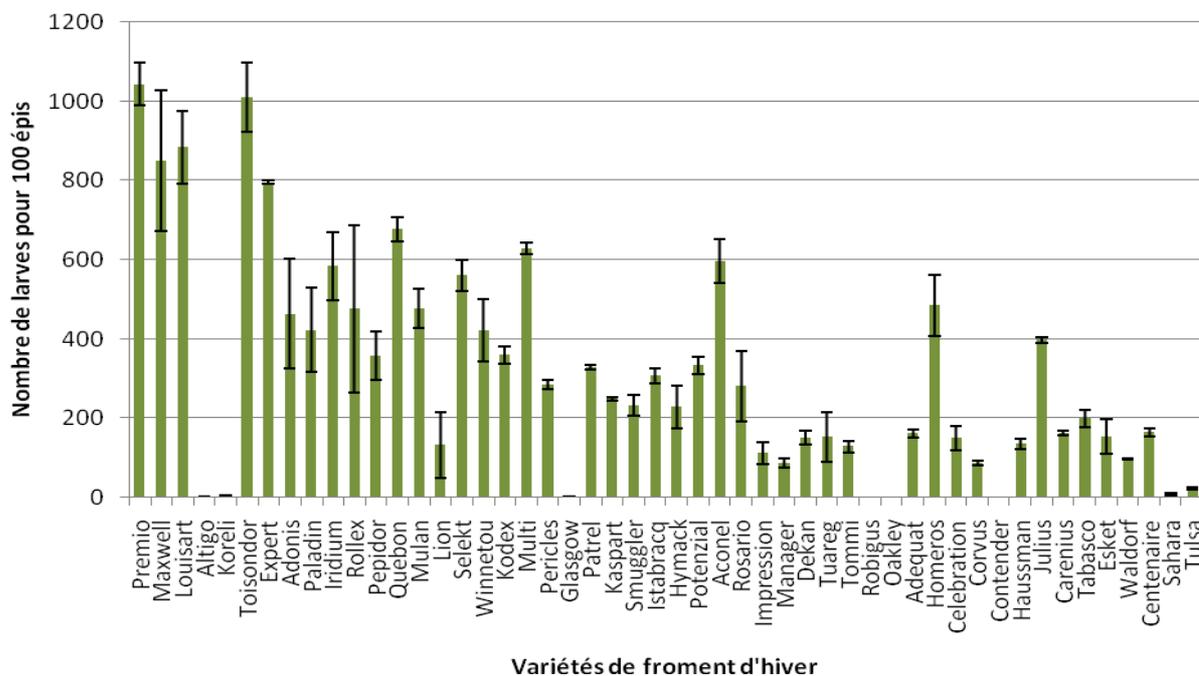
L'analyse des populations de larves au premier prélèvement permet donc à coup sûr de déterminer le niveau de résistance des variétés précoces et intermédiaires, mais pas celui des variétés les plus tardives.

Parmi les 50 variétés comparées, 6 n'ont permis le développement d'aucune larve et peuvent être considérées comme résistantes à la cécidomyie orange du blé. 4 d'entre elles, GLASGOW, CONTENDER, OAKLEY et ROBIGUS, étaient connues comme résistantes grâce des études britanniques. Leur résistance a été confirmée par l'expérimentation de Loncée. En outre, les variétés KORELI et ALTIGO, qui n'étaient pas encore connues comme tel, se sont révélées résistantes grâce à l'expérimentation de Loncée.

La résistance de ces variétés serait liée à la teneur en acides phénoliques des grains. Ces acides phénoliques, (principalement l'acide férulique et l'acide p-coumarique) inhibent le développement des toutes jeunes larves de cécidomyie orange du blé. Ils sont naturellement présents dans toutes les variétés de froment et contribuent à rigidifier les parois cellulaires. Ils interviennent dans divers mécanismes de défense des plantes. Les variétés de froment

résistantes à la cécidomyie orange du blé produiraient ces acides à un stade plus précoce et en plus grande quantité que les variétés sensibles.

Tableau 7.1 – Niveau d’infestation de 50 variétés de froment classées par ordre de précocité décroissant.



Expérimentateurs, ATTENTION !

La cécidomyie orange peut biaiser les essais « variétés »

Une plante de froment n’est réceptive à la cécidomyie orange du blé que quelques jours. Si cette phase coïncide avec un vol de l’insecte, des pontes ont lieu et des larves occasionnent des dégâts. Sinon, la plante échappe au dégât. Schématiquement, en cas de vols précoces, seules les variétés précoces sont touchées et en cas de vols tardifs, seules les variétés tardives. A l’extrême, comme en 2007, les vols sont tellement tardifs que plus aucune variété ne se trouve à un stade réceptif et aucune attaque ne réussit.

Dans les essais où des variétés de précocités différentes sont comparées en petites parcelles, ce phénomène peut gravement fausser les résultats de rendement à cause de la **concentration des pontes** dans les seules parcelles qui, au moment des vols, traversent justement la phase réceptive de leur développement. Ce phénomène de concentration des pontes, et donc des dégâts, constitue un **biais fréquent et important** des mesures de rendement dans les essais comparant des variétés. En 2008, certaines petites parcelles de la plateforme d’expérimentation de la FUSAGx à Lonzée, ont perdu plus de 10 % de leur rendement, alors que les populations de cécidomyie orange du blé étaient pourtant faibles. Ces niveaux de dégât ont été estimés via le nombre de larves extraites des épis, mais aussi via des mesures de rendement effectuées dans un essai de protection insecticide.

Ce biais est évidemment difficile à éviter. En revanche, il est possible d’en mesurer l’importance par le comptage des larves présentes dans les épis. En effet, les pertes de

7. Protection contre les ravageurs

rendements causées par la cécidomyie orange du blé sont directement proportionnelles au nombre de larves présentes dans les épis.

D'une façon plus approximative, il est aussi possible de disposer des pièges à phéromones dans les champs d'essai. Ces pièges permettent de détecter les vols de mâles et peuvent en mesurer le volume. A partir de cette information et du relevé régulier des stades de développement des variétés, il est possible de déterminer quelles variétés ont pu être exposées à des vols de cécidomyies lors de leur traversée de la phase réceptive. Des études menées actuellement par le Département Phytopharmacie (CRA-W) visent à déterminer précisément le lien, notamment la synchronisation, entre les captures de mâles au piège à phéromone et le dépôt des œufs par les femelles.

Une troisième possibilité d'éviter le biais dû à la cécidomyie orange du blé serait celle d'une protection insecticide des champs d'essais. Toutefois, ceci ne paraît pas réaliste en raison de la longueur de la période à couvrir et de la difficulté à maîtriser efficacement cet insecte par voie chimique.

Conclusions et situation 2009

Les connaissances acquises en deux saisons de travaux sur la cécidomyie orange du blé transforment une intuition en certitude : *S. mosellana* est un ravageur important et pourrait le devenir encore bien plus dans les régions céréalières d'Europe. Une voie peu exploitée jusqu'à présent en Europe consiste à intégrer la résistance à la cécidomyie dans les programmes de sélection des nouvelles variétés. En cette matière, les outils de mesure développés dans le cadre de cette convention ouvrent des possibilités inédites.

Après 3 années défavorables (2005, 2006 et 2007) et une année propice au développement des cécidomyies orange (2008), la situation est simple : la grande majorité des champs ne contiennent plus, ou très peu de larves. Seuls les champs ayant porté du froment semé en octobre 2007, pour peu qu'il ne s'agisse pas de l'une des 6 variétés résistantes, sont à considérer comme des champs sources (d'où pourraient émerger les cécidomyies en mai-juin 2009). Les froments situés à proximité immédiate (froment après froment ou champ contigu) de ces sources devront faire l'objet d'une attention particulière. Des avertissements seront transmis par le CADCO.

2.2 « Clones » et « Super-Clones » de pucerons

G. Jacquemin⁴ et M. De Profit⁴

La plupart des espèces de pucerons connaissent deux modes de reproduction, l'une sexuée, l'autre parthénogénétique. Par le premier mode, des femelles fécondées produisent des œufs, très résistants au froid. Par le second, des femelles vierges donnent naissance à des larves parthénogénétiques, sortes de

⁴ CRA-W – Département de Phytopharmacie

« boutures animales » dont le génome est strictement identique à celui de leur mère. Ce mode de reproduction permet une multiplication très rapide et la formation de populations génétiquement homogènes ou « clones », mais dont les individus résistent mal au froid.

Grâce à des analyses moléculaires, des chercheurs⁵ de l'INRA ont montré que deux clones de *Rhopalosiphum padi*, le puceron le plus fréquemment vecteur de la jaunisse nanisante de l'orge, s'étaient à ce point développés qu'ils occupaient des dizaines de milliers de km², et qu'ils constituaient rien qu'à eux deux la majorité des effectifs de cette espèce dans tous les champs prospectés de cet immense territoire. On manque de recul pour savoir combien de temps ces « super-clones » ont bien pu mettre pour atteindre de telles dimensions, ni combien d'années pareils clones pourront subsister. Il se pourrait par exemple que le froid de cet hiver en sonne le glas.

Cette découverte ne va pas bouleverser la protection des cultures. Toutefois, elle indique que, parmi les multiples facteurs qui gouvernent la dynamique des populations de pucerons, la composante génétique joue peut-être un rôle insoupçonné jusqu'ici ... : du grain à moudre pour les chercheurs !

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 procède de 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

⁵ Gilibert et al. 2008. AFPP – 8ème CIRA MONTPELLIER – 22-23 OCTOBRE 2008

7. Protection contre les ravageurs

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

BBCH 03	09	11	21	30	39	45	51	61	71	83	
graine imbibée	levée	1 feuille	début tallage	1er nœud à 1 cm	dernière feuille	gonflement maximum	début épiaison	début floraison	début formation grain	début stade pâteux	
	Limaces										
	Taupins										
	Mouche des semis										
	Corbeau freu										
	Tipules										
	Oscinie										
	Mouche grise										
	Mouche jaune										
	Pucerons vecteurs jaunisse nanisante										
					Pucerons des feuilles et des épis						
						Cécidomyies					
					Criocères						

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 dégât

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. Les derniers semis de froment d'hiver sont souvent les plus exposés.

Traitement de semences avec des répulsifs

En dehors de divers systèmes d'effarouchement d'efficacité incertaine, seuls des produits répulsifs appliqués sur les semences peuvent limiter les dégâts commis par les oiseaux. Toutefois, en fonction des ressources alimentaires disponibles dans l'environnement, les répulsifs constituent un dissuasif plus ou moins efficace. La protection offerte par ces

produits est donc aléatoire. Elle est néanmoins conseillée lorsque des semis sont effectués dans des sites habituellement fréquentés par des troupes de corbeaux freu.

3.1.2 Ravageurs du sol : taupins, tipules, etc.

Type de dégât

Dans les régions situées au sud du sillon Sambre-et-Meuse, des 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 dégât par ces insectes justifie des mesures spécifiques de protection.

Facteurs aggravants

Semis tardifs, mauvaises conditions de levée, semis après prairie ou jachère.

Traitement des semences ciblé

Lorsqu'un semis de céréales est envisagé après une prairie, site de ponte favori des taupins et des tipules, dans un terroir où les attaques sont fréquentes, il est prudent d'utiliser des semences traitées avec un insecticide agréé, surtout lorsque le semis a lieu tard 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 dégât, sauf lorsque les semences ne sont pas couvertes de terre bien émiettée.

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 la limace grise. 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. Les limaces noires sectionnent les tiges sous la surface du sol. Heureusement, la présence de ces ravageurs en céréales se limite à des situations assez rares.

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

7. Protection contre les ravageurs

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 granulé-appât

L'épandage de granulé-appât 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 granulé-appât 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 granulé-appât n'est justifiée que lorsque la culture tend à régresser, plutôt que de progresser et de verdier.

Le mélange de granulé-appât avec la semence est une technique irrationnelle. Ces produits sont bien plus efficaces lorsqu'ils sont appliqués en surface.

3.2 **Les « mouches »**

3.2.1 **Mouche grise (*Delia coarctata*)**

Type de dégât

La mouche grise pond en août sur le sol, principalement dans les champs de betteraves. L'oeuf est prêt à 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 denses peuvent atteindre 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 en profondeur un sol creux favorise la migration des larves et accroît leurs attaques.

En cas d'infestation élevée, seul l'Austral Plus 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 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 quelquefois, dans des froments semés tôt en automne, 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.

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 dégât significatif de cet insecte en Belgique depuis une quinzaine d'année.

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 dégât

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. Proximité de champs de maïs infestés par des pucerons. Hivers doux et survie des pucerons dans les céréales. Printemps précoces.

Protection

La prévention de la jaunisse nanisante consiste à détruire les pucerons vecteurs par un traitement insecticide. Deux possibilités existent : le traitement des semences à l'aide d'un

7. Protection contre les ravageurs

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 toutes les périodes critiques, l'opportunité de traitements insecticides en céréales est déterminée au moins une fois par semaine par le CADCO (voir pages de couleur).

Il y a à peine une vingtaine d'années, l'escourgeon cultivé en Belgique ne devait être traité en moyenne qu'une année sur trois ou quatre. Lorsqu'elle était recommandée, cette pulvérisation d'insecticide intervenait à la fin des vols de pucerons, vers le début du mois de novembre.

Les automnes de plus en plus doux ont conduit à une pression accrue de la jaunisse nanisante sur l'escourgeon et, ces dernières années, plusieurs pulvérisations ont quelquefois dû être recommandées parfois au-delà du 15 novembre- pour assurer la protection de la culture. Cette évolution spectaculaire renforce l'intérêt d'un traitement des semences d'escourgeon à l'aide d'insecticides systémique tel que le Gaucho Orge.

La pression exercée par la jaunisse nanisante s'est également accrue sur les froments. Toutefois, cette culture, même semée très tôt, est nettement moins vulnérable. La protection contre les pucerons vecteurs de jaunisse par pulvérisation est rarement utile. A fortiori, le traitement de semences à l'aide d'insecticides systémiques coûteux y est difficilement justifiable.

3.4 Cicadelle vectrice du virus des « pieds chétifs du blé »

Dans le centre de la France, un virus (WDV : Wheat Dwarf Virus) transmis par une cicadelle 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, par exemple le Gaucho Blé, actif sur la cicadelle. 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, la distribution géographique de cette virose s'étende jusqu'à toucher nos contrées. D'ici là, il serait évidemment tout-à-fait inutile et coûteux d'envisager quelque traitement préventif que ce soit.

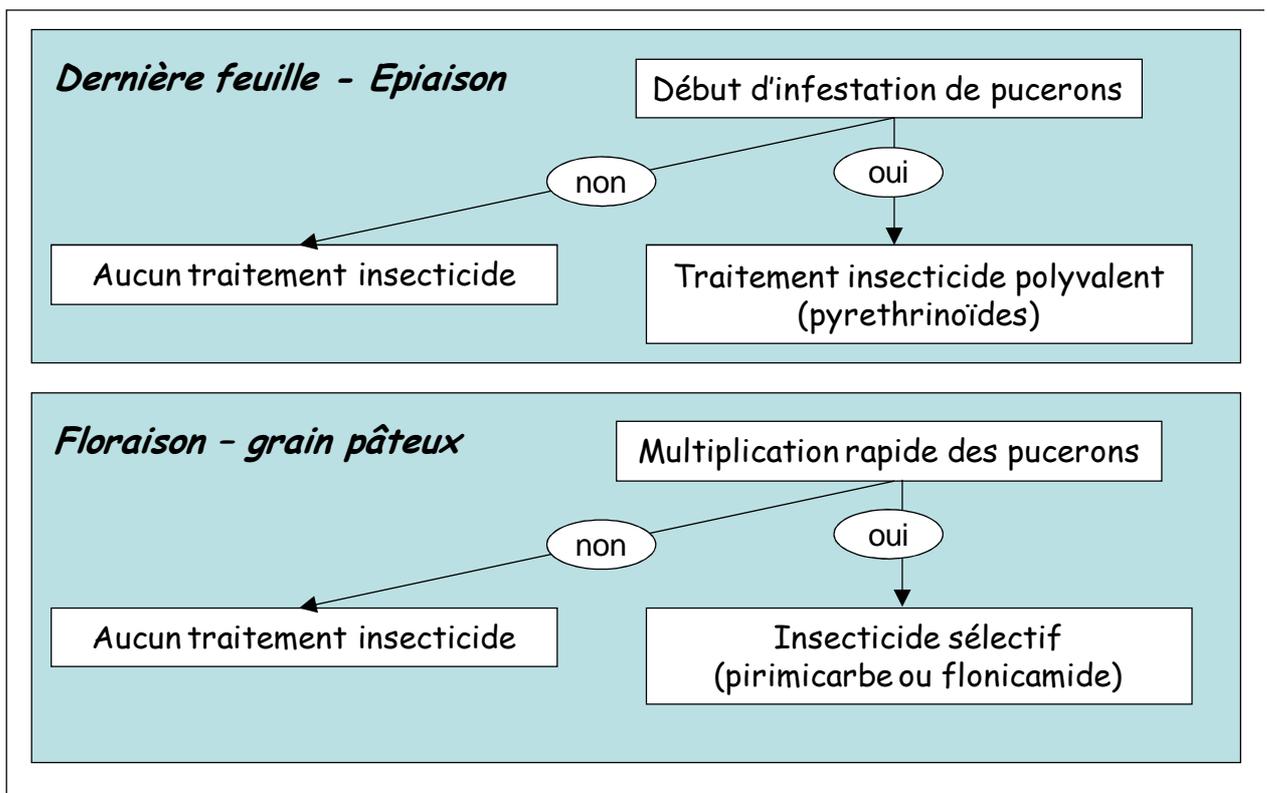
3.5 Ravageurs du froment en été

3.5.1 Puceron de l'épi et puceron 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, font entrave à la photosynthèse. Ces pullulations démarrent 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 tiges). 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 contreproductifs en nuisant plus aux ennemis des pucerons qu'aux pucerons eux-mêmes. C'est pourquoi le schéma de décision suivant est proposé :



Dernière feuille - Epiaison 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).

Des essais réalisés au cours des dernières années montrent que 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 des dégâts sérieux 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 pyréthriinoïdes en soirée, effectuées lorsque des vols importants coïncident avec le tout début de la floraison pourraient se justifier.

Une recherche est actuellement en cours au CRA-W, visant notamment à développer un modèle prévisionnel du risque de dégât de cécidomyie basé sur la proximité de parcelles sources (parcelles d'où émergent les insectes) et sur la caractérisation de ces dernières (Convention financée par la DGA direction Recherche). Ces travaux ont notamment permis de découvrir ou de confirmer la résistance des variétés suivantes : Oakley, Contender, Robigus, Koreli, Glasgow et Altigo.

3.5.2.2 Criocère ou « léma » (Oulema melanopa)

Le criocère est un petit coléoptère noir bleuté, qui pond de petits œufs orangés sur les feuilles vers la mi-mai. Les larves, d'abord très petites (1 mm) rongent l'épiderme des feuilles en lanières parallèles aux nervures. Elles grossissent pendant plusieurs semaines avant de tisser un cocon à la face inférieure d'une feuille ou sur la tige et de s'y nymphoser. Les dégâts de cet insecte ne justifient pas à eux seuls d'intervention spécifique. Toutefois, dans le prolongement de la lutte contre les pucerons, ces insectes peuvent être combattus efficacement par une pulvérisation de pyréthriinoïde entre la dernière feuille et la fin de la floraison.

D'autres ravageurs sporadiques peuvent encore être observés dans les céréales, comme des mineuses, plusieurs espèces de cécidomyies, les thrips et même des rongeurs, des oiseaux ou des nématodes. Leur nuisibilité est globalement faible et, sauf exception, ces ravageurs ne doivent pas être pris en compte dans le choix d'un itinéraire de protection.

8. Orges brassicoles

B. Monfort^{1 2} et B. Bodson²

1	Aperçu de l'année en orge de brasserie	2
1.1	La campagne de culture 2008 en orge de printemps.....	2
1.2	Le retour des prix beaucoup trop bas.....	2
2	Résultats d'expérimentations	3
2.1	Les variétés brassicoles.....	3
2.1.1	Les variétés brassicoles d'hiver : Cervoise en chute de reconnaissance	3
2.1.2	Les variétés brassicoles de printemps.....	4
2.2	Résultats d'expérimentation	5
2.2.1	Densité de semis	5
2.2.2	La protection fongicide, et le régulateur	5
2.3	Résultats d'expérimentation sur la fumure en orge de brasserie	7
2.3.1	Fumure en orge de brasserie d'hiver en 2008.....	7
2.3.2	Fumure azotée en orge de brasserie de printemps	7
3	Recommandations pratiques	10
3.1	Choix des parcelles.....	10
3.2	Date de semis en orge de printemps	10
3.3	Densité de semis	11
3.4	Protection des semences et des jeunes semis.....	11
3.5	Insecticide contre les pucerons jusqu'au stade 1 ^{er} nœud	11
3.6	Fumure azotée.....	11
3.7	Désherbage : normalement pas de lutte contre le vulpin.....	12
3.8	Stratégie de lutte contre les maladies en orge de printemps	12
3.9	Les régulateurs de croissance	13
3.10	Récolte des orges de brasserie	13
3.11	Stockage des orges de brasserie.....	14

¹ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGOARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

² F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

1 Aperçu de l'année en orge de brasserie

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 spécifiques au caractère brassicole : les variétés et la fumure en orge brassicole d'hiver. Vous trouverez les informations non spécifiques (caractéristiques de l'année, fongicides, régulateurs, et principes généraux de la fumure) dans les chapitres consacrés à l'escourgeon.

1.1 La campagne de culture 2008 en orge de printemps

Un petite fenêtre de quelques jours autour du 20 février a permis de démarrer les semis en orge de printemps dans les terres à bon ressuyage. Puis le retour des pluies a reporté la suite des semis à la mi- avril, ce qui était relativement tard mais toujours dans les dates normales.

Les reliquats azotés en sortie d'hiver étaient pour rappel plus élevés de 20 N en moyenne : il convenait donc d'être prudent avec la fumure azotée, particulièrement à Lonzée où le précédent était un froment ayant reçu un important apport organique (il ne fallait pas y dépasser une fumure de 50-60 N alors que habituellement des fumures de 90 à 100N sont généralement optimales sur le site).

Les pucerons étant absents des parcelles durant le tallage, y compris dans les semis plus tardifs le traitement insecticide n'était donc pas justifié. De même les maladies ont été très souvent peu présentes jusqu'au stade du traitement systématique sur la dernière feuille. Dans certaines parcelles, on a observé une forte attaque de rhynchosporiose autour de ce stade dernière feuille pour les semis de février mais en cours de montaison dans certains semis d'avril où la décision d'une double intervention fongicide se justifiait.

Excepté une partie du Hainaut où il n'y a jamais eu de période suffisamment sèche, la plupart des récoltes ont pu être réalisées en bonnes conditions en début août. Pour les variétés tardives des semis d'avril, par contre, le climat froid et humide du mois d'août n'a pas permis de récolter avant la fin du mois. Comme en froment, la majorité des récoltes ont dû être séchées.

La qualité était très bonne cette année en moyenne : grains de belle couleur, de bons calibres et des teneurs en protéines dans les normes (moyennes pour les agriculteurs de 11,2 % en orge d'hiver, 10,9 % en orge de printemps, selon les analyses réalisées en pré- récolte). On a noté toutefois en orge de printemps, la présence de quelques grains développant des moisissures durant les tests de germination.

1.2 Le retour des prix beaucoup trop bas

Finalement, les rendements en orge de printemps sont meilleurs qu'en 2007, tout en restant moyens. La mauvaise surprise vient plutôt du marché pour les agriculteurs qui n'étaient pas sous contrat. Une belle unanimité s'accordait pour proclamer que le grand marasme des prix des campagnes 2004 et 2005 était à oublier. Le retour de prix aussi peu motivants a pour le

moins été rapide, malgré l'absence de stocks, les cultures énergétiques, la demande alimentaire croissante, la faim dans le monde ... C'est d'autant plus démotivant que les coûts de production ont augmenté, de même que les frais liés au stockage qui, en plus, sont souvent plus importants qu'en culture fourragère. Pour diminuer l'insécurité liée à la volatilité des prix, certains re-proposent de lier les prix brassicoles au prix du fourrager amélioré d'une prime fixe. La mesure agri-environnementale spécifique à l'orge de brasserie (orge 2 rangs), de même que des coûts de production relativement faibles, la possibilité d'introduire un engrais vert supplémentaire dans la rotation, l'intérêt des cultures de printemps pour casser les cycles des adventices sont aussi des arguments en faveur de l'orge de printemps.

2 Résultats d'expérimentations

2.1 Les variétés brassicoles

2.1.1 Les variétés brassicoles d'hiver : Cervoise en chute de reconnaissance

Voici deux ans que se développe la variété Cervoise dont tous les tests préliminaires promettaient un bel avenir dans le débouché de la malterie brasserie. Cervoise est maintenant la 1^{ère} variété cultivée en France et était la seule alternative actuelle à Esterel en Belgique. Mais, avec des prix à peine différents des escourgeons, l'industrie ne montre pas assez d'intérêt que pour continuer à conduire la culture de Cervoise pour la brasserie. Les défauts reprochés à la variété seraient une trop grande dormance, et des problèmes de filtration du moût en brasserie.

Cervoise reste un bon escourgeon pouvant être très productif, mais un peu sensible aux maladies. Pour la récolte, il est toutefois conseillé de prévoir de la réceptionner en variété pure au cas où le marché montrait un changement de l'intérêt financier dans les prochains mois. Le tableau 8.1 présente les alternatives à Esterel et Cervoise

Tableau 8.1 – Principaux résultats à Loncée des alternatives à Esterel (essais EBC). Rendements en quintaux (teneurs en protéines en %).

	2008	2007	2006	2005
Esterel	87 (11.9 %)	93 (9.8 %)	84 (12.1 %)	107 (11.0 %)
Cervoise	96 (11.2 %)	103 (10.8 %)	96 (12.2 %)	
Azurel	85 (12.7 %)	95 (11.7 %)		
Cartel	88 (12.0 %)			
Arturio			98 (12.1 %)	109 (11.4 %)

La filière propose la culture des variétés Azurel et Cartel, mais les essais ont révélé leur potentiel de rendement beaucoup trop faible et leur tendance excessive à faire trop de protéine que pour avoir de l'intérêt en absence de plus fortes plus-values financières. Cartel présentait par rapport à Azurel de meilleures résistances aux maladies et à la verse.

La filière propose aussi Arturio qui avait été testée dans le réseau EBC en 2005 et 2006. Cette variété présente des caractéristiques agronomiques proches de Cervoise : bon potentiel, aussi sensible aux maladies et un peu plus à la verse, faible propension à faire de la protéine.

8. Orges brassicoles

Les micro- maltages de l'époque montraient comme défaut un faible rendement en extraits et une viscosité élevée. L'avenir dira si l'intérêt des malteries pour Arturio (non présente actuellement sur le marché belge) se concrétise par une plus value financière attractive pour l'agriculteur. Arturio, Azurel, Cartel ont des calibrages proches de Cervoise, nettement supérieurs à Esterel.

2.1.2 Les variétés brassicoles de printemps

Le tableau suivant résume les résultats des variétés présentés dans le Livre Blanc de septembre passé. Les teneurs en protéines, parfois trop élevées, sont, malgré une fumure réduite, la conséquence d'une parcelle à statut organique trop élevé pour le débouché. Concernant le pouvoir germinatif, aucune variété n'a montré de déficience. Pour rappel, les résultats 2008 proviennent de l'essai EBC semé tardivement en fin avril.

Tableau 8.2 – Principaux résultats en orge de printemps. Essais EBC à Loncée – FUSAGx.

Récoltes EBC – orges de printemps								
	précocité	Récolte 2008			Rdt 2004-2007 en % des témoins			
		RDT %	Prot %	Calib % >2,5 mm	2007	2006	2005	2004
variétés témoins								
Scarlett (t)	tardive	104	11,5	98,5	95	93	92	100
Prestige (t)	précoce	96	11,5	99,1	105	107	108	100
variétés brassicoles reconnues								
Béatrix	précoce	101	10,8	98,0	115	108		
Chamonix	précoce	101	11,7	98,6				
Pewter	très tardive	98	11,8	98,2	103	110		
Quench	très tardive	101	11,1	97,6	110	110		
Sebastian	1/2 précoce	100	11,2	98,4	107	111	112	103
Tipple	tardive	101	11,4	98,6	101	111	115	111
Témoins kg/ha		7129	11,5	98,8	6252	6977	7669	7420

Dans la pratique on trouvera essentiellement les variétés Chamonix et Sébastian en 2009, et peut être aussi Quench, variété promise vraisemblablement au meilleur avenir brassicole et dans le trio de tête européen des variétés multipliées.

Les variétés reconnues brassicoles ne sont pas nécessairement assurée d'un débouché facile en malterie. Pour le choix de la variété à semer ce printemps, l'agriculteur doit prendre contact avec son négociant – stockeur intermédiaire. Celui-ci, en accord avec un malteur, peut proposer une nouvelle variété non encore testée dans le réseau EBC. Dans tous les cas, les contacts doivent être pris avec un malteur avant la mise en culture : il ne sert à rien de semer une orge de printemps et se retrouver sans débouché à la récolte.

2.2 Résultats d'expérimentation

2.2.1 Densité de semis

La MAE réduction d'intrants, adaptée à l'orge de printemps brassicole, n'impose plus de contraintes de densités de semis ; ce qui ne diminue pas l'intérêt des faibles densités de semis réalisés en conditions climatiques normales.

Tableau 8.3 – Densités au semis et rendements (kg/ha) (moyennes) – semoir Nodet.

Densité (grains/m ²)	175	200	250
Rendements (moy.) en 2000	5722	5510	5496
Rendements (moy.) en 2001	4999	5224	5539
Rendements (moy) en 2002	7562	7669	7844
Rendements (moy) en 2003	7605	7486	7403
Rendements (moy) en 2004	7448	7120	7459
Rendements (moy) en 2005	7739	8016	7968
Rendements (moy) en 2006	7478	7642	7559
Rendements (moy) en 2007	6371	6320	6533
Moyennes	6866	6873	6975

Source: Lonzée F.U.S.A.Gx,

OP00-32, OP01-22, OP02-12, OP03-20, OP04-12, OP05-21, OP06-21, OP07-22

La dose normale et à ne pas dépasser est de 250 grains au m². Avec un bon semoir et de bonnes conditions de semis, il ne faut pas hésiter à rester en dessous de 200 grains au m². Si la préparation du sol se révèle trop motteuse et/ou la levée semble pénalisée par un climat trop sec, il ne faut pas hésiter à rouler la parcelle le plus vite possible par temps sec.

2.2.2 La protection fongicide, et le régulateur

L'orge de printemps a subi à Lonzée une très forte attaque de rhynchosporiose dès la montaison.

Celle-ci ne s'est pourtant pas révélée très dommageable pour les rendements. Le tableau 8.4 compare les variétés en tenant compte de l'intensité de la protection fongicide appliquée à la culture. Les rendements sont donnés en kg/ha et en pourcent de la moyenne non traitée. Les traitements fongicides de l'essai coûtent chacun de l'ordre de 50 €/ha ; le tableau transforme en % (1 % = 60 kg/ha) le coût d'un traitement fongicide selon la valeur de la récolte.

Deux variétés, **Quench** et **Pewter**, sont apparues très résistantes à la rhynchosporiose, mais cette qualité ne s'est pas traduite en avantage au niveau des rendements. La montaison étant très rapide, le deuxième traitement sur la dernière feuille fut appliqué 8 jours plus tard. Le fongicide de montaison, qui n'a apporté en moyenne que 2 quintaux, a été très bénéfique pour **Béatrix** et **Scarlett** (+10 et +7 % de rendement), et bien rentabilisé (+5 et +6 %) pour **Chamonix** et **Prestige**. L'absence de maladie préoccupante sur **Quench** et surtout **Pewter** justifiait de ne pas traiter en montaison. Avec les autres variétés, au vu de la présence de la rhynchosporiose, on ne pouvait décemment pas prendre le risque de ne pas traiter en montaison à Lonzée, bien que **Sébastien** et **Tipple** n'ont pas valorisé ce double traitement.

8. Orges brassicoles

Tableau 8.4 – Réponses variétales aux maladies et traitements fongicides en 2008 à Lonzée.

	2Fong	1Fong	0F	2Fong	1Fong	0F
Scarlett	7597	7171	6151	126	119	102
Prestige	7046	6700	5794	117	111	96
Beatrix	7524	6937	5852	125	115	97
Chamonix	7375	7030	5768	122	117	96
Pewter	6899	7022	6325	115	117	105
Sébastien	7222	7100	5976	120	118	99
Tipple	7280	7070	6020	121	117	100
Quench	7080	7294	6317	117	121	105
	7253	7041	6025	120	117	100
coût d'un fongicide en %						
1 fong = 50 €/ha	en 2008, 50 €/ha =					
vente à 150 €/t	5,5%					
vente à 200 €/t	4,1%					
vente à 250 €/t	3,3%					

L'essai résumé dans le tableau 8.5 apporte quelques renseignements concordants et complémentaires.

Tableau 8.5 – Intensification moyenne sur 5 variétés à Lonzée en 2008 (essai OP08-21).

	Apport en kg/ha
Apport fongicide « Dernière feuille » appliqué seul	707
Apport complémentaire du fongicide de montaison	217
Apport du fongicide montaison appliqué seul	371
Apport du fongicide dernière feuille à 60 N	477
Apport du fongicide dernière feuille à 100 N	784
Apport du fongicide montaison à 60 N	183
Apport du fongicide montaison à 100 N	405
Apport moyen d'un régulateur	178

Cet essai confirme en effet que le fongicide montaison n'a guère amélioré les rendements malgré la forte attaque de rhynchosporiose, freinée sans doute par les conditions climatiques. L'intérêt des fongicides s'accroît avec l'intensité de la fumure azotée. L'application d'un fongicide montaison à un stade proche du stade « dernière feuille » (8 jours en 2008) ne permet pas de se passer de ce deuxième traitement (manque de protection sur les dernières feuilles et manque de rémanence).

Le régulateur appliqué sur la dernière feuille n'a pas eu d'effet négatif, contrairement à 2007 où une chute de rendement liée au régulateur avait été de 12 quintaux

2.3 Résultats d'expérimentation sur la fumure en orge de brasserie

2.3.1 Fumure en orge de brasserie d'hiver en 2008

La figure 8.1 confirme le tassement des rendements en 2008 à Lonzée. L'augmentation de 1.5 % des teneurs en protéines est en grande partie liée à la parcelle (trop de restitutions organiques), et rappelle qu'il faut rester prudent avec la fumure azotée et le choix de la parcelle. En 2008, la fumure azotée ne devait pas dépasser le total de 100N, alors que cette fumure pouvait monter à 150N tout en restant dans les normes de protéines en 2007. Cette fumure de 100 N en 2008 correspond à la fumure conseillée en tenant compte des reliquats azotés en sortie d'hiver (+30N par rapport à la normale où la fumure conseillée sur le site est de 120 N). Cerveoise est toutefois la variété présentant le moins de risque de déclassement pour cette norme.

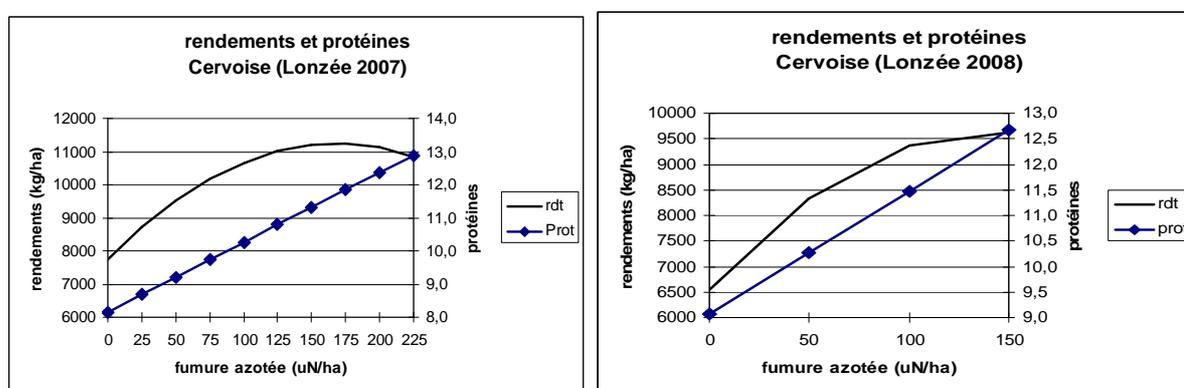


Figure 8.1 – Réponses des rendements et des protéines (variété Cerveoise) à la fumure croissante en 2007 & 2008.

2.3.2 Fumure azotée en orge de brasserie de printemps

2.3.2.1 La fumure azotée en orge de brasserie de printemps en 2008.

Le site d'expérimentation 2008 en orge de printemps comportait des zones de fertilité très variables avec pour une même variété des essais où les rendements à zéro d'azote variaient de 36 à 54 qx ; les rendements à 120 N variant de 55 à 79 quintaux. La fumure à ne pas dépasser pour rester dans les normes de protéines va de 30 à 120 N selon les essais (tableau 8.6).

Tableau 8.6 – Variabilité des résultats en 2008.

Var Tipple	Rdt à 0 N	Rdt à 120 N	11.5 % (1)	CV (2)
OP08-22	54 qx	79 qx	120 N = 79 qx	3.04
OP08-24	36 qx	55 qx	90 N = 51 qx	8.29
OP08-25	53 qx	65 qx	30 N = 57 qx	7.07

(1) : fumure à ne pas dépenser pour rester sous la norme de 11.5 % de protéines

(2) : coefficient de variation : plus il est bas, plus l'essai est régulier

8. Orges brassicoles

Les essais étaient repartis en tenant compte du passé des restitutions organiques, mais ces zones n'étant pas elles même très homogènes, les coefficients de variation des essais sont donc souvent élevés et les interprétations doivent être prudentes.

La zone de l'essai 25 a reçu d'importantes restitutions organiques sous forme de retournement de jachère et de fumier : il est évident que ce type de parcelle ne convient pas pour un débouché brassicole. La zone peu fertile de l'essai 24 est compatible avec le débouché mais on ne peut contrebalancer suffisamment ce manque de fertilité par la fumure azotée sans risquer de dépasser rapidement les normes. Par contre la zone de bonne fertilité de l'essai 22 est bien adaptée au débouché et la fumure azotée permet d'y atteindre des rendements honorables sans trop de précaution pour les variétés peu sensibles telles que Tipple, Béatrix. Avec les variétés faisant plus facilement de la protéine telles que Chamonix et Sebastian, qu'on retrouve dans l'essai jointif OP23, la fumure par contre ne devait pas dépasser 80 N, à une vingtaine d'unités en deçà de la fumure permettant d'obtenir les meilleurs rendements.

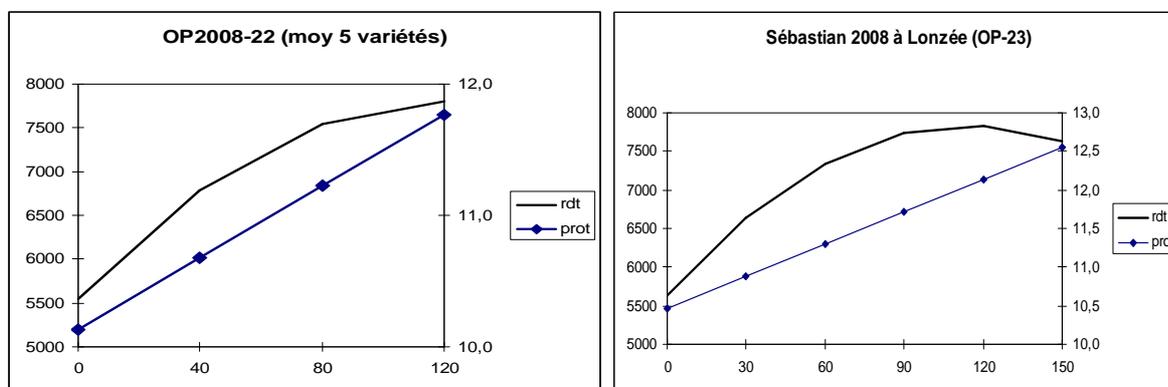


Figure 8.2 – Evolution des rendements et des protéines avec la fumure azotée croissante en 2008.

La variété Pewter, faisant encore plus facilement de la protéine, ne devait pas dépasser 60 N donnant 72 qx, à 4 quintaux de ses rendements maximum.

Pour rappel en 2008, les essais ont été installés tardivement le 21 avril. Dans ces conditions où l'orge a peu de temps pour réaliser le tallage et la montaison, il faut éviter tout stress azoté et la fumure de base doit être appliquée dès le début du tallage. Le report de cette fumure dans l'essai 23, du 8 mai (présence des 1^{er} talles) au 20 mai (plein tallage, le redressement étant présent le 28 mai) a pénalisé les rendements de plus de 3 quintaux.

2.3.2.2 La fumure azotée moyenne en orge de printemps de 2003 à 2008

La figure 8.3 représente la réponse moyenne des rendements et des protéines à la fumure azotée à Loncée (Gembloux) de 2003 à 2008. Le site expérimental se trouve en Hesbaye froide et reçoit des restitutions organiques jugées faibles à normales. Le reliquat moyen du site en sortie d'hiver est de l'ordre de 80 N sur 1,5m (60 N sur 90 cm).

Le rendement maximal de 7746 kg/ha y est atteint avec la fumure de 114 N. La fumure économiquement optimale (pour un prix de vente de 150 €/t et un prix de l'azote 27% à 250 €/t) est de 98 N donnant un rendement de 7694 kg.

A cette fumure de 100 N, la teneur en protéines observée en moyenne sur le site expérimental a été de 11.5 %, limite supérieure à ne pas dépasser pour être idéalement dans les normes de réception. La teneur en protéines moyenne à 0 N a été de 9.6 % (valeurs extrêmes : 8.0 et 10.7 %). La teneur correspondante pour la fumure de 120 N a été de 12.0 % (valeurs extrêmes : 10.5 et 13.2 %).

En moyenne, les teneurs en protéines ont augmenté linéairement de 0.5 % avec une augmentation de 25 unités d'azote. Cette donnée est essentielle pour l'ajustement de la fumure !

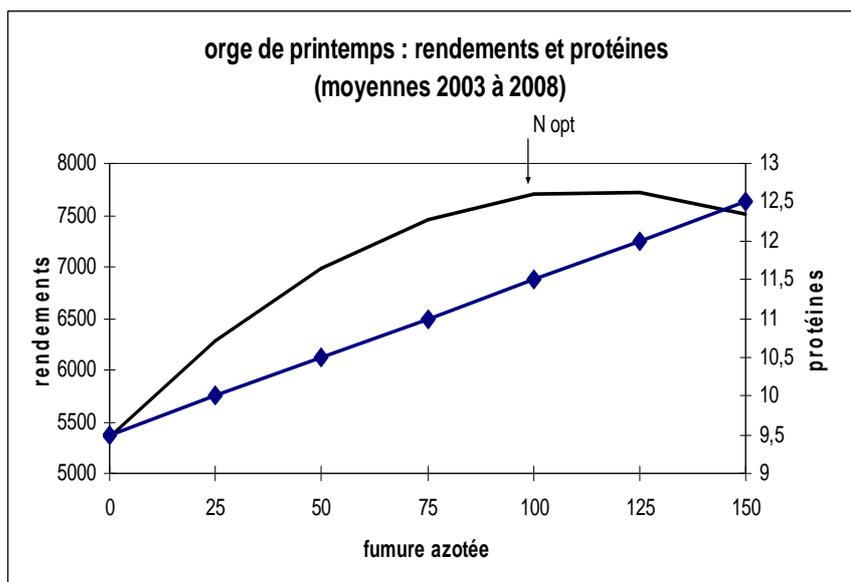


Figure 8.3 – Moyennes des rendements en fonction de la fumure azotée de 2003 à 2007.

Pour ajuster la fumure azotée, il est conseillé de tenir compte des reliquats variables d'une année à l'autre (voir article fumure azotée), de la fertilité de ses parcelles et de l'importance des restitutions organiques (voir le § choix des parcelles), et enfin des variétés faisant systématiquement plus ou moins de protéines (voir tableau 8.2), ... Le facteur annuel est important également, raison pour laquelle il n'est pas conseillé d'apporter toute la fumure au départ de végétation pour garder une marge d'adaptation.

3 Recommandations pratiques

L'orge de printemps cultivée pour la malterie se caractérise par une utilisation optimale des intrants à un niveau faible et compatible avec la possibilité, sans prendre de risque excessif, d'avoir accès aux primes agri-environnementales (voir points 2.2 & 2.3). 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 venir après 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. L'orge de printemps peut 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 bonne date moyenne 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.

Ces dernières années, un semis hâtif a finalement rarement été avantageux, et il n'y a aucune raison de se presser avant le 15 mars si les conditions de semis ne sont pas très bonnes. Par contre, 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} noeud).

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 (lire ci-dessus le point 2.2 décrivant l'expérimentation sur les densités). 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.

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 pigeons mais pas les corbeaux. 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 ne faut pas mettre la 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 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 N sur 1,5 m (ou 60N sur 90 cm)(voir l'article « azote minéral du sol »), la fumure conseillée est de 60 N dès le début de la végétation renforcée par 20 à 40 N au stade redressement si la culture paraît carencée. Si le climat est trop sec pendant la levée, il faut mettre la fumure de base le plus vite possible 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 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 2.3.2 sur les résultats des expérimentations sur la fumure.

3.7 Désherbage : normalement pas de lutte contre le vulpin

Pour rappel, il faut éviter tout stress inutile à 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 avec le 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

2002 est la dernière année où on a subi une forte attaque des maladies : la rhynchosporiose y avait été difficilement contrôlée. Excepté sur quelques variétés sensibles aux maladies telle que Scarlett, à Loncée, les dernières années n'ont pas été très favorables à l'emploi des fongicides. Aucun traitement fongicide n'est nécessairement indispensable en orge de printemps, 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 2 dernières feuilles de l'orge sont pratiquement 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, à l'inverse des grains fusariés et moisissés souvent présents quand les récoltes matures sont retardées par les pluies au mois d'août et qui peuvent provoquer le gushing.

Fongicide au stade Dernière feuille : il faut traiter systématiquement les variétés classées sensibles aux maladies au stade dernière feuille (même en absence de maladie). Le choix des produits (idéalement à base de strobilurine pour la rémanence) sera fait en fonction de la maladie dominante et des maladies accompagnantes (oïdium par exemple). Le fongicide doit être appliqué à la dose pleine agréée de matières actives contre les maladies visées ; dans les

mélanges, chaque m.a. est diminuée mais leur total doit correspondre à une dose pleine de produit agréé.

On peut ne pas traiter systématiquement les variétés très résistantes (Pewter, Tipple, Quench, Shakira ..) au stade dernière feuille, si les feuilles formées pendant la montaison sont indemnes de 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). 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 ces nouvelles 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.

3.9 Les régulateurs de croissance

En culture d'orge de printemps brassicole, l'emploi d'un régulateur n'est normalement pas nécessaire. Le régulateur est aussi interdit si l'on s'est engagé dans le cadre de la mesure agri-environnementale « réduction des intrants en céréales ».

Si le traitement est jugé nécessaire, les régulateurs utilisés en escourgeon sont agréés en orge de printemps (2/3 de la dose agréée en escourgeon, voir les pages jaunes).

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 (comme en 2001 pour les derniers semis d'orge de printemps), que de fortes minéralisations tardives provoquent le développement de tardillons. Ces épis ne peuvent améliorer les rendements, et ils empêchent de moissonner 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. Il est conseillé dans cette situation d'essayer de sauver la récolte en appliquant du glyphosate en « pré-récolte » quand les bons grains sont en phase terminale de maturation, et de moissonner dix jours après. Les grains verts des tardillons seront pour la plupart éliminés lors de l'opération de calibrage de la récolte. Cette pratique n'altère 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 calibreuse permettant d'éliminer les orgettes (grains < 2.2 mm) des récoltes ;
- d'un séchoir performant à utiliser dans les jours suivants la récolte pour sécher toutes les livraisons moissonnées à plus de 16 % (mesure de l'humidité 24 heures après mise en silo, après stabilisation : en début de moisson, l'humidité réelle des grains est très souvent sous-estimée de 1 à 2 %).

Le négociant doit être aux normes HACCP (obligatoire depuis 1997), et le personnel doit être sensibilisé et motivé à une politique de qualité.

Tous les négociants ne sont donc pas également compétents pour pouvoir espérer une bonne valorisation de l'orge de brasserie.

Le stockage de l'orge de brasserie est très délicat et bien plus contraignant que celui des autres céréales, y compris des semences, puisque la garantie d'énergie germinative est de 95 % en 3 jours en orge de brasserie, ce qui est beaucoup plus drastique que le pouvoir germinatif exigé des semences.

A la récolte, l'orge a une dormance plus ou moins forte selon l'année (climat pendant la maturation du grain), le type d'orge, la variété, ... Ainsi, les orges de printemps originaires de nos régions septentrionales ne sont généralement maltées qu'à partir de la fin de l'automne, et

les orges d'hiver à partir du printemps. Entre-temps, l'orge de brasserie doit être stockée; les livraisons ne se font jamais à la moisson, ce qui n'est pas le cas de l'escourgeon ou du froment.

Une directive européenne a introduit de nouvelles normes sanitaires qui concernent les teneurs maximales autorisées en mycotoxines : les aflatoxines B1, B2, G1, G2 et l'ochratoxine A. Ces mycotoxines sont produites par les *Penicillium* et *Aspergillus* se développant en cours de stockage 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 pouvoir et 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 : monfort.b@fsagx.ac.be

URL : www.orgedebrasserie.be

9. Les grandes cultures et le CO₂

B. Bodson¹, F. Vancutsem¹, D. Dufranne², C. Moureaux² et M. Aubinet²

1	Les flux de CO ₂ dans une culture	2
2	Les mesures de flux	3
3	Les résultats	4
4	Les enseignements et perspectives	6

¹ F.U.S.A.Gx – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

² F.U.S.A.Gx – Unité de Physique des bio-systèmes

Nos grandes cultures agricoles absorbent autant de CO₂ que nos forêts, mais la gestion raisonnée des flux de carbone dans les terres sous cultures sera primordiale.

1 Les flux de CO₂ dans une culture

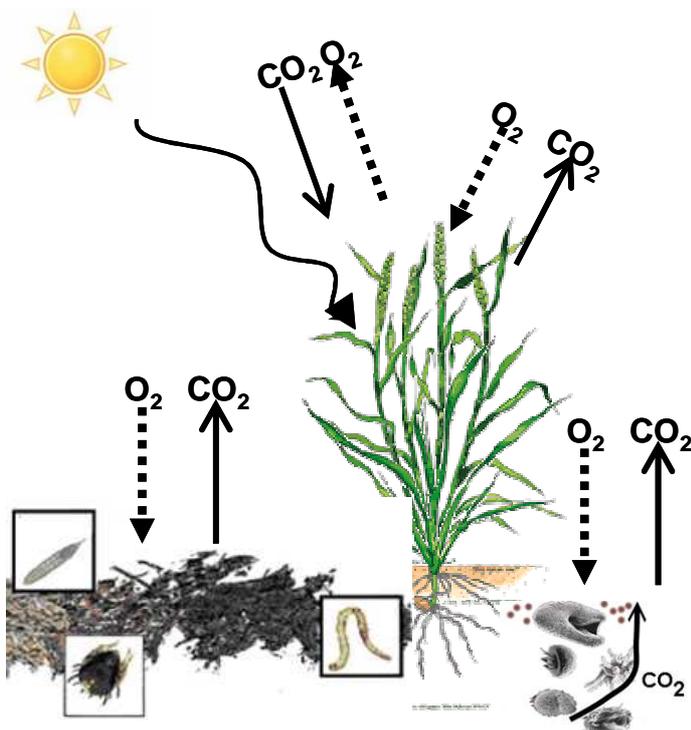


Figure 9.1 – Echange gazeux au sein d'une culture de froment.

Comme la plupart des écosystèmes terrestres, les grandes cultures échangent en permanence du CO₂ avec l'atmosphère.

Grâce au processus de photosynthèse présent dans tous les organes verts de la plante, durant la journée, les plantes prélèvent du CO₂ dans l'atmosphère, incorpore le carbone (C) dans leurs cellules et rejettent l'oxygène (O₂) dans l'atmosphère.

En même temps, de jour comme de nuit, la plante toute entière (feuilles, tiges, racines) comme tout être vivant respire et émet du CO₂, cette respiration est appelée autotrophe.

Seule une partie de la matière photosynthétisée durant le cycle de production de la culture est exportée au moment de la récolte. Certains organes de la culture (feuilles, racines) cessent de photosynthétiser avant la fin du cycle et meurent, leur dégradation est aussi une source de CO₂.

Le sol émet dans l'atmosphère du CO₂ qui provient de l'activité microbienne (respiration hétérotrophe). Les flux sont influencés par la présence de microorganismes, par les conditions microclimatiques du sol (température, humidité), par les quantités, qualités et rythmes d'apport de matières organiques dans le sol et bien sûr par les perturbations dues au travail du sol.

2 Les mesures de flux

Depuis 2004, des chercheurs de la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux mesurent en permanence les flux de dioxyde de carbone (CO₂) échangés par une parcelle agricole de la Ferme de l'abbaye d'Argenton à Lonzée (Gembloux).

Au cœur de ce champ de 12 hectares, un appareillage sophistiqué permettant d'obtenir des données micrométéorologiques, physiologiques, microbiologiques et phytotechniques a été installé. L'objectif de ces recherches est d'étudier précisément l'impact des surfaces consacrées à ces grandes cultures dans le bilan de CO₂ atmosphérique.

- Mesures à l'échelle de la parcelle :

La méthode utilisée pour mesurer les flux de dioxyde de carbone à l'échelle de la culture est basée sur des mesures à haute fréquence de la teneur de l'atmosphère en CO₂ et de la turbulence de l'air (méthode de « covariance de turbulence »). Au total, ce sont plus de 300.000 mesures instantanées qui sont traitées pour obtenir chaque demi-heure, une mesure du flux échangé. Il est dès lors possible d'observer avec précision les prélèvements de CO₂ dus à la photosynthèse, les rejets de CO₂ dus à la respiration et l'évolution de ces flux au cours de la journée et de la saison ainsi que leurs variations suite aux conditions climatiques (rayonnement, température, humidité, notamment).

- Mesures à l'échelle du sol :

Le sol a également fait l'objet d'un ensemble de mesures afin de caractériser sa teneur en carbone, en matière organique. Les flux de CO₂ émis par le sol sont mesurés sous sols nus et sous sols cultivés tout au long de l'année.

- Mesures de biomasse :

Ces mesures sont réalisées afin d'étudier l'évolution tout au long de la saison culturale de la biomasse végétale, de sa teneur en carbone, de la capacité photosynthétique des différents organes ainsi que la caractérisation du couvert végétal et des plantes individuelles. Des mesures précises de rendement et des quantités de résidus végétaux laissés sur le sol sont également effectuées.

Toutes les données recueillies à des échelles de temps et d'espace différentes ont permis de quantifier de manière très précise l'ensemble des flux de CO₂ tout au long des bientôt cinq années de suivi de la parcelle.

Historique de la parcelle :

- Avril 2004 : semis de betterave sucrière ;
- Octobre 2004 : juste après l'arrachage des betteraves, emblavement de froment d'hiver sans labour ;
- Automne 2005 : pas de culture intercalaire ;
- Hiver 2005 : réalisation d'un labour d'hiver ;

- Printemps 2006 : implantation d'une culture de plants de pomme de terre, défanée en août et récoltée en septembre ;
- Octobre 2006 : semis d'un froment d'hiver sans labour, la culture a profité de conditions automnales et hivernales exceptionnellement douces pour se développer plus que la normale mais les excès de température, la sécheresse d'avril 2007 et les mauvaises conditions en fin de saison ont provoqué une diminution des surfaces photosynthétisantes (dernière feuille petite et maladies) et donc ont réduit l'assimilation carbonée.

3 Les résultats

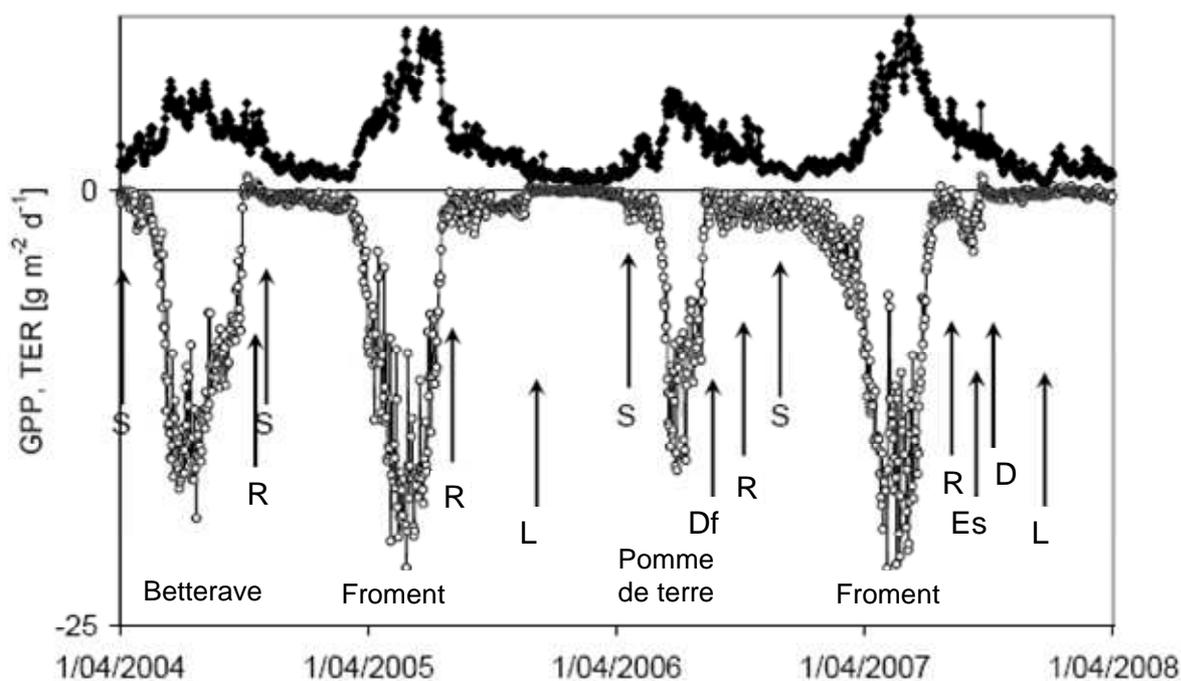


Figure 9.2 - Flux de CO₂ enregistrés sur une période de 4 ans – Lonzée 2004 – 2008.

La figure 9.2 illustre les flux enregistrés au cours des 4 premières années sur la parcelle. La courbe inférieure reliant de petits cercles indique l'importance du prélèvement dans l'atmosphère du CO₂ par l'assimilation (flux négatifs) ; la courbe supérieure, les points noirs, représente la variation et l'intensité des émissions de CO₂ dues aux respirations cumulées de la culture et du sol. Dans ce graphique, des flèches indiquent les moments où sont intervenus les semis (S), les récoltes (R), les labours (L), le défanage des pommes de terre (Df), le déchaumage (D) et l'application d'écumes de sucreries (Es).

Les résultats montrent que sur les quatre premières années, les cultures étudiées ont absorbé une quantité nette de Carbone de l'ordre de 16 tonnes par hectare (400gC/m²/an). Ces chiffres

sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés en forêts. Cette comparaison est facilitée grâce aux données récoltées par l'Unité de Physique des Biosystèmes de la Faculté de Gembloux. Elle gère depuis plus de dix ans un système de mesure comparable placé au dessus d'une forêt à Vielsalm. A titre indicatif, les flux annuels sont de 4 tonnes par hectare dans les hêtres et 6 tonnes par hectare dans les Douglas.

Ces résultats varient énormément d'une culture à l'autre : 8,0 tonnes pour la betterave en 2004, 6,3 tonnes pour le froment en 2005, 3,1 tonnes en 2006 pour les plants de pomme de terre et 7,3 tonnes pour le froment en 2007. Ces prélèvements de carbone dans l'atmosphère sont toutefois contrebalancés en partie par l'émission de 8,8 tonnes de C durant l'ensemble des périodes d'intercultures.

Les conditions climatiques et de croissance des cultures influencent fortement les quantités nettes de C absorbées par les cultures, la comparaison des courbes pour les deux cultures de froment constitue à cet égard un bel exemple, en particulier durant les phases de croissance automnales.

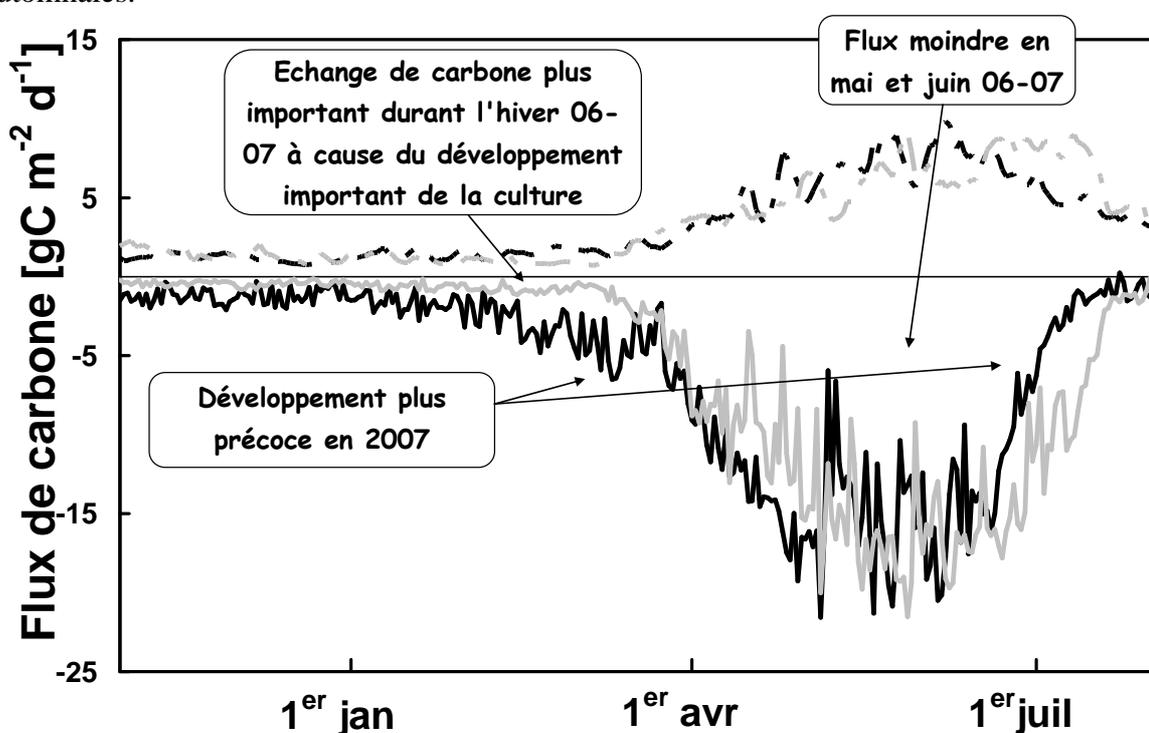


Figure 9.3 – Comparaison des flux de C de deux saisons de culture de froment d'hiver : en gris : saison 2004-2005, en noir : saison 2006-2007.

Durant les quatre années de l'expérimentation, les pailles des deux cultures de froment ont été récoltées, il n'y a pas eu d'apports de matières organiques (fumier), ni de cultures d'engrais verts entre les cultures de froments et les cultures de betterave ou de pomme de terre. Dès lors, si on déduit des quantités nettes de C absorbées par les cultures au cours des 4 années, les quantités de C contenues dans les racines de betteraves, les grains et les pailles, ainsi que les tubercules de pomme de terre qui ont été exportées de la parcelle, on aboutit au terme des quatre années à une perte de C au niveau de la parcelle de l'ordre de 1,7 tonnes par hectare.

Les observations montrent aussi que la dégradation des résidus de culture après la récolte induit des émissions conséquentes, on peut aussi remarquer que, contrairement à certaines affirmations, le labour ne provoque pas des émissions importantes de CO₂.

La valeur scientifique des études menées dans le cadre de cette étude originale a été internationalement reconnue et le site de Lonzée est maintenant un des sites de référence dans le cadre du réseau européen de mesure « Carboeurope ». A ce jour, plus de trente équipes du monde entier utilisent ces données pour réaliser des comparaisons entre sites ou pour calibrer des modèles de prédiction de la teneur de l'atmosphère en CO₂ à une échelle européenne ou mondiale. Ces résultats sont en accord avec ceux de recherches menées parallèlement sur d'autres sites européens de grande culture.

4 Les enseignements et perspectives

Les résultats de cette expérimentation montrent que :

- il est possible de mesurer de manière très précise les flux de CO₂ et de réaliser des bilans de C complets à l'échelle de la parcelle ;
- dans cette rotation quadriennale, l'exportation complète des pailles (comme source de biomasse ou de biomatériaux) sans restitutions de matières organiques entraînerait une dégradation rapide de la teneur en carbone des sols et donc une perte de leur fertilité ;
- que la gestion des résidus de cultures (enfouissement ou pas), le type de travail du sol et l'interculture jouent un rôle important au niveau des émissions de CO₂.

Il est donc extrêmement important et urgent de s'atteler à évaluer l'impact des pratiques agricoles sur ces flux.

Quelle est l'influence du mode de travail du sol ? Quel est le niveau minimum de restitution des résidus de culture (paille) ? Quelle est l'incidence de l'intensification des cultures sur ces flux nets ? Concrètement, comment améliorer l'absorption de CO₂ par les surfaces agricoles grâce à un mode de gestion adéquat du sol et des cultures ?

L'étude des flux d'autres gaz à effet de serre (méthane, protoxyde d'azote) mérite également un développement.

Le bilan carboné des grandes cultures était un projet interdisciplinaire, financé par la Communauté française dans le cadre d'une initiative « Action de Recherche Concertée » et impliquait trois unités de la Faculté de Gembloux (l'Unité de Physique des Biosystèmes, l'Unité de Phytotechnie tempérée et le laboratoire d'Ecologie Microbienne).

10. Economie, législation

1	Le nouveau règlement européen sur les pesticides : une catastrophe ?	2
1.1	Quelles conséquences pratiques ?.....	3
1.2	Que va changer le nouveau règlement ?	4
1.2.1	Les nouveaux critères pour l'autorisation des substances actives (s.a.) au niveau européen	4
1.2.2	Nouvelles catégories de substances	5
1.3	La reconnaissance mutuelle des autorisations	6
1.4	La directive sur l'utilisation durable des pesticides.....	6
2	Evolution du marché mondial des céréales de 2006/07 à 2008/09	8
2.1	Introduction.....	8
2.2	Production mondiale de céréales de 2006/07 à 2008/09.....	8
2.2.1	Le total des céréales	8
2.2.2	Le froment.....	9
2.2.3	Le maïs.....	9
2.2.4	L'orge.....	10
2.2.5	Le riz	11
2.3	L'exportation des principales céréales.....	11
2.3.1	Le froment.....	11
2.3.2	Le maïs.....	12
2.3.3	L'orge.....	12
2.4	Le prix.....	13
2.4.1	Le froment.....	13
2.4.2	Le maïs.....	13
2.4.3	Commentaires	14
2.5	Conclusions.....	15
2.6	Références.....	15
3	Le coût des tracteurs et machines agricoles sur Internet !.....	16
3.1	Introduction.....	16
3.2	Coût d'utilisation	16
3.3	Avantages du coût d'utilisation sur Internet	17
3.4	Exemple de calcul pour une moissonneuse-batteuse.....	18
3.5	Le site d'hébergement.....	19
3.6	Conclusion	22

1 Le nouveau règlement européen sur les pesticides : une catastrophe ?

F. Cors, B. Weickmans et M. De Proft¹

Depuis quelques mois, la presse, spécialisée mais aussi celle destinée au grand public, rivalise de titres accrocheurs pour des articles qui se font l'écho des préoccupations aussi bien des environnementalistes que des producteurs agricoles quant aux conséquences de la révision de la législation européenne sur l'utilisation des pesticides.

Un nouveau règlement, en préparation depuis plusieurs années, est en effet en voie d'être adopté pour remplacer la directive actuelle (91/414/CEE) qui régit le commerce et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques. C'est en 2002, que le Parlement européen a demandé à la Commission de revoir la directive sur les pesticides, à la lumière de l'expérience acquise avec la révision des anciennes substances actives (s.a.) et en tenant compte des progrès techniques réalisés depuis 1991.

Acte 1

La Commission soumet au Parlement un premier document en juillet 2006.

Acte 2

Après une première lecture, le Parlement dépose en 2007 plus de 250 amendements à ce texte, tous allant vers plus de restrictions à la mise sur le marché des produits de protection des plantes (PPP). Les exigences du Parlement sont telles qu'elles risquent de compromettre la rentabilité de certaines cultures par la disparition de très nombreuses substances actives. Il s'agit principalement d'interdire les s.a. sur base du **danger** intrinsèque qu'elles représentent plutôt que sur le **risque** (qui tient aussi compte de l'exposition) lié à leur utilisation comme c'est le cas jusqu'à présent.

Acte 3

Le Pesticides Safety Directorate (PSD), organisme officiel chargé de la gestion des autorisations au Royaume-Uni s'en inquiète le premier, effectue des simulations d'application de ces propositions pour les s.a. autorisées sur son territoire et tire la sonnette d'alarme : si les critères repris dans le texte amendé par le Parlement sont appliqués, le nombre de PPP condamnés serait tel qu'il entraînerait des pertes économiques importantes dans les

¹ CRA-W. – Département Phytopharmacie

principales grandes cultures et l'impossibilité de continuer à cultiver rentablement certaines petites cultures.

Acte 4

Alors que les environnementalistes se félicitent de l'augmentation des précautions prises et de la disparition annoncée des pesticides jugés les plus dangereux, les sociétés de production des PPP alarment à leur tour les producteurs agricoles des conséquences désastreuses que pourraient avoir la prise en compte des 250 amendements proposés par le Parlement. La presse relaie ces informations de plus en plus alarmistes : plus le temps passe, plus la liste des PPP voués à disparaître semble s'allonger : on parle de perte de 80, voire de 90 % des produits actuellement disponibles !

Acte 5

En septembre 2008, la Commission et le Conseil déposent un compromis au Parlement. Ce compromis, constitue une version nettement différente du texte amendé par le Parlement.

Acte 6

Cette nouvelle version est examinée par le Parlement qui, après quelques dernières retouches, vote le texte le 13 janvier 2009. Ce texte doit maintenant être approuvé par le Conseil avant sa publication au Journal Officiel Européen et sa mise en application dans les différents Etats-Membres.

1.1 Quelles conséquences pratiques ?

Les questions principales qui se posent pour les agriculteurs et en particulier pour les producteurs de céréales sont d'ordre pratique : « quelles sont les molécules qui vont disparaître et comment les remplacer de manière à protéger efficacement les cultures et continuer à produire de manière rentable ? ». Il est encore prématuré de répondre à cette question, même si certaines hypothèses peuvent déjà être formulées. En effet, le nouveau règlement, outre le fait qu'il n'est pas encore d'application, comporte encore des zones d'ombre, tous les critères n'étant pas encore clairement définis.

Fin 2008, la Swedish Chemicals Agency (KEMI)² et le PSD³, font simultanément une simulation sur base des critères proposés dans le compromis et listent chacun 22 substances actives pouvant être interdites si les nouveaux critères d'autorisation étaient appliqués. Les deux simulations divergent légèrement et 17 substances seulement sont communes aux 2

² Interpretation in Sweden of the impact of the « cut-off » criteria adopted in the common position of the Council concerning the Regulation of placing plant protection products on the market (document 11119/08) September 2008 KEMI Swedish Chemicals Agency Box 2 SE-172 13 Sundyberg Sweden

³ Revised assessment of the impact on crop protection in the UK of the « cut-off criteria » and substitution provisions in the proposed Regulation of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market December 2008 Pesticide Safety Directorate Mallard House Peasholme Green York YO1 7PX United Kingdom

listes. Sur les 27 substances pointées par au moins une des deux simulations, 22 ont au moins une agréation en Belgique : elles comptent 4 insecticides (bifenthrine, esfenvalérate, flufénoxuron et thiacloprid), 11 fongicides (bitertanol, carbendazime, fluzilazole, quinoxyfen, cyproconazole, époxyconazole, iprodione, mancozèbe, manèbe, metconazole et tébuconazole) et 7 herbicides (amitrole, flumioxazine, glufosinate, ioxinyl, linuron, pendiméthaline, et tépraloxydim). Les insecticides, qui paraissaient les plus menacés, sont finalement peu touchés, l'exclusion des s.a. **dangereuses** pour les abeilles envisagée dans la version précédente, étant remplacée par une **analyse du risque** avec des critères cependant plus sévères. Ce sont les fongicides qui sont le plus concernés, avec des s.a. d'une grande importance en céréales, mais aussi en pommes de terre.

Il ne s'agit que d'une simulation, tous les critères à appliquer n'étant pas encore définis. L'évaluation se fera lors du renouvellement de chacune des s.a., (de 2009 à 2020 pour celles qui sont citées). Il est possible que de nouvelles données permettent d'en sauver certaines et que d'autres disparaissent.

1.2 Que va changer le nouveau règlement ?

Les principaux changements évoqués ci-après constituent une synthèse orientée vers les conséquences **agronomiques**. Il s'agit d'un aperçu qui n'a pas la prétention d'être, ni exhaustif (par exemple, les points concernant spécialement l'industrie ne sont pas abordés), ni précis (par exemple, les normes correspondant aux critères toxicologiques ne sont pas reprises).

1.2.1 Les nouveaux critères pour l'autorisation des substances actives (s.a.) au niveau européen

- Les phytoprotecteurs (substances présentes dans les herbicides et destinées à éviter que la s.a. soit toxique pour la culture traitée) et les synergistes (substance sans effet direct sur les organismes nuisibles mais qui augmentent l'efficacité du produit) seront considérées comme des s.a. et devront donc répondre aux mêmes critères que celles-ci.
- Les nouveaux critères seront appliqués immédiatement aux nouvelles s.a. Par contre, pour les s.a. déjà sur le marché et inscrites à l'Annexe I (liste des s.a. autorisées) de la directive actuelle, les nouveaux critères ne s'appliqueront que lors du renouvellement. Ce qui signifie qu'une substance inscrite en 2008 ne sera concernée par les nouveaux critères qu'en 2018 au plus tôt. En effet, les s.a. qui ne répondraient pas aux nouveaux critères pourraient encore rester sur le marché pendant une période supplémentaire de 5 années, si elles sont jugées indispensables.
- Les autorisations seront délivrées pour 10 ans, comme actuellement.

Le changement majeur introduit dans le nouveau règlement concerne les critères d'interdiction des s.a., critères basés sur les caractéristiques de **danger** et non plus sur l'évaluation des **risques**.

le **risque** représente le **danger** atténué par l'**exposition** ;
il n'y a pas de risque s'il n'y a pas d'exposition.

Le Parlement a ainsi clairement indiqué que la protection de la santé (humaine et animale) et de l'environnement prime sur l'intérêt pour l'agriculture. Il a opté pour le principe de précaution, considérant que le risque zéro n'existait pas.

Les s.a. cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) ne seront plus autorisées, de mêmes que celles comportant des effets perturbateurs sur les systèmes endocriniens. Pour cette dernière catégorie, des mesures temporaires sont prises en attendant la fixation de tests normalisés.

Les substances considérées comme persistantes, bioaccumulables ou toxiques (PBT), seront également refusées. Tous ces critères sont assortis de seuils toxicologiques détaillés qu'il n'est pas utile de préciser ici.

1.2.2 Nouvelles catégories de substances

Le nouveau règlement définit de nouvelles catégories dans lesquelles peuvent être classées les s.a. « substances de base », « substances à faible risque » et « substances préoccupantes ».

Substance de base : une substance qui n'est pas commercialisée en tant que PPP, dont l'utilisation principale n'est pas la protection des plantes et qui n'est ni toxique, ni préoccupante. Exemple : un produit alimentaire. La demande d'autorisation d'une telle substance sera introduite directement à la Commission par un Etat-Membre ou toute personne intéressée. Elle sera autorisée pour une durée illimitée et figurera dans une liste séparée.

Substance à faible risque : une substance qui n'est pas classée CMR, ni PBT, ni explosive, ni corrosive. Pareilles substances seront autorisées pour 15 ans et figureront dans une liste séparée.

Substance dont on envisage la substitution : une substance dont la dose acceptable dans l'alimentation, ou le niveau acceptable d'exposition de l'opérateur sont sensiblement inférieurs à ceux des autres s.a. du même groupe ou qui répond à 2 des critères PBT, ou encore qui est préoccupante pour des raisons de toxicité. L'autorisation de ces substances peut être renouvelée une ou plusieurs fois, mais pour une période ne dépassant pas 10 ans. Elles figureront dans une liste séparée.

Lors d'une demande d'agrément d'un produit contenant une substance dont on envisage la substitution, les Etats-Membres doivent effectuer une **évaluation comparative**. L'autorisation ne sera accordée que s'il existe un moyen, PPP ou méthode non chimique, plus sûr pour la santé (humaine ou animale) ou pour l'environnement, avec une efficacité acceptable, sans inconvénient pratique ou économique majeur et sans augmentation du risque de développement de résistance. Ces produits seront agréés pour 5 ans au maximum.

Coformulants

Des règles seront définies pour les coformulants et une liste reprendra ceux qui seront interdits.

Adjuvants : produit utilisé en mélange avec un PPP lors de son application pour en améliorer l'efficacité. Des critères seront établis pour l'autorisation de ces produits qui ne pourront pas contenir de substances présente dans la liste des coformulants interdits.

1.3 La reconnaissance mutuelle des autorisations

L'Europe sera divisée en 3 zones : zone Nord comprenant le Danemark, L'Estonie, la Finlande, La Lettonie, la Lituanie et la Suède, zone Centrale comprenant l'Autriche, la Belgique, la République Tchèque, l'Allemagne, la Hongrie, l'Irlande, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Pologne, la République Slovaque, la Slovénie et le Royaume-Uni et zone Sud comprenant Chypre, la France, la Grèce, l'Italie, Malte, le Portugal et l'Espagne. La reconnaissance mutuelle des autorisations sera obligatoire, mais les autorisations nationales restent nécessaires. Les Etats-Membres peuvent refuser ou modifier les autorisations dont les risques pour la santé (humaine ou animale) ou pour l'environnement seraient inacceptables dans le cadre des conditions nationales d'utilisation, ou qui contreviendraient au Plan d'Action National qui sera établi conformément à la Directive sur l'utilisation durable des pesticides.

Les autorisations qui concernent des traitements effectués dans des cultures sous protection (serres, tunnels plastiques), dans des bâtiments de stockage, sur des produits récoltés sont valables dans toutes les zones. Il en est de même des semences, dont les emballages devront dorénavant mentionner, outre le nom du produit ayant servi au traitement, le nom des s.a., les phrases de sécurité et les mesures d'atténuation des risques imposées lors de l'autorisation.

1.4 La directive sur l'utilisation durable des pesticides

En même temps que le nouveau règlement, le Parlement EU a approuvé une directive établissant un plan d'action communautaire pour l'utilisation durable des pesticides. Elle incite les Etats-Membres à promouvoir la lutte intégrée et impose des plans nationaux de réductions des risques et de l'impact des pesticides sur la santé humaine, animale et sur l'environnement. Ce plan devra comprendre des indicateurs permettant d'évaluer périodiquement les résultats obtenus. Cette directive prévoit également la formation des utilisateurs, des distributeurs et des conseillers, et le contrôle des appareils utilisés pour les traitements. Les traitements aériens sont interdits, sauf dérogation spéciale. La directive demande également que des mesures soient mises en place pour éviter de mettre la santé (humaine ou animale) ou l'environnement en danger lors des opérations de stockage, de préparation des bouillies de pulvérisation, de traitement des restes de pulvérisation et de nettoyage des appareils, et de traitements des emballages vides. Elle met aussi l'accent sur la nécessité de protéger spécifiquement les zones accessibles au public, l'environnement aquatique et l'eau potable. La Belgique a heureusement déjà anticipé ces nouvelles obligations en sensibilisant les différents acteurs actifs dans la protection des végétaux et en mettant en place les outils nécessaires à l'application des nouvelles obligations européennes.

Conclusions

Finalement, la catastrophe annoncée n'aura pas lieu, grâce à la mobilisation des producteurs et de différents intervenants qui a permis d'éclairer à temps le monde politique quant aux conséquences de ses propositions.

Les nouvelles exigences à l'autorisation de mise sur le marché des pesticides vont demander plus de travail, de temps et d'argent à l'industrie pour sélectionner de nouvelles molécules prenant en compte les nouveaux critères et pour parvenir à commercialiser de nouveaux produits. Elles auront heureusement des effets positifs également puisque ces nouveaux produits seront moins dangereux, ce dont tout le monde ne peut que se réjouir.

L'application de ce nouveau règlement va certainement réduire le nombre des produits utilisables pour la protection des plantes, ce qui, ajouté à l'obligation de l'application des principes de lutte intégrée dans toutes les cultures ne manquera pas de mettre en évidence les besoins en connaissances approfondies de la biologie des ennemis des plantes et des mauvaises herbes. Il sera nécessaire pour les chercheurs en protection des végétaux de trouver des solutions nouvelles, combinant tous les moyens actuellement disponibles et en imaginer de nouveaux.

Bien que les décisions prises posent des difficultés à court terme, il est vraisemblable que les effets à moyen et long terme seront bénéfiques pour tous et stimuleront la recherche, aussi bien privée que publique.

2 Evolution du marché mondial des céréales de 2006/07 à 2008/09

Ph. Burny^{4 5}

2.1 Introduction

Le marché mondial des céréales est en évolution permanente et est sujet à des variations de grande amplitude, tant au niveau des prix que des quantités produites ou échangées. Ces fluctuations sont dues aux nombreux aléas climatiques et économiques qui caractérisent, depuis toujours, les marchés agricoles non soumis à la régulation par les autorités publiques.

Cette instabilité fondamentale des marchés a justifié – et justifie encore – la définition et la mise en œuvre de politiques agricoles, dont les objectifs, mais non les voies et moyens, restent identiques à travers le temps et l'espace.

Les lignes ci-dessous décrivent l'évolution récente de la production et des échanges mondiaux des principales céréales et abordent la question des prix.

2.2 Production mondiale de céréales de 2006/07 à 2008/09

2.2.1 Le total des céréales

L'évolution de la production mondiale de céréales entre la campagne 2006/07 et la campagne 2008/09 (prévisions) est indiquée au tableau 10.1.

Tableau 10.1 – Production de céréales dans le monde, de 2006/07 à 2008/09 (millions de tonnes).

	2006/07	2007/2008	2008/09
USA	335,7	413,6	398,4
Canada	48,4	47,9	55,8
Argentine	43,4	42,9	35,9
Australie	17,5	23,5	30,5
Chine	394,8	399,0	411,5
Inde	196,5	213,1	213,8
Russie	76,7	80,7	97,6
UE-27	260,7	256,9	312,2
Total monde	2.005,5	2.120,4	2.216,0

Source : Toepfer international

⁴ CRA-W – Service Economie

⁵ F.U.S.A.Gx – Unité d'Economie et Développement rural

On constate dans le tableau 10.1 que la production mondiale de céréales a sensiblement augmenté entre 2006/07 et 2008/09. En effet, cette production était estimée à un peu plus de 2 milliards de tonnes en 2006/07, mais progresse ensuite d'environ 100 millions de tonnes durant les deux campagnes suivantes, pour atteindre 2,216 milliards de tonnes en 2008/09, soit une hausse remarquable de 10% en deux ans.

Par rapport à 2006/07, la production a progressé nettement dans plusieurs pays grands producteurs et/ou exportateurs : 18,7% aux Etats-Unis, 19,8% dans l'Union européenne à 27, 74,3% en Australie qui retrouve une situation normale après plusieurs sécheresses, 27,2% en Russie, 15,3% au Canada, 8,8% en Inde, 4,2% en Chine. Parmi les grands acteurs, seule l'Argentine a vu sa production diminuer en 2008/09 par rapport aux deux campagnes précédentes.

2.2.2 Le froment

L'évolution de la production mondiale de froment est illustrée au tableau 10.2.

Cette production a fortement augmenté : + 15% entre 2006/07 et 2008/09, passant d'un peu moins de 600 millions de tonnes en 2006/07 à 684 millions en 2008/09 (contre 610 en 2007/08).

Par rapport à 2006/07, la hausse de la production a été particulièrement importante, proportionnellement, en Australie (85,2%), aux Etats-Unis (37,9%), en Russie (33,8%) et dans l'Union européenne (21,1%).

Tableau 10.2 – Production de froment dans le monde, de 2006/07 à 2008/09 (millions de tonnes).

	2006/07	2007/2008	2008/09
USA	49,3	56,2	68,0
Canada	25,3	20,1	28,6
Argentine	15,2	16,3	10,5
Australie	10,8	13,0	20,0
Chine	108,5	109,3	113,0
Inde	69,4	75,8	78,4
Russie	45,0	49,0	60,2
UE-27	124,3	119,2	150,5
Total monde	596,2	610,6	684,0

Source : Toepfer international

On note également un progrès, mais plus modéré, au Canada (13,0%), en Inde (13,0%) et en Chine (4,1%).

Parmi les grands producteurs de froment, seule l'Argentine a enregistré une baisse, et elle est sensible (30,9%).

2.2.3 Le maïs

Le tableau 10.3 indique l'évolution de la production de maïs dans le monde.

10. Economie, législation

Tableau 10.3 – Production de maïs dans le monde, de 2006/07 à 2008/09 (millions de tonnes).

	2006/07	2007/2008	2008/09
USA	267,6	332,1	305,3
Argentine	22,5	20,9	18,0
Brésil	51,0	58,6	53,5
Chine	151,6	152,3	160,0
UE-27	51,2	47,4	61,5
Total monde	712,5	792,3	785,9

Source : Toepfer international

Par rapport à 2006/07, les prévisions pour 2008/09 sont supérieures de plus de 10%, en léger recul par rapport à 2007/08 cependant. On approche néanmoins de 800 millions de tonnes.

Les Etats-Unis restent, de très loin, les principaux producteurs mondiaux de maïs. La production de maïs prévue en 2008/09 est en recul sensible par rapport à l'année précédente, mais est néanmoins supérieure de 14,1% à celle de 2006/07. L'essor de la production de biocarburant n'est pas étranger à cette évolution.

La production de maïs a sensiblement progressé dans l'Union européenne (20,1%) et plus légèrement en Chine (5,5%) et au Brésil (4,9%).

Comme pour le froment, l'Argentine a enregistré une baisse de sa production de maïs.

2.2.4 L'orge

La production d'orge dans le monde (tableau 10.4), a sensiblement augmenté, elle aussi, entre 2006/07 et 2008/09, passant de 137 millions de tonnes à près de 154 millions de tonnes, soit + 11,9%.

Tableau 10.4 – Production d'orge dans le monde, de 2006/07 à 2008/09 (millions de tonnes).

	2006/07	2007/2008	2008/09
USA	3,9	4,6	5,2
Canada	9,6	11,0	11,8
Australie	4,3	5,9	6,4
Russie	17,9	16,0	21,4
Ukraine	11,3	6,2	12,2
UE-27	56,3	57,6	65,5
Total monde	137,4	133,2	153,7

Source : Toepfer international

La production a augmenté chez tous les grands producteurs : 48,8% en Australie, 33,3% aux Etats-Unis, 22,9% au Canada, 16,3% dans l'Union européenne, 19,6% en Russie, 8,0% en Ukraine.

2.2.5 Le riz

Le riz n'est que peu cultivé en Europe, mais il constitue le fondement de l'alimentation dans de nombreux pays en développement.

La production mondiale de riz (tableau 10.5) a augmenté de 3,5% entre 2006/07 et 2008/09.

Tableau 10.5 – Production de riz dans le monde, de 2006/07 à 2008/09 (millions de tonnes).

	2006/07	2007/2008	2008/09
USA	6,2	6,3	6,5
Chine	127,2	130,2	130,9
Inde	93,4	96,4	97,5
Indonésie	35,3	35,8	36,3
Total monde	420,6	431,1	434,6

Source : Toepfer international

Elle a progressé chez les quatre grands acteurs au niveau mondial : 4,4% en Inde, 2,9% en Chine, 2,8% en Indonésie, 4,8% aux Etats-Unis.

2.3 L'exportation des principales céréales

2.3.1 Le froment

L'exportation du froment sur le marché mondial est estimée à 124 millions de tonnes pour 2008/09, en hausse sensible par rapport à l'année précédente (115 millions de tonnes en 2007/08).

Les Etats-Unis, malgré une baisse de 20%, restent les premiers exportateurs mondiaux. Viennent ensuite l'Union européenne (+ 55,7%), le Canada (+ 14,9%), la Russie (+ 14,8%) et l'Australie (+ 80,0%) qui retrouve une position plus habituelle après plusieurs sécheresses successives.

L'Ukraine a multiplié ses exportations par 7, alors que l'Argentine, dont la production a baissé, voit logiquement ses exportations régresser également (tableau 10.6).

Tableau 10.6 – Principaux exportateurs de froment dans le monde en 2007/08 et 2008/09 (millions de tonnes).

	2007/08	2008/09
USA	34,4	27,2
Canada	16,1	18,5
Argentine	10,5	5,8
Australie	7,5	13,5
Russie	12,2	14,0
Ukraine	1,2	9,0
Kazakhstan	8,2	5,2
UE-27	12,2	19,0
Total monde	115,3	124,0

Source : Toepfer international

2.3.2 Le maïs

Contrairement au froment, les exportations de maïs devraient baisser en 2008/09, atteignant 82 millions de tonnes en 2008/09 contre 95 l'année précédente (tableau 10.7).

Tableau 10.7 – Principaux exportateurs de maïs dans le monde en 2007/08 et 2008/09 (millions de tonnes).

	2007/08	2008/09
USA	61,9	48,3
Argentine	15,0	10,5
Brésil	7,0	9,0
Chine	0,5	0,5
Ukraine	2,2	3,5
Total monde	95,4	82,3

Source : Toepfer international

Malgré une réduction de 20%, les Etats-Unis sont de très loin le premier exportateur mondial. L'Argentine arrive en deuxième position, malgré une chute de près d'un tiers, liée à une baisse de production.

Le Brésil est le troisième exportateur mondial, devant l'Ukraine. Tous deux voient leurs exportations augmenter.

2.3.3 L'orge

Les exportations mondiales d'orge augmentent de 30% en 2008/09 par rapport à 2007/08, dépassant les 20 millions de tonnes.

L'Ukraine devient le premier exportateur mondial d'orge, multipliant ses exportations par cinq, avec 5,5 millions de tonnes. L'Union européenne vient en deuxième position avec 5 millions de tonnes, en hausse d'un quart.

La Russie enregistre aussi une hausse importante de ses exportations, alors que l'Australie, le Canada et les Etats-Unis notent une diminution (tableau 10.8).

Tableau 10.8 – Principaux exportateurs d'orge dans le monde en 2007/08 et 2008/09 (millions de tonnes).

	2007/08	2008/09
USA	0,9	0,5
Canada	3,0	2,1
Australie	3,5	3,0
Russie	1,0	2,5
Ukraine	1,0	5,5
UE-27	3,9	5,0
Total monde	15,7	20,3

Source : Toepfer international

2.4 Le prix

2.4.1 Le froment

La figure 10.1 illustre l'évolution du prix du froment aux Etats-Unis, en moyennes mensuelles, de janvier 2007 à novembre 2008.

Avoisinant les 210 dollars la tonne de janvier à mai 2007, le prix du froment s'est envolé par la suite et a atteint 384 dollars la tonne en décembre 2007, avant d'augmenter encore durant le premier trimestre 2008 (soit plus que le double par rapport à la situation un an auparavant).

Cependant, dans la suite de l'année 2008, la chute est quasi continue et très importante : en novembre 2008, le prix du froment est retombé à 243 dollars la tonne.

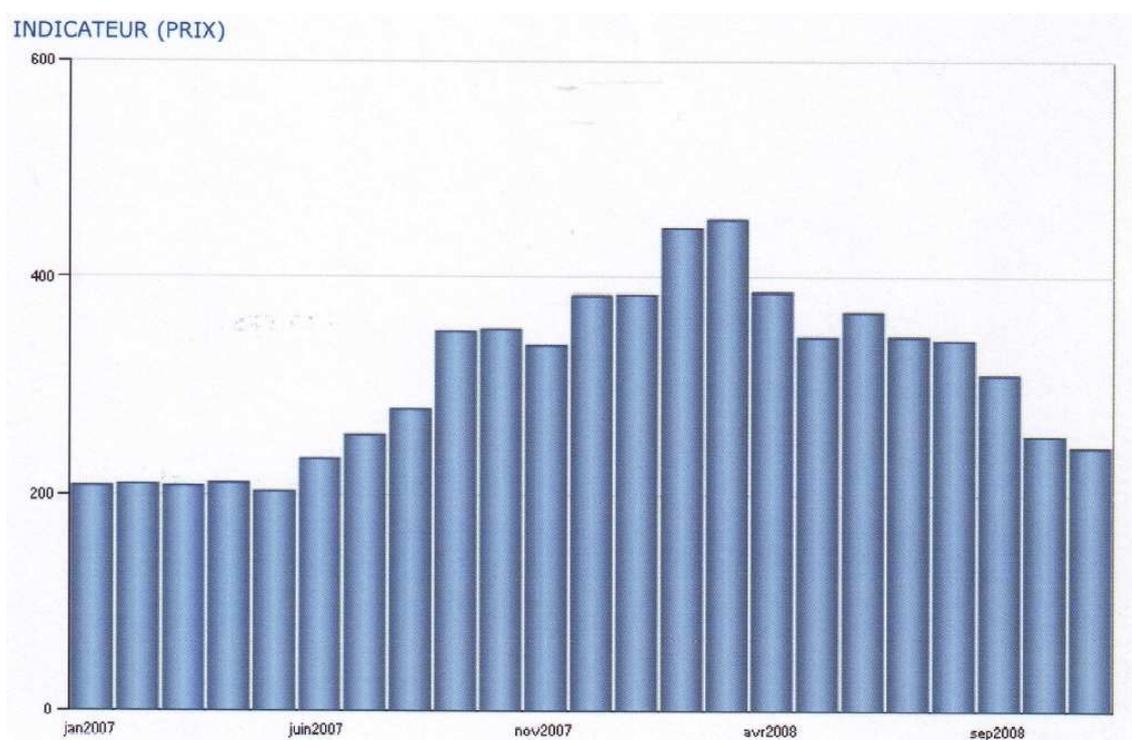


Figure 10.1 – Evolution du prix du froment départ Etats-Unis (dollars par tonne), de janvier 2007 à novembre 2008 (source : CNUCED).

2.4.2 Le maïs

Le prix du maïs aux Etats-Unis (golfe du Mexique) a évolué comme indiqué dans la figure 10.2.

De 169 dollars la tonne en janvier 2007, le prix a évolué diversement, pour arriver à un minimum de 150 dollars la tonne en juillet 2007. On enregistre alors une hausse continue, pour atteindre 203 dollars la tonne en décembre 2007 et 250 dollars la tonne en avril 2008. Après un tassement en mai, on observe une hausse importante en juin, avec un maximum sur la période en revue approchant de très près les 300 dollars la tonne.

Par la suite, on note un mouvement inverse, avec une baisse continue et forte, pour ne plus arriver qu'à 161 dollars la tonne en novembre 2008.

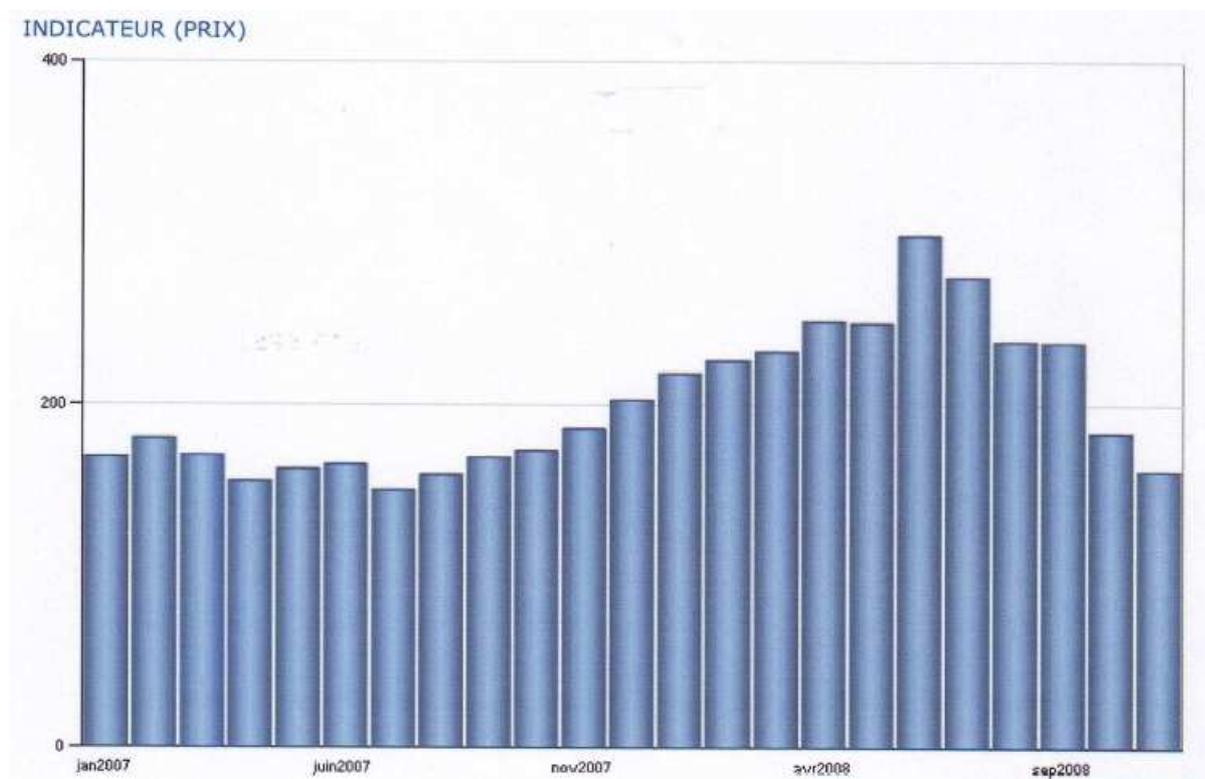


Figure 10.2 – Evolution du prix du maïs départ Etats-Unis (dollars par tonne), de janvier 2007 à novembre 2008 (source : CNUCED).

2.4.3 Commentaires

Les prix des céréales se sont montrés très volatils au cours des années 2007 et 2008, passant du simple au double.

Après de nombreuses années au cours desquelles les termes de l'échange n'ont cessé de se dégrader sur les marchés agricoles, on a assisté à une hausse très importante des prix, allant jusqu'à provoquer des émeutes de la faim dans les pays les plus pauvres.

Ce phénomène de hausse a été observé pour toutes les matières premières, et notamment le pétrole.

La spéculation n'a pas été étrangère à cette évolution, mais il est vrai que les indicateurs étaient positifs (hausse de la demande attendue d'une manière générale), avant qu'une grave crise financière n'intervienne fin 2008.

2.5 Conclusions

Le marché mondial des céréales a fortement évolué au cours des années 2006/07 à 2008/09. Alors que les prix étaient bas, confirmant une tendance lourde enregistrée durant les années précédentes, on a assisté à une envolée exceptionnelle des cours, avant de revenir aux niveaux antérieurs.

Cette situation très changeante peut s'expliquer par les facteurs suivants :

- une libéralisation accrue des marchés
La tendance au retrait de l'Etat dans la gestion de l'économie s'est accentuée, avec notamment la réforme de la PAC décidée en 2003 et mettant en application un important découplage des aides. La dérégulation entraîne, ipso facto, une plus grande instabilité des prix, d'autant plus que les marchés agricoles sont très sensibles aux variations de l'offre.
- les conditions climatiques
La hausse des prix agricoles peut s'expliquer, du moins en partie, par les mauvaises conditions climatiques qui avaient marqué plusieurs grands exportateurs de céréales (les sécheresses successives en Australie, notamment).
A l'opposé, la campagne 2008/09 a été exceptionnellement bonne sur le plan climatique un peu partout dans le monde, la production de céréales augmentant de plus de 10% par rapport à 2006/07.
- la conjoncture économique
Alors que les signaux de l'économie mondiale étaient positifs, anticipant une hausse continue de la demande, on a assisté, de manière inattendue et brutale, à l'apparition d'une crise financière profonde, entraînant des conséquences économiques néfastes, avec un ralentissement de la demande.
- La faiblesse relative des échanges agricoles par rapport à la production
Les échanges de froment ne représentent que 18% de la production mondiale. Cette proportion est de 10% pour le maïs et 13% pour l'orge, en 2008/09.
Chaque pays visant d'abord à satisfaire sa demande intérieure, l'ajustement aux variations de production se fait par la variation des quantités échangées. Il y a donc une amplification relative des variations.

Au vu des facteurs susmentionnés, peu maîtrisables, on peut donc s'attendre à une importante volatilité des prix des céréales à l'avenir.

2.6 Références

CNUCED : Bulletin des prix des produits de base

Toepfer international : Market Review

3 Le coût des tracteurs et machines agricoles sur Internet !

F. Rabier, O. Miserque, G. Dubois, S. Pikel⁶

3.1 Introduction

Les charges liées à la mécanisation sont une composante importante du prix de revient des productions agricoles. Selon la Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, **les charges de matériels** représentent, en moyenne en Région wallonne pour l'année 2006, **352 € par ha de surface agricole utile**. Les frais de mécanisation occupent plus d'un tiers des charges de structure des exploitations agricoles. Ces charges sont plus ou moins importantes selon la spéculation concernée. Ainsi en 2006, les producteurs laitiers sont ceux pour lesquels les charges de mécanisation sont les plus importantes avec une moyenne de 416 €/ha tandis que la moyenne pour les éleveurs de bovins viande est de 268 €/ha. A ces charges fixes il faut également ajouter les **charges variables** qui dépendent du matériel considéré (consommation, entretien, réparation..), pour une exploitation cela représente **un surplus de 15 à 25%**.

Le secteur subit depuis quelques années des hausses élevées de prix d'achat des combustibles et des équipements. Dans un contexte agricole en évolution constante où les marges bénéficiaires se réduisent régulièrement, la rentabilité des exploitations n'est pas toujours assurée.

3.2 Coût d'utilisation

Différents leviers existent afin de réduire les charges de mécanisation telles que l'optimisation de l'utilisation de l'équipement, la réalisation du travail par un tiers, les techniques culturales simplifiées, ... Avant toute chose, lorsque l'acquisition d'un nouveau matériel s'avère nécessaire, il est important que l'**achat soit raisonné** en tenant compte des aspects techniques mais également de la **rentabilité du futur investissement**.

Une manière d'évaluer les frais inhérents à l'usage d'une machine est d'en calculer son **coût d'utilisation prévisionnel** (car réalisé a priori avant l'achat sur base d'une analyse du marché et de données récoltées auprès de professionnels).

Le coût d'utilisation comprend des frais fixes qui ne dépendent pas de l'utilisation annuelle de la machine :

- *L'amortissement*, exprime la dépréciation de la machine au cours du temps. C'est la somme d'argent qu'il est nécessaire d'économiser pour récupérer le capital investi au

⁶ CRA-W – Département Génie rural

terme de sa vie technique. Ce paramètre dépend du prix d'achat, de la valeur de revente, de la durée de vie technique et de la durée d'amortissement ;

- *La charge annuelle de l'intérêt.* Elle représente le manque à gagner si l'achat se fait sur fonds propres qui ne pourront alors pas être placés ou les intérêts réellement payés à la banque si l'achat se fait sur emprunt ;
- *Les taxes et assurances.*

Les frais variables (liés à l'utilisation de l'équipement) considérés dans le coût d'utilisation sont :

- *la consommation en combustible*, adaptée en fonction du taux d'utilisation du moteur et de sa puissance ;
- *les frais d'entretien et de réparation.* Ce poste comprend l'ensemble des frais à faire sur la machine. Ils sont calculés sur base des entretiens usuels et d'un certain risque de pannes.

A ces composantes, il faut ajouter le coût de la main-d'œuvre et celui du tracteur pour les machines tractées.

3.3 Avantages du coût d'utilisation sur Internet

Conscient de l'importance de la connaissance du coût d'utilisation prévisionnel, le Département Génie rural du CRA-W publie depuis de nombreuses années l'« Indicateur des performances et des coûts des machines agricoles ». Ce manuel de référence présente le prix de revient de divers matériels agricoles courants selon l'intensité de leur utilisation. Depuis mai 2008, un projet, financé par la Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement ainsi que Agro-Service asbl, l'Association nationale des entrepreneurs agricoles, a débuté. Ce projet a pour but, non seulement de mettre à jour les données, d'améliorer le calcul mais également de proposer **ce service en ligne accessible via Internet**.

Les avantages de la mise en ligne par rapport à une version papier sont multiples.

On peut certainement souligner une plus grande interactivité pour l'utilisateur. Dans cette nouvelle version, celui-ci aura la possibilité de modifier les paramètres nécessaires au calcul tels que le prix d'achat de la machine, les frais d'entretien, le coût de la main-d'œuvre ou encore la performance.

De plus, le calcul peut maintenant être effectué automatiquement pour un chantier comportant 1 tracteur avec 1 ou 2 machines ! La base de données machine a été enrichie de nouveaux équipements et comporte actuellement plus de 380 types de machines. En outre, pour chacune d'elle, il est dorénavant possible de choisir les options les plus courantes.

Un autre avantage de cette version en ligne est la possibilité d'une présentation plus complète et détaillée des résultats avec notamment une ventilation du coût entre les différents postes qui le composent (amortissement, intérêts, taxes, consommation, frais d'entretien, frais de

réparation et main d'œuvre). Les résultats fournis peuvent être imprimés en reprenant les paramètres de calcul et l'ensemble des résultats.

La mise en ligne permet également de présenter l'outil dans plusieurs langues ce qui est difficilement réalisable avec une version papier sans en augmenter les coûts de façon importante.

Enfin, avantage non négligeable, la mise à jour du site est facilitée et sera réalisée plus fréquemment par rapport à ce qui était réalisé avec la version papier. L'utilisateur qui se connecte est toujours sûr de consulter la dernière version.

3.4 Exemple de calcul pour une moissonneuse-batteuse

A titre d'exemple, la figure 10.3 présente le coût d'utilisation calculé pour une moissonneuse batteuse (250 ch., 5 secoueurs, table de coupe de 5 m) ayant une performance de 1,6 ha/h pour une utilisation annuelle de 100 ha/an (taux d'intérêt 5%, diesel à 0,5 €/l, prix d'achat de 181.000 €).

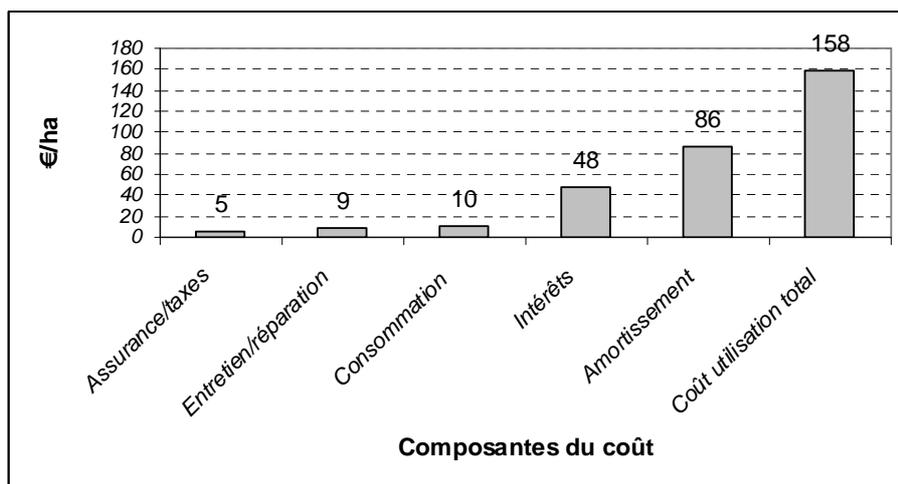


Figure 10.3 – Coût d'utilisation prévisionnel d'une moissonneuse batteuse.

Le coût d'utilisation total de cette moissonneuse batteuse est de 158 € par hectare (hors frais de main d'œuvre). Ce montant peut, par exemple, être comparé à un prix d'entreprise agricole. Dans cette situation, pour réduire le coût d'utilisation, il peut être envisagé d'augmenter l'utilisation de la machine afin de répartir les frais fixes sur un plus grand nombre d'heures de travail.

La figure 10.4 montre l'évolution du coût d'utilisation en fonction de l'utilisation annuelle de deux moissonneuses batteuses avec leur chauffeur (20 €/h) :

- 250 ch. ; 5 secoueurs ; 5 m ; 1,6 ha/h ;
- et 350 ch. ; 6 secoueurs ; 7,5 m ; 2,5 ha/h.

Pour de faibles utilisations annuelles, la machine la plus puissante montre un coût d'utilisation plus important. Il faut atteindre une superficie annuelle de plus de 250 ha pour

que la grosse machine présente un coût de chantier comparable à celui de la plus petite machine.

Afin de passer sous la barre des 125 €/ha (coût moyen du moissonnage par entreprise en 2008), il est nécessaire d'atteindre une utilisation annuelle de l'ordre de 150 ha pour la machine de 5 secoueurs et de l'ordre de 200 ha pour celle de 6 secoueurs.

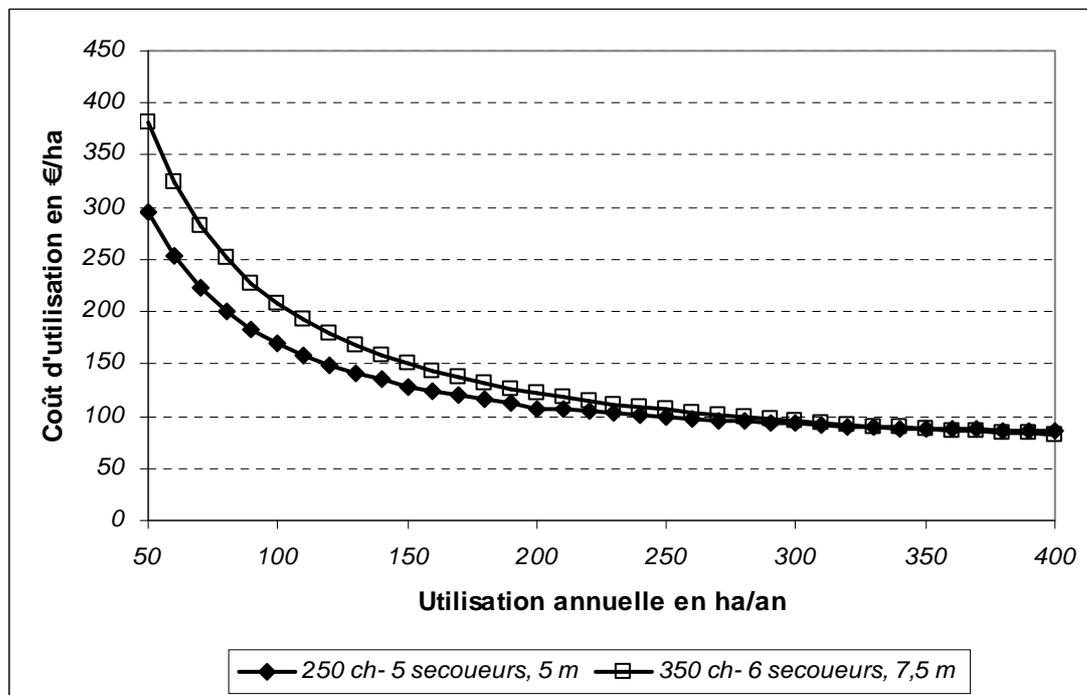


Figure 10.4 – Evolution du coût d'utilisation de deux moissonneuses en fonction de l'utilisation annuelle.

La connaissance du coût d'utilisation est essentielle avant d'envisager un nouvel investissement. Cet outil d'aide à la décision permet un choix économique optimal du matériel désiré en fonction de la situation de l'utilisateur (superficie à travailler, nombre d'heures). Il est ainsi possible, non seulement, de **limiter les investissements** non justifiés mais également de **comparer différents chantiers** entre eux tels que les filières de récolte, les techniques de semis avec et sans labour, ... Il sera également utile pour **fixer un tarif** lors de la réalisation de travaux pour des tiers qui de leur côté pourront se rendre compte du coût de certains travaux. Ce module de calcul permet également à l'utilisateur d'étudier l'influence d'autres paramètres tels que le prix du carburant sur le coût d'utilisation.

3.5 Le site d'hébergement

Le site permettant le calcul du coût d'utilisation des tracteurs et principales machines agricoles est actuellement testé par quelques utilisateurs (entrepreneurs, agriculteurs) et sera accessible à tous à partir de mai 2009 en version quadrilingue (NL, FR, EN, DE). Sa mise en service et le lien permettant d'y accéder seront annoncés dans la presse agricole.

10. Economie, législation

Ce site comporte quatre onglets principaux : accueil, description de la méthode de calcul, contact et calcul des coûts.

Il est d'abord proposé à l'utilisateur de sélectionner le matériel sur lequel portera le calcul (figure 10.5) :

- nombre de machines (une machine seule, un tracteur et une machine ou un tracteur et deux machines) ;
- catégorie de travail parmi les sept catégories proposées, traction, travail du sol et semis, récolte des céréales betteraves et pommes de terre,...;
- type de machine, modèle, caractéristiques et principales options.

The screenshot shows the 'Coût d'utilisation des tracteurs et machines' website interface. At the top, there are language selection buttons for 'DEUTSCH', 'ENGLISH', and 'NEDERLANDSE'. Below that is a navigation menu with 'Accueil', 'Méthode', 'Calcul des coûts', and 'Contact'. A breadcrumb trail shows 'Choix des machines > Paramètres > Résultats'. The main heading is 'Veuillez sélectionner le nombre de machines sur lequel portera votre calcul.' Below this, a dropdown menu is set to '1 tracteur ou 1 machine seul(e)'. The form is divided into three columns: '1 machine/automotrice', 'Machine 1', and 'Machine 2'. The '1 machine/automotrice' column has dropdowns for 'Catégorie de travail' (Récolte des céréales, betterave), 'Type de machine' (Moissonneuse-batteuse), 'Modèle' (Batteur + 6 secoueurs + 7.5m), and 'Caractéristique' (350 ch). It also has checkboxes for 'Options' (Tablier à rallonge, Hache paille, Bec à maïs 8 rangs). The 'Machine 1' and 'Machine 2' columns have dropdowns for 'Catégorie de travail' (Désilage et distribution des alim), 'Type de machine' (Désileuse), 'Modèle' (A bloc), and 'Caractéristique' (1.8 m3). A 'Suivant' button is at the bottom right. A disclaimer box at the bottom states: 'Cette page vous permet de sélectionner le matériel dont vous souhaitez évaluer le coût ainsi que ses principales caractéristiques techniques. Vous pouvez effectuer les calculs pour une machine seule ou pour un chantier constitué d'un tracteur avec une ou deux machines. Nous vous rappelons que les calculs ne sont valables que pour l'achat de matériel neuf.'

Figure 10.5 – Fenêtre choix des machines.

Ensuite (figure 10.6), les paramètres qui seront utilisés pour le calcul du coût d'utilisation sont présentés à l'utilisateur. Celui-ci a alors la possibilité de modifier ces paramètres afin d'adapter le calcul à sa situation particulière, par exemple s'il obtient de meilleures conditions à l'achat. Les données proposées par défaut sont des moyennes issues d'enquêtes réalisées auprès des professionnels (importateurs, marchands, entrepreneurs, agriculteurs, constructeurs).

Catégorie de travail :	Récolte des céréales, betteraves et pommes de terre		
Type de machine :	Moissonneuse-batteuse		
Modèle :	Batteur + 6 secoueurs + 7,5m		
Caractéristique :	350 ch		
Paramètres coûts fixes			
Prix	<input type="text" value="271515"/>	€	
Performance:	<input type="text" value="2.5"/>	ha/h	
Valeur résiduelle %:	<input type="text" value="11"/>	%	
Utilisation annuelle	<input type="text" value="250"/>	ha/an	
Durée d'amortissement	<input type="text" value="15.83"/>	an	
Taux d'intérêt	<input type="text" value="5.00"/>	%	
Taux d'assurance	<input type="text" value="0.15"/>	%	
Taxes	<input type="text" value="200.00"/>	€/an	
Paramètres coûts variables			
Taux d'util. moteur	<input type="text" value="30"/>	%	
Consommation	<input type="text" value="34.43"/>	l/h	
Prix carburant	<input type="text" value="0.60"/>	€/l	
Entretien	<input type="text" value="5.66"/>	€/ha	
Réparation	<input type="text" value="2.51"/>	€/ha	
Coût de la main d'œuvre	<input type="text" value="20"/>	€/h	
Réinitialiser tout			

Figure 10.6 – Fenêtre paramètres du calcul.

Enfin, après validation par l'utilisateur, le calcul est effectué et les résultats sont affichés (figure 10.7).

Résultat	Paramètres	Graphique
Les résultats présentent le coût d'utilisation par machine mais également pour le chantier (si plusieurs machines ont été sélectionnées). Les coûts d'utilisation sont également ventilés par poste. Ils ne sont valables que pour l'achat de matériel neuf.		
Type de machine :	Moissonneuse-batteuse	
Modèle :	Batteur + 6 secoueurs + 7,5m	
Caractéristique :	350 ch	
Coûts fixes		
Amortissement technique :	57.63 €/ha	14407.51€/an
Intérêts:	29.13 €/ha	7283.69€/an
Montant de l'assurance et taxes:	2.43 €/ha	607.27 €/an
Coûts variables		
Consommation:	8.26 €/ha	2065.8 €/an
Entretien:	5.66 €/ha	1415 €/an
Réparation:	2.51 €/ha	627.5 €/an
Coût total par machine:	105.63 €/ha	26406.77 €/an
Coût total du chantier (hors main d'œuvre):	105.63 €/ha	
Internet		

Figure 10.7 – Fenêtre résultats.

3.6 Conclusion

La mise en place d'un module de calcul des coûts d'utilisation des machines agricoles sur Internet offre de nombreux avantages pour l'utilisateur final. Les principaux étant une modulation des paramètres de façon à adapter au mieux le calcul à chaque cas particulier et ensuite la présentation de résultats plus complets.

Ce service représente une évolution par rapport à la version papier qui existait jusqu'à présent. Son but premier est de fournir une estimation du coût d'une machine préalablement à son acquisition et donc de juger de la rentabilité d'un investissement.

Le site sera mis en ligne au mois de mai et son adresse définitive sera diffusée par la presse agricole. Il sera en outre accessible par le biais du site du Centre Wallon de Recherches agronomiques (www.cra.wallonie.be) et de nos partenaires.

Table des matières

1°) Produits phytosanitaires

Herbicides	Pages 1 à 13
Antiverse	Pages 15 à 17
Fongicides*	Pages 19 à 27
Traitements de semences*	Pages 28
Insecticides*	Pages 29 à 30
Molluscicides*	Page 31

* Inventaire des produits agréés réalisé en collaboration avec le CADCO à partir des données disponibles sur le Phytoweb en date du 31/01/2009.
Vos remarques sont les bienvenues : 081/62.56.85
Ces inventaires sont mis à jour et consultables en ligne sur notre site :
www.cadcoasbl.be

4°) <u>Variétés</u>	Pages 32 à 41
---------------------	---------------

2°) <u>Stades repères</u>	Pages 42 à 47
---------------------------	---------------

3°) <u>Travaux</u>	Pages 48 à 49
--------------------	---------------

LES HERBICIDES

Les tableaux figurant ci-après détaillent les possibilités agréées pour chaque céréale et ne constituent en aucun cas des recommandations pratiques. En complément à ces pages jaunes concernant les herbicides, il est conseillé de lire la **rubrique 3** intitulée « **Lutte contre les mauvaises herbes** ».

Table des matières:

Sensibilité des principales adventices aux herbicides.....	2
Substances actives agréées pour le désherbage des céréales, (liste arrêtée au 20 janvier 2009), période d'application et dose d'emploi	5
Liste des principaux noms commerciaux	12
Liste des variétés de froment sensibles au chlortoluron	13

Comment utiliser les différents tableaux?

Pour choisir un produit, il importe de connaître la ou les mauvaises herbes à combattre, la céréale à traiter et son stade de développement ainsi que les périodes d'application.

Dans les tableaux de sensibilité des adventices aux herbicides (page 2), vous pourrez choisir la ou les substances actives efficaces contre les mauvaises herbes présentes dans la culture. Le choix étant fait, il faut se référer au tableau des substances actives agréées afin de vérifier si la substance active est agréée dans la culture considérée, à quel stade et à quelle dose d'emploi (page 5). Dans ce tableau, la deuxième colonne comporte des chiffres en gras qui permettront de trouver, en page 12, les différentes spécialités commerciales.

ATTENTION !!

Retraits d'agrément et dernières limites d'utilisation:

Les produits à base de *trifluraline* (TREFLAN, FLURALEX 480 EC et TRILIN) ne peuvent plus être utilisés après le 20 mars 2009.

		SENSIBILITE DES PRINCIPALES ADVENTICES AUX HERBICIDES LES PLUS UTILISES																										
produits	N° du produit	FOLE AVOINE	PATURIN (1)	VULPIN	ALCHEMILLE	CAPSELLE BOURSE A PASTEUR	CHENOPDE BLANC	CHRYSANTHEME DES MOISSONS	COQUELICOT	FUMETERRE	GAILLET GRATTERON	LAMIER POURPRE	MATRICARIAE CAMOMILLE	MOURONS DES OISEAUX	PENSEE SAUVAGE	RENONCULE	RENOUEE FAUX LISERON	RENOUEE DES OISEAUX	RENOUEE PERSIC. OU LAPATHIF.	SENE MOUTARDE DES CHAMPS	SENECON	TABOURET DES CHAMPS	VERONIQUE DE PERSE	VERONIQUE FEUILLE DE LIERRE	CHARDON DES CHAMPS	LAITERON DES CHAMPS		
				R	AR	AR	S	S	S	S	S	AS	AR	AS	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	AR	AR	S	S
flupyrsulfuron	19	R	AR	AR	S	S	S	S	S	AS	AR	AS	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	AR	AR	S	S		
flupyrsulfuron + metsulfuron	20	R	AS	AR	S	S	S	S	S	AS	AR	S	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AS	AS	S	S	
flupyrsulfuron + thifensulfuron	21	R	AR	AR	S	S	S	S	S	AS	AR	S	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AS	AS	S	S	
mesosulfuron + iodoflurofuron + safener	51	S	AS	S	S	S	S	S	S	AS	AR	AR	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AR	AR	AR	AR	
mesosulfuron + iodoflurofuron + dff + safener	59	S	AS	S	S	S	S	S	S	AS	AR	AR	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AR	AR	AR	AR	
propoxycarbazone	52	AS	S	AS	S	R	R	R	R	AS	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	
sulfosulfuron et amines grasses	53	AS	S	S	AS	S	AS	AS	R	AS	S	R	S	S	R	S	AS	AS	AS	S	S	S	R	R	R	R	R	
iodosulfuron + safener	39	AR	S	R	AS	S	S	S	AR	AS	S	AS	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AS	AS	S	S	
Lutte contre les DICOTYLEES ANNUELLES																												
isoxaben	9	R	R	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	S	S	S	R	R	
diflufenican	10	AR	AR	R	R	AS	S	AS	AR	AS	AR	S	AR	S	AS	S	AS	AS	AS	AS	AS	S	S	S	AR	R	R	
pendimethaline	11	AR	AS	AR	AR	AS	S	R	S	AS	AR	S	AR	S	AS	S	AS	AS	S	AS	R	?	S	S	S	R	R	
pendimethaline + picolinafen	14	AR	AS	AR	AR	S	S	R	S	AS	S	S	AR	S	S	AS	AS	AS	S	AS	AR	?	S	S	S	R	R	
bifenox + pyraflufen	22	R	R	R	R	AS	S	R	R	S	S	S	AR	AR	S	S	S	AR	AR	S	S	S	S	S	S	AR	R	
cinidon-ethyl	23	R	R	R	R	R	?	AR	?	R	S	S	R	R	R	R	AR	AS	AR	?	AR	S	AR	S	AS	R	R	
carfentrazone	30	R	R	R	R	S	S	R	S	AR	S	S	R	R	AS	R	R	R	R	S	R	AR	S	AS	R	R	R	
carfentrazone + metsulfuron	31	R	R	R	R	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	R	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AS	S	R	R	
amidosulfuron	24	R	R	R	R	AS	R	R	AR	R	S	R	AS	AR	R	R	AR	AR	R	S	R	S	S	R	R	R	R	
metsulfuron	43	R	AR	R	R	AS	S	S	R	R	S	S	S	S	AS	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	R	R	S	S	
tribenuron	58	R	R	R	R	AS	S	AR	S	AS	AR	S	S	S	AS	S	AS	AR	S	S	S	S	S	R	R	S	S	
florasulam	35	R	R	R	R	S	R	AS	AS	R	S	R	S	S	R	S	S	AS	AS	S	AS	S	S	R	R	AR	AS	
amidosulfuron + iodoflurofuron + safener	25	R	AR	AR	R	AS	S	AS	AS	AR	S	AS	S	S	AR	AS	AS	AS	AS	S	AS	S	S	AR	AR	AS	AS	
thifensulfuron + metsulfuron	54	R	AR	AR	R	S	S	S	S	S	AR	S	S	S	S	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AR	AR	AS	S	S

		SENSIBILITE DES PRINCIPALES ADVENTICES AUX HERBICIDES LES PLUS UTILISES																						
produits	N° du produit	FOLLE AVOINE				JOUET DU VENT				PATURIN (1)				VULPIN										
		ALCHEMILLE	CAPSULE BOURSE A PASTEUR	CHENOPODE BLANC	CHRYSANTHEME DES MOISSONS	COQUELICOT	FUMETERRE	GAILLET GRATERON	LAMIER POURPRE	MATRICAIRE CAMOMILLE	MOURONS DES OISEAUX	PENSEE SAUVAGE	RENONCULE	RENONEE FAUX LISERON	RENONEE DES OISEAUX	RENONEE PERSIC. OU LAPATHIF.	SENE MOUTARDE DES CHAMPS	SENECON	TABOURET DES CHAMPS	VERONIQUE DE PERSE	VERONIQUE FEUILLE DE LIERRE	CHARDON DES CHAMPS	LAITERON DES CHAMPS	
bromoxynil + ioxynil + diflufenican	29	S	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
clopyralide	32	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	33	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
fluroxypyr	36	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
fluroxypyr + florasulam	37	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
mecoprop-p	40	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
mecoprop-p + bifenox	41	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
mecoprop-p + carfentrazone	42	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
mecoprop-p + ioxynil	62	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
MCPA	44	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2,4-D	48	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																								
ioxynil + fluroxypyr + clopyralide	38	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
MCPA + fluroxypyr + clopyralide	46	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	45	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	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																								
diquat	55	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
glyphosate	56	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 ?= information insuffisante
 (1) fenoxaprop + safener: Paturin commun: S; Paturin annuel: R

SUBSTANCES ACTIVES AGREES POUR LE DESHERBAGE DES CEREALES

DOSES A L'HECTARE DE PRODUITS COMMERCIAUX

SUBSTANCES ACTIVES	N° produit	FROMENT D'HIVER	ESCORGEO N et ORGE D'HIVER	EPEAUTRE	TRITICALE	SEIGLE	FROMENT DE PRINTEMPS	ORGE DE PRINTEMPS	AVOINE DE PRINTEMPS
Présemis									
triallate	1		3 - 3,5 L					3 - 3,5 L	
Préémergence (BBCH 00)									
chlortoluron	2	3 - 5 L (s)	3 - 5 L (s)	3 - 5 L (s)	3 L	0,7 - 0,8 L	0,8 - 1 L	0,7 - 0,8 L	0,7 - 0,8 L
linuron	60								
isoproturon	5	2 - 3 L (s)	1,6 - 2 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L				
isoproturon + diflufenican	6	2,5 - 3 L	2 L						
isoproturon + beflubutamide	57	2 L	4 - 5 L	4 - 5 L	2 L	2 L			
prosofocarbe	7	4 - 5 L	1 L	1 L	4 - 5 L	4 - 5 L			
flurtamone + diflufenican	8	1 L	0,15 - 0,2 L	0,15 - 0,2 L	0,15 - 0,2 L	1 L			
isoxaben	9	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L			
diflufenican	10		2 L						
pendimethaline	11								
pendimethaline + picolinafen	14	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L			
thifensulfuron + metsulfuron	54	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g
tribenuron	58	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g			
3 feuilles (BBCH 13)									
prosofocarbe	7	4 - 5 L	4 - 5 L	4 - 5 L	4 - 5 L	4 - 5 L			
flufenacet + diflufenican	12	600 g ou 0,6 L	600 g ou 0,6 L						
flurtamone + diflufenican	8	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L			
isoxaben	9	0,15 - 0,2 L	0,15 - 0,2 L	0,15 - 0,2 L	0,15 - 0,2 L	0,15 - 0,2 L			
diflufenican	10	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L			
pendimethaline	11		2 L						
pendimethaline + picolinafen	14	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L			
thifensulfuron + metsulfuron	54	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g
tribenuron	58	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g			
fenoxaprop + safener (7): FOXTROT	50	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	0,9 L	0,9 L	
pinoxaden + safener	61	0,9 L	0,9 L	0,9 L	0,9 L	0,9 L			
clodinafop + pinoxaden + safener	63	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L			

6 Herbicides

SUBSTANCES ACTIVES	N° produit	FROMENT D'HIVER	ESCOURGEON et ORGE D'HIVER	EPEAUTRE	TRITICALE	SEIGLE	FROMENT DE PRINTEMPS	ORGE DE PRINTEMPS	AVOINE DE PRINTEMPS
Début tallage (BBCH 21)									
isoproturon	5	2 - 3 L (s)	2 - 3 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L			
isoproturon + diflufenican	6	2 - 2,5 L	2 - 3 L						
isoproturon + beflubutamide	57	2 L	2 L		2 L	2 L			
isoproturon + ioxynil + diflufenican	15	3 L	3 L	3 L	3 L	3 L		2 - 2,5 L	
isoproturon + fenoxaprop + safener	17		2 - 2,5 L						
flurtamone + diflufenican	8	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L			20 g
flupyrsulfuron	19	20 g			20 g				30 g
flupyrsulfuron + metsulfuron	20	30 g		30 g	30 g				100 g
flupyrsulfuron + thifensulfuron	21	100 g		100 g	100 g				
diflufenican	10	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L			
pendimethaline	11	2 L	2 L						
pendimethaline + picolinafén	14	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L			
bifenox + pyraflufen	22	1 - 1,33 L	1 - 1,33 L						
cinidon-ethyl	23	0,25 L	0,25 L			0,25 L		0,25 L	
amidosulfuron	24	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g		40 g	40 g
amidosulfuron + iososulfuron + safener	25	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g		200 g	
bifenox + mecoprop-p + ioxynil	28	2,5 L	2,5 L	2,5 L				2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L
bromoxynil + ioxynil + diflufenican	29	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L		1 L	
carfentrazone	30	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g		40 ou 50 g	40 ou 50 g
carfentrazone + metsulfuron	31	50 g	50 g		50 g	50 g		50 g	50 g
florasulam	35	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL		25 - 100 mL	25 - 100 mL
fluroxypyr* (180 g/L)	36	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L		0,5 - 1 L	0,5 - 1 L
fluroxypyr + florasulam	37	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L		1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L
ioxynil + fluroxypyr + clopyralide	38	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L		1,5 - 2 L	1,5 - 2 L
iodosulfuron + safener	39	200 g							
mecoprop-p	40	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L		2 - 2,4 L	2 - 2,4 L
mecoprop-p + bifenox	41	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L		2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L
mecoprop-p + carfentrazone	42	1 kg	1 kg					1 kg	
mecoprop-p + ioxynil	62	2 L	2 L						
metsulfuron	43	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g		30 g	30 g
clodinafop + safener (2)	49	0,42 - 0,6 L			0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L			
fenoxaprop + safener (3); PUMA SEW	50	0,8 - 1,2 L			0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L			
fenoxaprop + safener (7); FOXTROT	50	1 L			1 L	1 L			
pinoxaden + safener	61	1,2 L		1,2 L	1,2 L	1,2 L		0,9 L	
clodinafop + pinoxaden + safener	63	0,6 - 1,2 L			0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L			
mesosulfuron + iodosulfuron + safener (4)	51	300 g		300 g	300 g	300 g			
mesosulfuron + iodosulfuron + diff + safener	59	1 L		1 L	1 L	1 L			
propoxycarbazone	52	60 g		25 g	60 g	60 g			
sulfosulfuron et amines grasses (5)	53	25 g		100 g	25 g	25 g			
thifensulfuron + metsulfuron	54	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g		100 g	100 g
tribenuron	58	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g		45 g	45 g

SUBSTANCES ACTIVES	N° produit	FROMENT D'HIVER	ESCOURGEON et ORGE D'HIVER	EPEAUTRE	TRITICALE	SEIGLE	FROMENT DE PRINTEMPS	ORGE DE PRINTEMPS	AVOINE DE PRINTEMPS
Plein tallage (BBCH 25)									
chlortoluron	2	3 - 5 L (s)	3 - 5 L (s)	3 - 5 L (s)	3 L	2 - 2,5 L			
isoproturon	5	2 - 3 L (s)	2 - 3 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L				
isoproturon + diflufenican	6	2 - 2,5 L	2 - 3 L		2 L	2 L			
isoproturon + beflubutamide	57	2 L	2 L		3 L	3 L			
isoproturon + ioxynil + diflufenican	15	3 L	3 L	3 L					
isoproturon + fenoxaprop + safener	17	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L						
isoproturon + bifenox	18	3,5 - 4,5 L	3,5 - 4,5 L	1 L	3,5 - 4,5 L	3,5 - 4,5 L			20 g 30 g 100 g
flurtamone + diflufenican	8	1 L	1 L		1 L	1 L			
flupyrsulfuron	19	20 g			20 g				
flupyrsulfuron + metsulfuron	20	30 g			30 g				
flupyrsulfuron + thifensulfuron	21	100 g			100 g				
diflufenican	10	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L		0,125 L	
pendimethaline	11	2 L	2 L						
pendimethaline + picolinafen	14	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L			
bifenox + pyraflufen	22	1 - 1,33 L	1 - 1,33 L						
cinidon-ethyl	23	0,25 L	0,25 L			0,25 L		0,25 L	
amidosulfuron	24	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g
amidosulfuron + iososulfuron + safener	25	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	
bifenox + mecoprop-p + ioxynil	28	2,5 L	2,5 L	2,5 L			2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L
bromoxynil + ioxynil + diflufenican	29	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	
carfentrazone	30	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g
carfentrazone + metsulfuron	31	50 g	50 g		50 g		50 g	50 g	
dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p	34	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L			2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	
florasulam	35	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL
fluroxypyr (180 g/L)	36	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L
fluroxypyr + florasulam	37	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L				1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L
ioxynil + fluroxypyr + clopyralide	38	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1,5 - 2 L	1,5 - 2 L
iodosulfuron + safener	39	200 g							
mecoprop-p	40	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L			2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L
mecoprop-p + bifenox	41	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L			2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L
mecoprop-p + carfentrazone	42	1 kg	1 kg	1 kg			1 kg	1 kg	
mecoprop-p + ioxynil	62	2 L	2 L						
metsulfuron	43	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
clodinafop + safener (2)	49	0,42 - 0,6 L			0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L			
fenoxaprop + safener (3): PUMA SEW	50	0,8 - 1,2 L			0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L			
fenoxaprop + safener (7): FOXTROT	50	1 L			1 L	1 L			
pinoxaden + safener	61	1,2 L		1,2 L	1,2 L	1 L		0,9 L	
clodinafop + pinoxaden + safener	63	0,6 - 1,2 L	0,9 L		0,6 - 1,2 L	0,9 L		0,9 L	
mesosulfuron + iodossulfuron + safener (4)	51	300 g		300 g	300 g	300 g			
mesosulfuron + iodossulfuron + diff + safener	59	1 L		1 L	1 L	1 L			
propoxycarbazone	52	60 g			60 g	60 g			
sulfosulfuron et amines grasses (5)	53	25 g		25 g	25 g	25 g			
thifensulfuron + metsulfuron	54	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g
tribenuron	58	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g

8 Herbicides

SUBSTANCES ACTIVES	N° produit	FROMENT D'HIVER	ESCORGEO N et ORGE D'HIVER	EPEAUTRE	TRITICALE	SEIGLE	FROMENT DE PRINTEMPS	ORGE DE PRINTEMPS	AVOINE DE PRINTEMPS
Fin taillage (BBCH 29)									
chlortoluron	2	3-5 L (s)	3-5 L (s)	3-5 L (s)	3 L	2-2,5 L			
isoproturon	5	2-3 L (s)	2-3 L	2-2,5 L	2-2,5 L				
isoproturon + diflufenican	6	2-2,5 L	2-3 L						
isoproturon + beflubutamide	57	2 L	2 L		2 L	2 L			
isoproturon + ioxynil + diflufenican	15	3 L	3 L	3 L	3 L	3 L			
isoproturon + fenoxaprop + safener	17	2-2,5 L	2-2,5 L						
isoproturon + bifenox	18	3,5-4,5 L	3,5-4,5 L	1 L	3,5-4,5 L	3,5-4,5 L		2-2,5 L	
flurtamone + diflufenican	8	1 L	1 L		1 L	1 L			20 g
flupyrsulfuron	19	20 g	20 g		20 g				30 g
flupyrsulfuron + metsulfuron	20	30 g	30 g		30 g				100 g
flupyrsulfuron + thifensulfuron	21	100 g	100 g		100 g				
diflufenican	10	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L	0,375 L		0,125 L	
bifenox + pyraflufen	22	1-1,33 L	1-1,33 L						
cinidon-ethyl	23	0,25 L	0,25 L						
amidosulfuron	24	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	0,25 L	40 g
amidosulfuron + iososulfuron + safener	25	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	40 g	
bifenox + mecoprop-p + ioxynil	28	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,25-2,5 L	2,25-2,5 L
bromoxynil + ioxynil + diflufenican	29	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	
carfentrazone	30	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g
carfentrazone + metsulfuron	31	50 g	50 g		50 g		50 g	50 g	
clopyralide	32	0,7-0,9 L	0,7-0,9 L	0,7-0,9 L	0,7-0,9 L	0,7-0,9 L	0,7-0,9 L	0,7-0,9 L	0,7-0,9 L
dichlorprop-p	33	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L
dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p	34	2-2,5 L	2-2,5 L	2-2,5 L	2-2,5 L	2-2,5 L	2-2,5 L	2-2,5 L	2-2,5 L
florasulam	35	25-100 mL	25-100 mL	25-100 mL	25-100 mL	25-100 mL	25-100 mL	25-100 mL	25-100 mL
fluroxypyr (180 g/L)	36	0,5-1 L	0,5-1 L	0,5-1 L	0,5-1 L	0,5-1 L	0,5-1 L	0,5-1 L	0,5-1 L
fluroxypyr + florasulam	37	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L		1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L
ioxynil + fluroxypyr + clopyralide	38	1-2 L	1-2 L	1-2 L	1-2 L	1-2 L	1-2 L	1,5-2 L	1,5-2 L
iodosulfuron + safener	39	200 g							
mecoprop-p	40	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L	2-2,4 L
mecoprop-p + bifenox	41	2,25-2,5 L	2,25-2,5 L	2,25-2,5 L	2,25-2,5 L	2,25-2,5 L	2,25-2,5 L	2,25-2,5 L	2,25-2,5 L
mecoprop-p + carfentrazone	42	1 kg	1 kg		1 kg		1 kg	1 kg	
mecoprop-p + ioxynil	62	2 L	2 L						
metsulfuron	43	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
MCPA (1)	44	4-6 L	4-6 L	4-6 L	4-6 L	4-6 L	4-6 L	4-6 L	4-6 L
MCPA + 2,4-D	45	1,2-1,5 L	1,2-1,5 L	1,2-1,5 L	1,2-1,5 L	1,2-1,5 L	1,2-1,5 L	1,2-1,5 L	1,2-1,5 L
MCPA + fluroxypyr + clopyralide	46	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L
2,4-D	48	1,2-1,6 L	1,2-1,6 L	1,2-1,6 L	1,2-1,6 L	1,2-1,6 L	1,2-1,6 L	1,2-1,6 L	1,2-1,6 L
clodinafop + safener (2)	49	0,42-0,6 L			0,42-0,6 L	0,42-0,6 L			
fenoxaprop + safener (3): PUMA SEW	50	0,8-1,2 L			0,8-1,2 L	0,8-1,2 L			
fenoxaprop + safener (7): FOXTROT	50	1 L			1 L	1 L			
pinoxaden + safener	61	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L		0,9 L	
clodinafop + pinoxaden + safener	63	0,6-1,2 L			0,6-1,2 L	0,6-1,2 L			
mesosulfuron + iodoflufenican + safener (4)	51	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	
mesosulfuron + iodoflufenican + dff + safener	59	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L			
propoxycarbazone	52	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g			
sulfosulfuron et amines grasses (5)	53	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g			
thifensulfuron + metsulfuron	54	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g
tribenuron	58	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g

SUBSTANCES ACTIVES	N° produit	FROMENT D'HIVER	ESCOURGEON et ORGE D'HIVER	EPEAUTRE	TRITICALE	SEIGLE	FROMENT DE PRINTEMPS	ORGE DE PRINTEMPS	AVOINE DE PRINTEMPS
Redressement (BBCH 30)									
isoproturon	5	2 - 3 L (s)	2 - 3 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L			
isoproturon + diflufenican	6	2 - 2,5 L	2 - 3 L						
isoproturon + beflubutamide	57	2 L	2 L		2 L	2 L			
isoproturon + ioxynil + diflufenican	15	3 L	3 L	3 L	3 L	3 L			
isoproturon + bifenox	18	3,5 - 4,5 L	3,5 - 4,5 L		3,5 - 4,5 L	3,5 - 4,5 L			40 g
amidosulfuron	24	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	
amidosulfuron + iososulfuron + safener	25	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	
bifenox + mecoprop-p + ioxynil	28	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,25 - 2,5 L
carfentrazone	30	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g
carfentrazone + metsulfuron	31	50 g	50 g	50 g	50 g	50 g	50 g	50 g	50 g
clopyralide	32	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L
dichlorprop-p	33	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L
dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p	34	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L
florasulam	35	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL
fluroxypyr (180 g/L)	36	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L
fluroxypyr + florasulam	37	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L
ioxynil + fluroxypyr + clopyralide	38	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L
iodosulfuron + safener	39	200 g	200 g						
mecoprop-p	40	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L
mecoprop-p + bifenox	41	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L
mecoprop-p + carfentrazone	42	1 kg	1 kg				1 kg	1 kg	
mecoprop-p + ioxynil	62	2 L	2 L						
metsulfuron	43	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
MCPA (1)	44	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L
MCPA + 2,4-D	45	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L
MCPA + fluroxypyr + clopyralide	46	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L
2,4-D	48	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L
clodinafop + safener (2)	49	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L
fenoxaprop + safener (3); PUMA SEW	50	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L
fenoxaprop + safener (7); FOXTROT	50	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L
pinoxaden + safener	61	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L
clodinafop + pinoxaden + safener	63	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L	0,6 - 1,2 L
mesosulfuron + iodosulfuron + safener (4)	51	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g
mesosulfuron + iodosulfuron + diff + safener	59	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L
propoxycarbazone	52	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g
sulfosulfuron	53	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
sulfosulfuron et amines grasses	54	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g
thifensulfuron + metsulfuron	54	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g
tribenuron	58	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g

SUBSTANCES ACTIVES	N° produit	FROMENT D'HIVER	ESCORGEO N et ORGE D'HIVER	EPEAUTRE	TRITICALE	SEIGLE	FROMENT DE PRINTEMPS	ORGE DE PRINTEMPS	AVOINE DE PRINTEMPS
1er noëud (BBCH 31)									
amidosulfuron	24	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g
amidosulfuron + iososulfuron + safener	25	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	2,25 - 2,5 L
bifenox + mecoprop-p + ioxynil	28	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L
carfentrazone	30	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g	40 ou 50 g
carfentrazone + metsulfuron	31	50 g	50 g	40 ou 50 g	50 g	50 g	50 g	50 g	50 g
clopyralide	32	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L	0,7 - 0,9 L
dichlorprop-p	33	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L
dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p	34	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L
florasulam	35	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL
fluroxypyr (180 g/L)	36	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L
fluroxypyr + florasulam	37	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L	1 ou 1,2 L
ioxynil + fluroxypyr + clopyralide	38	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1,5 - 2 L
iodosulfuron + safener	39	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	2 - 2,4 L
mecoprop-p	40	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L	2 - 2,4 L
mecoprop-p + bifenox	41	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L	2,25 - 2,5 L
mecoprop-p + carfentrazone	42	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg
metsulfuron	43	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
MCPA (1)	44	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L
MCPA + 2,4-D	45	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L
MCPA + fluroxypyr + clopyralide	46	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L	4 L
2,4-D	48	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L
clodinafop + safener (2)	49	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L	0,42 - 0,6 L
fenoxaprop + safener (3); PUMA S EW	50	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L	0,8 - 1,2 L
pinoxaden + safener	61	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L	1,2 L	0,9 L	0,9 L	0,9 L
mesosulfuron + iodofluroxypyr + safener (4)	51	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g	300 g
mesosulfuron + iodofluroxypyr + diff + safener	52	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g
propoxycarbazone	53	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
sulfosulfuron et amines grasses	54	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g
thifensulfuron + metsulfuron	58	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g
tribenuron									

SUBSTANCES ACTIVES	N° produit	FROMENT D'HIVER	ESCORGEO N et ORGE D'HIVER	EPEAUTRE	TRITICALE	SEIGLE	FROMENT DE PRINTEMPS	ORGE DE PRINTEMPS	AVOINE DE PRINTEMPS	
2ème noëud (BBCH 32) amidosulfuron dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p florasulam fluroxypyr (180 g/L) ioxynil + fluroxypyr + clopyralide metsulfuron MCPA (1) MCPA + 2,4-D 2,4-D sulfosulfuron et amines grasses thifensulfuron + metsulfuron tribenuron	24	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	
	34	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	25 - 100 mL	25 - 100 mL	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	2 - 2,5 L	
	35	25 - 100 mL	25 - 100 mL	25 - 100 mL	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	25 - 100 mL	25 - 100 mL	
	36	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	0,5 - 1 L	0,5 - 1 L	
	38	1 - 2 L	1 - 2 L	1 - 2 L	30 g	30 g	30 g	1,5 - 2 L	1,5 - 2 L	
	43	30 g	30 g	30 g	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	30 g	30 g	
	44	4 - 6 L	4 - 6 L	4 - 6 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	4 - 6 L	4 - 6 L	
	45	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,5 L	1,2 - 1,5 L	
	48	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	25 g	25 g	25 g	1,2 - 1,6 L	1,2 - 1,6 L	
	53	25 g	25 g	25 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	
	54	100 g	100 g	100 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	
	58	45 g	45 g	45 g						
	Dernière feuille (BBCH 39) amidosulfuron metsulfuron thifensulfuron + metsulfuron tribenuron	24	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g	40 g
		43	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
54		100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	100 g	
58		45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	
Pré-récolte (BBCH 85-89) diquat glyphosate (6)	55									
	56	3 - 4 L	2 - 4 L 3 - 4 L	3 - 4 L	3 - 4 L	3 - 4 L	3 - 4 L	2 - 4 L 3 - 4 L	2 - 4 L 3 - 4 L	

(s) en fonction du type de sol

(1) dose pour un 250 g/L

(2) en mélange avec 1 - 3 L/ha d'huile, la dose peut être réduite à 0,3 - 0,42 L/ha

(3) en mélange avec 1 - 3 L/ha d'huile, la dose peut être réduite à 0,6 - 0,8 L/ha

(4) en présence de vulpin résistant, la dose d'ATLANTIS WG peut être portée à 500 g/ha

(5) les 25 g de MONITOR sont à appliquer en 2 passages

(6) pour un 360 g/L

(7) en mélange avec un huile agréée

12 Herbicides

NOMS COMMERCIAUX DES SUBSTANCES ACTIVES CITEES

N° produit	Substances actives	Composition	Noms commerciaux
1	triallate	EC: 480 g/L	AVADEX 480
2	chlortoluron	SC: 500 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
5	isoproturon	SC: 500 g/L ou WG: 83%	Plusieurs spécialités commerciales
6	isoproturon + diflufenican	SC: 500 + 62,5 g/L	JAVELIN
7	prosulfoarbe	EC: 800 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
8	flurtamone + diflufenican	SC: 250 + 100 g/L	BACARA
9	isoxaben	SC: 500 g/L	AZ 500
10	diflufenican	SC: 500 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
11	pendimethaline	SC: 400 g/L	STOMP 400 SC
12	flufenacet + diflufenican	WG: 40 + 20% ou SC: 400 + 200 g/L ou 400 + 100 g/L	HEROLD ou HEROLD SC ou LIBERATOR
13	pendimethaline + flufenacet	EC: 300 + 60 g/L	MALIBU
14	pendimethaline + picolinafen	SC: 320 + 16 g/L	CELTIC
15	isoproturon + ioxynil + diflufenican	SC: 400 + 100 + 20 g/L	AZUR
17	isoproturon + fenoxaprop + safener	SE: 300 + 16 + 32 g/L	DJINN
18	isoproturon + bifenox	SC: 333 + 166 g/L	BIFENIX N
19	flupyrsulfuron	WG: 50%	LEXUS SOLO
20	flupyrsulfuron + metsulfuron	WG: 33 + 17 %	LEXUS XPE
21	flupyrsulfuron + thifensulfuron	WG: 10 + 40 %	LEXUS MILLENIUM
22	bifenox + pyraflufen	SC: 500 + 9 g/L	MILAN
23	cinidon-ethyl	EC: 200 g/L	BINGO
24	amidosulfuron	WG: 75%	GRATIL
25	amidosulfuron + iodossulfuron + safener	WG: 12,5 + 1,25 + 12,5 %	CHEKKER
28	bifenox + mecoprop-p + ioxynil	SC: 300 + 260 + 92 g/L	FOXPRO D
29	bromoxynil + ioxynil + diflufenican	SC: 300 + 200 + 50 g/L	CAPTURE
30	carfentrazone	WG: 50 ou 40%	AURORA ou AURORA 40 WG
31	carfentrazone + metsulfuron	WG: 40 + 10 %	ALLIE EXPRESS
32	clopyralide	SL: 100 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
33	dichlorprop-p	SL: 600 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
34	dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p	SL: 310 + 160 + 130 ou 340 + 150 + 135 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
35	florasulam	SC: 50 g/L	PRIMUS
36	fluroxypyr	EC: 180 ou 200 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
37	fluroxypyr + florasulam	SE: 100 + 2,5 ou 100 + 1 g/L	PRIMSTAR ou KART et ATACO
38	ioxynil + fluroxypyr + clopyralide	EC: 120 + 100 + 30 g/L	STARANE KOMBI
39	iodossulfuron + safener	WG: 5 + 15 % ou OD: 100 + 300 g/L	HUSSAR ou HUSSAR ULTRA
40	mecoprop-p	SL: 600 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
41	mecoprop-p + bifenox	SC: 308 + 250 g/L	VERIGAL D
42	mecoprop-p + carfentrazone	SG: 60 + 1,5 %	PLATFORM S
43	metsulfuron	SG ou WG: 20%	Plusieurs spécialités commerciales
44	MCPA	SL: 250 ou 500 ou 750 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
45	MCPA + 2,4-D	SL: 275 + 275 ou 345 + 345 ou 315 + 360 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
46	MCPA + fluroxypyr + clopyralide	EW: 200 + 40 + 20 g/L	BOFIX et DINET
48	2,4-D	SL: 500 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
49	clodinafop + safener	EC: 100 + 25 g/L	TOPIK
50	fenoxaprop + safener	EW: 69 + 19 g/L ou 69 + 34 g/L	PUMA S EW ou FOXTROT
51	mesosulfuron + iodossulfuron + safener	WG: 3 + 0,6 + 9 ou 3 + 3 + 9 %	ATLANTIS WG ou COSSACK
52	propoxycarbazone	SG: 70%	ATTRIBUT
53	sulfosulfuron et amines grasses	WG: 80% et EC: 742 g/L	MONITOR et MONIPLUS
54	thifensulfuron + metsulfuron	SG: 40 + 4 %	HARMONY M
55	diquat	SL: 200 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
56	glyphosate	SG: 36 ou 68 % ou SL: 360 ou 450 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
57	isoproturon + beflubutamide	SC: 500 + 85 g/L	HERBAFLEX
58	tribenuron	SG: 50%	CAMEO
59	diflufenican + mesosulfuron + iodossulfuron	OD: 150 + 9 + 3 + 27 g/L	ALISTER
60	linuron	SC: 450 ou 500 g/L	Plusieurs spécialités commerciales
61	pinoxaden + safener	EC: 50 + 12,5 g/L	AXIAL et AXEO
62	mecoprop-p + ioxynil	EC: 209 + 180 g/L	MEXTRA
63	clodinafop + pinoxaden + safener	EC: 25 + 25 + 6 g/L	TIMOK et TRAXOS

Froment d'hiver

SENSIBILITES VARIETALES AU CHLORTOLURON

Variétés tolérantes	Variétés sensibles
ADEQUAT	ALTOS
ALTIGO	APACHE
ARARAT	BISCAY
CUBUS	CADENZA
DINOSOR	CENTENAIRE
EINSTEIN	CONTENDER
EXPERT	CORVUS
GLASGOW	DEBEN
ISTRABRAQ	DEKAN
KASPART	EQUATION
KATART	FOLIO
KORELI	GRANNY
LEXUS	HAUSSMANN
LIMES	IMPRESSION
MANAGER	LOUISART
MULAN	MERCURY
OAKLEY	MEUNIER
OLIVART	PALADIN
ORATORIO	PARADOR
PATREL	PREMIO
PEPIDOR	ROBIGUS
QUEBON	ROSARIO
RUSTIC	SMUGGLER
SAMURAI	SPONSOR
SELEKT	TRISO
SW TATAROS	VIVANT
TOISONDOR	WINNETOU
TOMMI	
TUAREG	
TULSA	
TYBALT	
WALDORF	

Pour toutes autres variétés que celles citées dans ce tableau, on ne dispose pas de données expérimentales. En conséquence, il faut éviter d'utiliser du chlortoluron sur ces variétés.

Régulateurs de croissance – **Orges et Seigle** (1/1)Stade¹ = échelle phénologique BBCH :(29) fin tallage ; (31-32) 1^{er} nœud - 2^{ème} nœud ; (37-39) dernière feuille-ligule visible ; (45 ou 47) gaine éclatée ; (49) apparition des barbes

Produit commercial	N°	Dose maximum		Composition	Stade ¹ d'application		Nombre d'application
		Orge d'hiver	Orge de printemps		Orges	Seigle	
Composé d'éthéphon							
Agrichim Ethefon	SL 8393/B	1,25 l/ha	0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-47	max. 1
Arvest	SL 7064/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
(Belchim Ethefon Plus)	SL 8887/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
Cerafon	SL 9386/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
Certis Ethefon 480 SL ou Luxan Ethefon 480 SL	SL 7786/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
(Ethefix)	SL 8126/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
(Ethefon 480 SL)	SL 9498/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	max. 1
Ethefon Classic	SL 9202/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
(Ethephus)	SL 9388/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
Ethepro ou Ethefon-Protex 480 g/l	SL 7775/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
Flordimex 480	SL 8678/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	480 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
Harpoon	SL 9166/B	0,7 à 0,9 l/ha	0,45 à 0,6 l/ha	660 g/l éthéphon	37-39	39-45	-
Terpal	SL 9286/B	2,5 à 3 l/ha	1,5 à 2 l/ha	305 g/l chlorure de mépiquat 155 g/l éthéphon	37-49	37-49	-
Composé de Trinexapac-éthyl							
Moddus **	EC 9201/B	0,6-0,8 l/ha en fonction de la variété	0,4-0,6 l/ha en fonction de la variété	250 g/l trinexapac-éthyl	31-32 29-32*	31-32	-

* en orge de printemps ; ** ne pas utiliser en cas de production de semences ;

(...) = Agréations prolongées ou renouvelées en vue d'une liquidation des stocks ;

Régulateurs de croissance – Epeautre, Froment d'hiver, Triticale (1/1)

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (30-31-32) redressement -1^{er} nœud - 2^{ème} nœud ; (37ou39) dernière feuille ; (45ou47) gaine éclose ;

Produit commercial	Epeautre	Froment d'hiver	Triticale	N°	Composition	Fro. Hiv. et triticale dose max.	Epeautre dose max.	Stade ¹	Nbre d'application
Composé d'éthéphon									
Agrichim Ethefon	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8393/B	480 g/l éthéphon	1,25 l/ha	0,75 l/ha	37-47	max. 1
Arvest	Agréé	Agréé	Agréé	SL 7064/B	480 g/l éthéphon	0,5 à 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
<i>(Belchim Ethefon Plus)</i>	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8887/B	480 g/l éthéphon	1 - 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
Cerafon	Agréé	Agréé	Agréé	SL 9386/B	480 g/l éthéphon	0,5-1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
Certis Ethefon 480 SL ou Luxan Ethefon 480 SL	Agréé	Agréé	Agréé	SL 7786/B	480 g/l éthéphon	1 à 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
<i>(Ethefix)</i>	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8126/B	480 g/l éthéphon	1 à 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
<i>(Ethefon 480 SL)</i>	Agréé	Agréé	Agréé	SL 9498/B	480 g/l éthéphon	0,5 à 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
Ethefon Classic	Agréé	Agréé	Agréé	SL 9202/B	480 g/l éthéphon	0,5 à 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
<i>(Etheflus)</i>	Agréé	Agréé	Agréé	SL 9388/B	480 g/l éthéphon	0,5 à 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
Ethepro ou Ethefon-Protex 480 g/l	Agréé	Agréé	Agréé	SL 7775/B	480 g/l éthéphon	1 à 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
Flordimex 480	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8678/B	480 g/l éthéphon	1 à 1,25 l/ha (a)	0,75 l/ha (b)	37-45	-
Harpoon	Agréé	Agréé	Agréé	SL 9166/B	660 g/l éthéphon	0,35 à 0,9 l/ha (aa)	0,55 l/ha (bb)	37-45	-
Terpal *	-	Agréé	Agréé	SL 9286/B	305 g/l chlorure de mépiquat et 155 g/l éthéphon	2,5 à 3 l/ha	-	32-39	-
Composé de trinexapac-éthyl	** ne pas utiliser en cas de production de semences								
Moddus **	Agréé	Agréé	Agréé	EC 9201/B	250 g/l trinexapac-éthyl	0,4-0,5 l/ha	0,4-0,5 l/ha	31-32	-
Composé de chlorméquat									
Agrigrard Chlorméquat 720	Agréé	Agréé	Agréé	SL 9189/B	720 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
Agro CCC 720	Agréé	Agréé	Agréé	SL 9182/B	720 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
Barclay Holdup 720	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8990/B	720 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
Barclay Holdup 750	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8948/B	750 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
BC 720 CCC	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8790/B	720 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
Belcoel 750	Agréé	Agréé	Agréé	SL 7384/B	750 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
Cycocel 75	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8679/B	750 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
Cycofix 750	Agréé	Agréé	Agréé	SL 8800/B	750 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
Meteor 369 SL	-	Agréé	-	SL 8559/B	368 g/l chlorméquat et 0,8 g/l imazaquin	2 l/ha	-	30-32	max. 1
Metex	Agréé	Agréé	Agréé	SL 7490/B	460 g/l chlorméquat	1,6 l/ha	1,6 l/ha	30-32	max. 2
Stabilan 750	Agréé	Agréé	Agréé	SL 9138/B	750 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2
Stabilan Linz	Agréé	Agréé	Agréé	SL 7908/B	720 g/l chlorméquat	1 l/ha	1 l/ha	30-32	max. 2

Dans les parcelles préalablement traitées au chlorméquat un traitement antiverse complémentaire peut être envisagé.

- (a) Il sera appliqué à la dose de 0,50 à 0,75 l/ha (a) en froment d'hiver, à la dose de 0,35 à 0,55 l/ha (aa) en froment d'hiver et triticale.
 (b) Il sera appliqué à la dose de 0,5 l/ha (b), à la dose de 0,35 l/ha (bb).

(...) = Agréations prolongées ou renouvelées en vue d'une liquidation des stocks ;

Régulateurs de croissance – Avoine et Froment de printemps (1/1)

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (21) tallage ; (30) redressement ; (31) 1^{er} nœud ; (32) 2^{ème} nœud ; (39) dernière feuille ;

Produit commercial	N°	Dose maximum		Composition	Stade d'application		Nombre d'application
		Avoine	Froment de printemps		Avoine	Froment de printemps	
Composé de chlorméquat							
Agriguard Chlorméquat 720	SL 9189/B	2 l/ha	0,65 - 1 l/ha	720 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Agro CCC 720	SL 9182/B	2 l/ha	0,65 - 1 l/ha	720 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Barelay Holdup 720	SL 8990/B	2 l/ha	0,65 - 1 l/ha	720 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Barelay Holdup 750	SL 8948/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	750 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
BC 720 CCC	SL 8790/B	2 l/ha	0,6 à 1 l/ha	720 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Belcocel 750	SL 7384/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	750 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Cycocel 75	SL 8679/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	750 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Cycocifx 750	SL 8800/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	750 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Metex	SL 7490/B	3 l/ha	1 - 1,6 l/ha	460 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Stabilan 750	SL 9138/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	750 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Stabilan Linz	SL 7908/B	2 l/ha	0,65 - 1 l/ha	720 g/l chlorméquat	plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Composé d'éthéphon							
Terpal	SL 9286/B	-	2,5 à 3 l/ha ou 1,5 à 2 l/ha**	305 g/l chlorure de mépiquat 155 g/l éthéphon	-	32-39	-
Composé de trinexapac-éthyl							
Moddus *	EC 9201/B	0,4 l/ha	0,4 l/ha	250 g/l trinexapac-éthyl	30-31	30-31	-

* ne pas utiliser en cas de production de semences ; ** si la céréale a reçu un traitement préalable au chlorméquat ;

FONGICIDES

EPEAUTRE – FROMENTS – ORGES – SEIGLE – TRITICALE

Les différents fongicides à pulvériser, agréés en Belgique pour lutter contre les maladies des céréales sont présentés dans les tableaux suivants :

1. Epeautre, froments, seigle et triticales
2. Orges

Les fongicides appliqués par traitement des semences font l'objet de tableaux spécifiques.

Des recommandations pratiques quant à l'utilisation des fongicides figurent dans la rubrique « Protection contre les maladies ». En fonction de la, ou des maladies présentes 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

Légende : WP :	Poudre mouillable	EC :	Solution émulsionnable
SC :	Suspension concentrée	SL :	Concentré soluble
SE :	Suspo-émulsion	EW :	Emulsion aqueuse
WG :	Granulés à disperser	DC :	Concentré dispensable
		ME :	Micro-émulsion

Commentaires préalables de l'équipe Livre Blanc :

- La résistance du piétin-verse au carbendazime et au thiophanate-méthyl peut être très fréquente ;
Fongicides : Epeautre, froments, seigle et triticales
- Les strobilurines (azoxystrobine, dimoxystrobine, famoxadone, fluoxastrobine, krésoxym-méthyl, picoxystrobine, pyraclostrobine, trifloxystrobine) ne fonctionnent plus sur la septoriose des feuilles ;
- L'efficacité du mancozèbe sur rouille brune ou jaune est très inférieure à celle de triazoles ou de strobilurines.
Fongicides : Orges
- La rouille jaune n'est plus observée en orges depuis longtemps ;

20 Fongicides : Epeautre, froments, seigle et triticale

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (1/5)

Noms commerciaux	Substances actives	Familles chimiques	Formulation	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Céréales (E/F/S/T) ³	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose max. (L ou kg / ha)	Stade ¹ d'application	Pétin-verse	Oidium	Rouille jaune	Septorose (feuilles)	Rouille brune	Septorose de l'épi	Fusariose
ACANTO	250 g/l picoxystrobine	strobilurine	SC	-	5 m	- / F / - / -	2 en 2ans / 2	1 l/ha	32-59		X	X	X	X	X	
ALLEGRO	125 g/l époxiconazole + 125 g/l krésoxim-méthyl	triazole + strobilurine	SC	-	2 m	- / F* / - / - E / - / - / - - / - / S / T	2 en 2ans / 2 2 en 2ans / 1	1 l/ha	31-59 31-59 37-59	X	X	X	X	X	X	X
ALTO EXTRA	160 g/l cyproconazole + 250 g/l propiconazole	triazole + triazole	EC	-	-	- / F* / - / -	-	0,5 l/ha	31-58		X	X	X	X	X	
AMISTAR	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	SC	-	5 m	- / F / S / T	2 / 2	1 l/ha	32-59		X	X	X	X	X	
AMISTAR OPTI	80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact	SC	-	-	E / F / S / T	2 / 2	2,5 l/ha	32-59			X	X	X	X	
AMISTAR XTRA	200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole	SC	-	2 m	E / F / S / T	2 / 2	1 l/ha	32-59		(X)	X	(X)	X	(X)	
APACHE	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole	SE	-	20m / 50 %	E / F / S / T	2 / 2	2 l/ha	31-59			X	X	X		
ARMURE	150 g/l difenoconazole + 150 g/l propiconazole	triazole + triazole	EC	-	-	- / F / - / -	- / 1	0,8 l/ha	50-59		X	X	X	X	X	(X)
BRAVO	500 g/l chlorothalonil	contact	SC	-	-	- / F / - / T	2 / 2	2 l/ha	32-59			X	X	X	X	
BRAVO 500	500 g/l chlorothalonil	contact	SC	-	-	- / F / - / T	2 / 2	2 l/ha	32-59			X	X	X	X	
BRAVO XTRA	375 g/l chlorothalonil + 40 g/l cyproconazole	contact + triazole	SC	-	20 m	- / F* / - / -	2 / 2	2 l/ha	32-59		(X)	X	X	X	X	
BUMPER 25 EC	250 g/l propiconazole	triazole	EC	-	-	- / F* / - / T**	- / -	0,5 l/ha	31-59		X	X	X	X	X	
BUMPER P	400 g/l prochloraz + 90 g/l propiconazole	imidazole + triazole	EC	-	-	- / F / - / - - / F / - / -	- / - - / -	1-1,25 l/ha 1-1,25 l/ha	31-59 37		(X)	X	X	X	X	X
CADDY 240 EC	240 g/l cyproconazole	triazole	EC	-	-	- / F* / - / -	- / -	0,4 l/ha	31-59	(X)	(X)	X	(X)	X	(X)	

STADE¹ (BBCH): 30= Début redressement ; 39= Dernière feuille ; 50-59= début-fin de l'épiaison. DAR²: délai avant récolte. E/F/S/T³= Epeautre / Froment / Seigle / Triticale. F* = Froment d'hiver.

TRD⁴ = Technique réduisant la dérive de x % .⁵ PAR AN = par année, sur une même terre qui qu'elle porte comme cultures. / PAR CYCLE = au cours de la culture en cours.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 8 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 6.3 Lutte contre les maladies : recommandations pratiques.

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (2/5)

Noms commerciaux	Substances actives	Familles chimiques	Formulation	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Céréales (E/F/S/T) ³	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose max. (L ou kg / ha)	Stade ¹ d'application	Ptén-verse	Oidium	Rouille jaune	Septorose (feuilles)	Rouille brune	Septorose de l'épi	Fusariose
CAPITAN 25 EW	250 g/l flusilazole	triazole	EW	28	5 m	- /F*/- /T	- /-	0,8 l/ha mélange obligatoire avec 100 g/ha s.a. carbendazime	31	X						
CARAMBA / CARAMBA 60 SL	60 g/l metconazole (cis/trans 84/16)	triazole	SL	-	10 m	- /F*/- /-	2 / 2	1 l/ha	37-59			X	X	X	X	X
CHARISMA	100 g/l famoxadone + 106,6 g/l flusilazole	"strobilurine" + triazole	EC	-	20 m	- /F*/- /-	- / 2	1 l/ha	65							X
CHEROKEE	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole	SE	-	20m / 50 %	E /F/S/T	2 / 2	2 l/ha	31-59			X	X	X		
CITADELLE	375 g/l chlorothalonil + 40 g/l cyproconazole	contact + triazole	SC	-	5 m	- /F*/- /-	2 / 2	2 l/ha	32-59		(X)	X	X	X	X	
COMET	250 g/l pyraclostrobine	strobilurine	EC	-	5 m	E/F/- /T	2 / 2	1 l/ha	31-59			X	X	X	(X)	
CORBEL	750 g/l fenpropimorphe	morpholine	EC	28	-	E/F/- /-	- / 2	1 l/ha	31-37		X	X		X		
DELAN 70 WG	70 % dithianon	contact	WG	-	-	E/F/- /T	- / 2	1 l/ha	58		X	X		X		
DIAMANT	42,9 g/l époxiconazole + 214,3 g/l fenpropimorphe + 114,3 g/l pyraclostrobine	triazole + morpholine + strobilurine	SE	-	5 m	E/F/S/T	- / 2	1,75 l/ha	31-59		X	X	X	X	X	X
DELARO	175 g/l prothioconazole + 150 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine	SC	-	5 m	E /F/- /T	2 / 1	1 l/ha	31-32	X						
EMINENT	125 g/l tetraconazole	triazole	ME	-	20 m / 50 %	- /F*/- /-	2 / 2	1 l/ha	31-69		X	X	X	X	X	
FANDANGO	100 g/l prothioconazole + 100 g/l fluoxastrobine	triazole + strobilurine	EC	-	20 / 50 %	E/F/- /-	1 / 1	1 l/ha	31-59		X	X	X	X	X	
							2 / 1	1,5 l/ha	31-32	X						
									31-65		X	X	X	X	X	X*

STADE¹ (BBCH): 30= Début redressement ; 39= Dernière feuille ; 50-59= début-fin de l'épiaison. **DAR²**: délai avant récolte. **E/F/S/T³**: Epeautre / Froment / Seigle / Triticale. F* = Froment d'hiver.

TRD⁴ = Technique réduisant la dérive de x %.

PAR AN⁵ = par année, sur une même terre qui qu'elle porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture en cours.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 8 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 6.3 Lutte contre les maladies : recommandations pratiques.

22 Fongicides : Epeautre, froments, seigle et triticale

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (3/5)

Noms commerciaux	Substances actives	Familles chimiques	Formulation	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Céréales (E/F/S/T) ³	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose max. (L ou kg / ha)	Stade ¹ d'application	Pétiin-verse	Oidium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de l'épi	Fusariose
FLAMENCO	100 g/l fluquinconazole	triazole	SC	-	-	- /F/- /-	1 / 1	1,5 l/ha	-	X	X	X	X	X	X	
FLAMENCO PLUS	54 g/l fluquinconazole + 174 g/l prochloraz	triazole + imidazole	SE	-	-	- /F/- /-	- / -	2,3 l/ha	31-39 31-58	X	X	X	X	X	X	
FLEXITY	300 g/l metrafenone	non classé	SC	-	20 m / 50 %	E/F/S/T	2 / 1	0,5 l/ha	31-32	X						
FORTRESS	500 g quinoxifène / l	anti-oïdium	SC	-	5 m	E/F/S/T	2 / 2	0,5 l/ha	31-59		X					
HORIZON EW	250 g/l tébuconazole	triazole	EW	-	-	-F/- /T	1 / 1	1 l/ha	31-59		X	X	X	X	X	
IMPACT R	200 g/l carbendazime + 94 g/l flutriafol	benzimidazole + triazole	SC	-	20 m / 50 %	-F/- /T	2 / 1	1,25 l/ha	31-39	X						
IMPULSE	500 g spiroxamine / l	anti-oïdium	EC	-	10 m	E/F	2 / 2	1,25 l/ha	39-59		X	X	X	X	X	X
INPUT PRO	250 g/l prothioconazole	triazole	EC	35	5 m	-F*/S/-	- / 2	1,50 l/ha	31-37		X					
INTER Chlorothalonil 500 SC	500 g/l chlorothalonil	contact	SC	-	-	-F/- /T	2 / 1	0,8 l/ha	31-32	X						
INTER Propiconazol 250 EC	250 g/l propiconazole	triazole	EC	-	-	-F/- /T	2 / 1	0,8 l/ha	31-65		X	X	X	X	X	X
INTER SWING	133 g/l dimoxystrobine + 50 g/l époxiconazole	strobilurine + triazole	SC	42	-	E/F/- /-	1 / 1	1,5 l/ha	32-59							
INTER Tébuconazole 250 EW	250 g/l tébuconazole	triazole	EW	-	-	-F/- /T	2 / 2	2 l/ha	31-59		X	X	X	X	X	
INTER THIANON WG	70 % dithianon	contact	WG	-	-	-F/- /T	-	0,5 l/ha	59-65 65							X
mancozèbe (2)	75 % mancozèbe	dithiocarbamates (4)	WG	-	5 m	E/F/S/T	1 / 1	1,5 l/ha	31-59		X	X	X	X	X	
mancozèbe (3)	80 % mancozèbe	dithiocarbamates (4)	WP	-	5 m	E/F/S/T	1 / 1	1 l/ha	31-59		X	X	X	X	X	
MASTANA SC	450 g mancozèbe / l	dithiocarbamates (4)	SC	-	5 m	E/F/S/T	- / 2	3,6 l/ha	32-59			X	X	X	X	

STADE¹ (BBCH): 30= Début redressement ; 39= Dernière feuille ; 50-59= début-fin de l'épiaison. **DAR**²: délai avant récolte. **E/F/S/T**³= Epeautre / Froment / Triticale. F*= Froment d'hiver.

TRD⁴ = Technique réduisant la dérive de x %. **PARAN**⁵ = par année, sur une même terre quel que soit le porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture en cours.

(2) **WG 75 % mancozèbe** : DEQUIMAN MZ WG / DITHANE WG / MANCOMIX WG / MANCOPLUS 75 WG / MANFIL 75 WG / MILCOZEBE 75 WG / PENNCOZEB WG / PROZEB WG
 (3) **WP 80 % mancozèbe** : PROMAN 80 WP / ASTRAMAN / DITHANE M 45 / HERMOZEB 80 WP / AGRO-MANCOZEB 80 WP / DEQUIMAN MZ WP / HUMAN / INDOFIL M-45 / MANFIL 80 WP / PENNCOZEB / PROZEB / SPOUTNIK (4): l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 8 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 6.3 Lutte contre les maladies : recommandations pratiques.

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (4/5)

Noms commerciaux	Substances actives	Familles chimiques	Formulation	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Céréales (E/F/S/T) ³	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose max. (L ou kg / ha)	Stade ¹ d'application	Ptén-verse	Oidium	Rouille jaune	Septorose (feuilles)	Rouille brune	Septorose de l'épi	Fusariose
MILDIN	750 g fenpropidine / l	anti-oïdium	EC	-	-	- / F / - / T	-	0,75	31-59	X						
MIRAGE 45 EC	450 g/l prochloraz	imidazole	EC	-	-	- / F* / S* / T	2 / 2	1 l/ha	31-39	X						
NISSIDIUM	50 g cyflufenamide / l	amidoxime	EW	-	-	- / F* / - / T	2 / 2	1 l/ha	39-59						X	
OLYMPUS	80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact	SC	-	-	E / F / S / T	max. 2	2,5 l/ha	32-59			X	X	X	X	
OPERA	50 g/l époxiconazole + 133 g/l pyraclostrobine	triazole + strobilurine	SE	-	5 m	E / F / - / -	2 / 2	1,5 l/ha	31-39		X	X	X	X	X	X
OPUS	125 g/l époxiconazole	triazole	SC	-	5 m	- / F* / - / -	1 / 1	1,5 l/ha	31	X						
OPUS TEAM	84 g/l époxiconazole + 250 g/l fenpropimorphe	triazole + morpholine	SE	-	-	E / F* / - / -	2 / 2	1,5 l/ha	31-59		X	X	X	X	X	X
PRIORI XTRA	200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole	SC	-	2 m	- / - / S / T	1 / 1	1,5 l/ha	37-50			X	X	X	X	X
PROSARO	125 g/l prothioconazole + 125 g/l tébuconazole	triazole + triazole	EC	-	5 m	E / F / - / -	1 / 1	1 l/ha	32-59		X	X	X	X	X	
PUNCH SE	125 g/l carbendazime + 250 g/l flusilazole	triazole	SE	-	10 m	- / F* / - / T	2 / 1	0,8 l/ha	31-37	X	(X)	X	X	X	X	X
						- / F* / S / T	2 / 1	0,7 l/ha	39-59							
							2 / 1	0,7 l/ha	39-59		(X)	X	X	X	X	

STADE¹ (BBCH): 30= Début redressement ; 39= Dernière feuille ; 50-59= début-fin de l'épiaison. **DAR²**: délai avant récolte. **E/F/S/T³**= Epeautre / Froment / Seigle / Triticale. F* = Froment d'hiver.

TRD⁴ = Technique réduisant la dérive de x %.

PARAN⁵ = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture en cours.

REMARQUE: les données des colonnes 4 à 8 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 6.3 Lutte contre les maladies : recommandations pratiques.

24 Fongicides : Epeautre, froments, seigle et triticale

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (5/5)

Noms commerciaux	Substances actives	Familles chimiques	Formulation	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Céréales (E/F/S/T) ³	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose max. (L ou kg / ha)	Stade ⁶ d'application	Piétin-verse	Oidium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de l'épi	Fusariose
RIZA	250 g/l tébuconazole	triazole	EW	-	-	-/F/-/T	1 / 1	1 l/ha	31-59	X	X	X	X	X	X	
ROMBUS 250 DC	125 g/l propiconazole + 125 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine	DC	-	20 m	-/F/-/T	2 / 2	1 l/ha	31-59	X	X	X	X	X	X	
SPHERE 267,5 DC	80 g/l cyproconazole + 187,5 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine	DC	-	20 m	-/F/-/T	2 / 2	1 l/ha	31-59	X	X	X	X	X	X	
SPORTAK	450 g/l prochloraz	imidazole	EC	-	10 m	-/F*/S/T	2 / 2	1 l/ha	31-39	X						
SPORTAK EW	450 g/l prochloraz	imidazole	EW	-	5 m	-/F*/S/T	2 / 2	1 l/ha	31-39	X						
soufre (1)	80 % soufre	contact	WG	-	-	E/F/S/T	-	4,00-5,00	31-39	X						
STEREO	250 g/l cyprodinil + 62,5 g/l propiconazole	anti-oïdium+piétin + triazole	EC	-	-	-/F/-/T	2 / 2	2 l/ha	31-37	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)	
SULFOSTAR ou SULFOVIT SUPER	80 % soufre	contact	WP	-	-	E/F/S/T	-	4,00-5,00	31-37	X						
SWING GOLD	133 g/l dimoxystrobine + 50 g/l époxiconazole	strobilurine + triazole	SC	42	10 m	E /F/-/T	1 / 1	1,5 l/ha	59-65				X	X		
TEBUSTAR	250 g/l tébuconazole	triazole	EW	-	-	-/F/-/T	1 / 1	1 l/ha	31-59	X	X	X	X	X	X	X
TOPSIN M 500 SC	500 g thiophanate-méthyl / l	benzimidazole	SC	-	-	E/F/S/T	- / 1	0,60-0,80	30-37	X						
TOPSIN M 70 WG	70 % thiophanate-méthyl	benzimidazole	WG	-	-	E/F/S/T	- / 1	0,43-0,57	30-37	X						
TRIMANGOL WG	75 % manébe	dithiocarbamates (4)	WG	-	5 m	E/F/S/T	- / 2	2,10	32-59			X		X		
TRIMANGOL 80	80 % manébe	dithiocarbamates (4)	WP	-	5 m	E/F/S/T	- / 2	2,00	32-59			X		X		
TWIST 125 DC	125 g/l trifloxystrobine	strobilurine	DC	-	20 m	-/F/-/T	2 / 2	1,5 l/ha	31-59	X	X	X	X	X	X	
TWIST 500 SC	500 g/l trifloxystrobine	strobilurine	SC	-	-	-/F/-/T	2 / 2	0,375 l/ha	31-59	X	X	X	X	X	X	
VENTURE	233 g/l boscalid + 67 g/l époxiconazole	pyridine + triazole	SC	-	5 m	E/F/S/T	2 / 2	1,5 l/ha	31-59	X		X	X	X	X	
ZORAL	450 g/l prochloraz	imidazole	EC	-	10 m	-/F*/S/T	2 / 2	1 l/ha	31-39	X						
						-/F*/T	2 / 2	1 l/ha	39-59	X					X	

STADE (BBCH): 30= Début redressement ; 39= Dernière feuille ; 50-59= début-fin de l'épiaison. **DAR**²: délai avant récolte. **E/F/S/T**³= Epeautre / Froment / Seigle / Triticale. F*= Froment d'hiver.

TRD⁴ = Technique réduisant la dérive de x %. **PAR AN**⁵ = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures. **PAR CYCLE** = au cours de la culture en cours.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 8 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 6.3 Lutte contre les maladies : recommandations pratiques.

(1) Produits à base de soufre : COSAVET / HERMOVIT / KUMULUS WG / SPUITZWAVEL 800 WG / LUXAN SPUITZWAVEL 800 WG / MICROSULFO / MICROTHIOL SPECIAL / THIOVIT JET

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (1/3)

Noms commerciaux	Substances actives	Familles chimiques	Formulation	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose max. (L ou kg / ha)	Stade ¹ d'application	Pétri-verse	Oïdium	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naïne	Helminthosporose	Rhynchosporose
ACANTO	250 g/l picoxystrobine	strobilurine	SC	-	5 m	2 en 2ans / 2	1 l/ha	31-39		X			X	X	X
ALLEGRO (1)	125 g/l époxiconazole + 125 g/l krésoxim-méthyl	triazole + strobilurine	SC	-	2 m	2 en 2ans / 2	1 l/ha	31-37		X		X	X	X	X
AMISTAR	250 g/l azoxystrobine	strobilurine	SC	-	5 m	2 / 2	1 l/ha	31-39		X			X	X	
AMISTAR OPTI	80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact	SC	-	-	2 / 2	2,5 l/ha	32-39					X	X	X
AMISTAR XTRA	200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole	SC	-	2 m	2 / 2	1 l/ha	31-39		(X)		X	X	X	X
APACHE	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole	SE	-	20m / 50 %	2 / 2	2 l/ha	31-39					X	(X)	X
BRAVO	500 g/l chlorothalonil	contact	SC	-	-	2 / 2	2 l/ha	39			X	X	X	X	X
BRAVO 500	500 g/l chlorothalonil	contact	SC	-	-	2 / 2	2 l/ha	39			X	X	X	X	X
BUMPER P	400 g/l prochloraz + 90 g/l propiconazole	imidazole + triazole	EC	-	-	- / -	1-1,25 l/ha	31-59	X	(X)	X	X	X	X	X
CAPITAN 25 EW	250 g/l flusilazole	triazole	EW	28	5 m	- / -	0,7 l/ha	31-39		X	X	X	X	X	X
CARAMBA / CARAMBA 60 SL (2)	60 g/l metconazole (cis/trans 84/16)	triazole	SL	-	10 m	2 / 2	1 l/ha	31-49					X	X	X
CHARISMA	100 g/l famoxadone + 106,6 g/l flusilazole	"strobilurine" + triazole	EC	-	20 m	- / 2	1,5 l/ha	31-37						X	X
CHEROKEE	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole	SE	-	20m / 50 %	2 / 2	2 l/ha	31-39					X	(X)	X
COMET	250 g/l pyraclostrobine	strobilurine	EC	-	5 m	2 / 2	1 l/ha	31-39			X	X		X	(X)
CREDO	500 g/l chlorothalonil + 100 g/l picoxystrobine	contact + strobilurine	EC	-	5 m	2 / 2	2 l/ha	31-39					X	X	X
DIAMANT	42,9 g/l époxiconazole + 214,3 g/l fenpropimorphe + 114,3 g/l pyraclostrobine	triazole + morpholine + strobilurine	SE	-	5 m	- / 2	1,75 l/ha	31-39		X		X	X	X	X

STADE¹ (BBCH): 30= Début redressement ; 39= Dernière feuille ; 50-59= début-fin de l'épiaison. **DAR²** : délai avant récolte.

TRD⁴ = Technique réduisant la dérive de x %. ⁵ **PAR AN** = par année, sur une même terre quoi que le porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture en cours.

(1) L'ALLEGRO n'est pas agréé en orge brassicole (2) : Agréé uniquement en orge d'hiver.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 8 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 6.3 Lutte contre les maladies : recommandations pratiques.

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (2/3)

Noms commerciaux	Substances actives	Familles chimiques	Formulation	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose max. (L ou kg / ha)	Stade ¹ d'application	Ptén-verse	Oidium	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naïve	Helminthosporose	Rhynchosporose
DELARO	175 g/l prothioconazole + 150 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine	SC	-	5 m	2 / 1	0,8 l/ha	30-49		X			X	X	X
FANDANGO	100 g/l prothioconazole + 100 g/l floxastrobine	triazole + strobilurine	EC	-	20 / 50 %	2 / 1	1,5 l/ha	30-32 31-49	X				X	X	
FORTRESS	500 g quinoxyfen / l	anti-oidium	SC	-	5 m	2 / 2	0,30 l/ha	31-59		X					
HORIZON EW	250 g/l tébuconazole	triazole	EW	-		1 / 1	1,0 à 1,5 l/ha	31 ou 45		X			X	X	X
IMPACT R	200 g/l carbendazime + 94 g/l flutriafol	benzimidazole + triazole	SC	-	5 m	2 / 2	1,25 l/ha	39-59		X	X		X		
IMPULSE	500 g spiroxamine / l	anti-oidium	EC	-	10 m	- / 2	1,50 l/ha	31-37		X					
INPUT PRO	250 g/l prothioconazole	triazole	EC	35	5 m	2 / 1	0,8 l/ha	30-32	X				X	X	
INTER Chlorothalonil 500 SC	500 g/l chlorothalonil	contact	SC	-	-	2 / 2	2 l/ha	39			X	X	X	X	X
INTER Propiconazol 250 EC	250 g/l propiconazole	triazole	EC	-	-	-	0,5 l/ha	31-59		X	X				
INTER Tébuconazol 250 EW	250 g/l tébuconazole	triazole	EW	-		1 / 1	1,0 à 1,5 l/ha	31 ou 45		X			X	X	X
mancozèbe (2)	75 % mancozèbe	dithiocarbamates (4)	WG	-	5 m	- / 2	2,1 kg/ha	32-59					X		
mancozèbe (3)	80 % mancozèbe	dithiocarbamates (4)	WP	-	5 m	- / 2	2 kg/ha	32-59					X		
MASTANA SC	450 g mancozèbe / l	dithiocarbamates (4)	SC	-	5 m	- / 2	3,6 l/ha	32-59					X		
MILDIN	750 g fenpropidine / l	anti-oidium	EC	42	-	-	0,75	31-59		X					
MIRAGE 45 EC (2)	450 g/l prochloraz	imidazole	EC	-	-	2 / 2	1 l/ha	31-39	X	(X)				X	X
NISSIDIUM	50 g cyflufenamide / l	amidoxime	EW	-	-	- / 2	0,50	31-59		X					
OLYMPUS	80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact	SC	-	-	max. 2	2,5 l/ha	32-39					X	X	X
OPERA	50 g/l époxiconazole + 133 g/l pyraclostrobine	triazole + strobilurine	SE	-	5 m	2 / 2	1,5 l/ha	31-39		X		X	X	X	X
OPUS	125 g/l époxiconazole	triazole	SC	-	5 m	2 / 1	1,5 l/ha	31	X						
						2 / 1	1 l/ha	31-39		(X)	X	X	X		

STADE¹ (BBCH): 30= Début redressement ; 39= Dernière feuille ; 50-59= début-fin de l'épiaison. DAR²: délai avant récolte.

TRD⁴ = Technique réduisant la dérive de x % ;⁵ PARAN = par année, sur une même terre quel qu'elle porte comme cultures. / PAR CYCLE = au cours de la culture en cours.

(2) WG 75 % mancozèbe : DEQUIMAN MZ WG / DITHANE WG / MANCOMIX WG / MANCOPLUS 75 WG / MANFIL 75 WG / MIL-COZEBE 75 WG / PENNCOZEB WG / PROZEB WG

(3) WP 80 % mancozèbe : PROMAN 80 WP / ASTRAMAN / DITHANE M 45 / HERMOZEB 80 WP / AGRO-MANCOZEB 80 WP / DEQUIMAN MZ WP / HUMAN / INDOFIL M-45 / MANFIL 80 WP / PENNCOZEB / PROZEB / SPOUTNIK/PROZEB/PROMAN 80 WP (4) : l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 8 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidu, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 6.3 Lutte contre les maladies : recommandations pratiques.

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (3/3)

Noms commerciaux	Substances actives	Familles chimiques	Formulation	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose max. (L ou kg / ha)	Stade ¹ d'application	Pétiin-verse	Oïdium	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naine	Helminthosporose	Rhynchosporose
OPUS TEAM	84 g/l époxiconazole + 250 g/l fenpropimorphe	triazole + morpholine	SE	-	-	1 / 1 2 / 2	2,25 l/ha 1,5 l/ha	31 31 ou 45	X	X	X	X	X	X	X
PRIORI XTRA	200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole	SC	-	2 m	2 / 2	1 l/ha	31-39		(X)		X	X	X	X
PUNCH SE	125 g/l carbendazime + 250 g/l flusilazole	triazole	SE	-	10 m	2 / 1	0,7 l/ha	31-37		(X)	X	X	X	X	X
RIZA	250 g/l tébuconazole	triazole	EW	-	2 m	1 / 1	1,0 à 1,5 l/ha	31 ou 45		X			X	X	X
ROMBUS 250 DC	125 g/l propiconazole + 125 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine	DC	-	20 m	2 / 2	1 l/ha	31-37			X	X	X	X	X
SPORTAK (2)	450 g/l prochloraz	imidazole	EC	-	10 m	2 / 2	1 l/ha	31-39	X				X	X	X
SPORTAK EW (2)	450 g/l prochloraz	imidazole	EW	-	5 m	2 / 2	1 l/ha	31-39	X				X	X	X
soufre (1)	80 % soufre	contact	WG	-	-	-	4,00-5,00	31-39		X					
STEREO (2)	250 g/l cyprodinil + 62,5 g/l propiconazole	anti-oïdium+ptéin + triazole	EC	-	-	2 / 2	2 l/ha	31-37		(X)		(X)	X	X	X
SULFOSTAR ou SULFOVIT SUPER	80 % soufre	contact	WP	-	-	-	4,00-5,00	31-37		X					
TEBUSTAR	250 g/l tébuconazole	triazole	EW	-	-	1 / 1	1,0 à 1,5 l/ha	31 ou 45		X		X	X	X	X
TOPSIN M 500 SC	500 g thiophanate-méthyl / l	benzimidazole	SC	-	-	- / 1	0,60-0,80	30-37	X						
TOPSIN M 70 WG	70 % thiophanate-méthyl	benzimidazole	WG	-	-	- / 1	0,43-0,57	30-37	X						
TRIMANGOL WG	75 % manèbe	dithiocarbamates (4)	WG	-	5 m	- / 2	2,10	32-59				X			
TRIMANGOL 80	80 % manèbe	dithiocarbamates (4)	WP	-	5 m	- / 2	2,00	32-59				X			
TWIST 125 DC	125 g/l trifloxystrobine	strobilurine	DC	-	20 m	2 / 2	1,5 l/ha	31-37		X		X	X	X	X
TWIST 500 SC	500 g/l trifloxystrobine	strobilurine	SC	-	-	2 / 2	0,375 l/ha	31-59		X		X	X	X	X
VENTURE	233 g/l boscalid + 67 g/l époxiconazole	pyridine + triazole	SC	-	5 m	2 / 2	1,5 l/ha	31-39				X	X	X	X
ZORAL	450 g/l prochloraz	imidazole	EC	-	10 m	2 / 2	1 l/ha	31-39	X					X	X

STADE¹ (BBCH): 30= Début redressement ; 39= Dernière feuille ; 50-59= début-fin de l'épiaison. **DAR**²: délai avant récolte.

TRD⁴ = Technique réduisant la dérive de x %. ⁵ **PAR AN** = par année, sur une même terre quel qu'elle porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture en cours.

(2) Uniquement en orge d'hiver.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 8 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 6.3 Lutte contre les maladies : recommandations pratiques.

(1) Produits à base de soufre : COSAVET / HERMOVIT / KUMULUS WG / SPUITZWAVEL 800 WG / LUXAN SPUITZWAVEL 800 WG / MICROTHIOL SPECIAL / THIOVIT JET

Réalisé par le CADCO à partir des données disponibles sur le Phytoweb en date du 08/01/2009

Pour rappel : Les semences traitées en Belgique ne peuvent l'être qu'avec un produit agréé pour cet usage. Les semences traitées provenant de l'étranger peuvent être importées si la substance active qui a servi au traitement est agréée en Belgique.

Tableau 1 : traitements agréés uniquement contre carie du blé.

Noms commerciaux	Formulation / concentration en s.a.	Céréales (A/E/F/O/S/T) 1	Dose maximum	Substances actives
AGRO-MANCOZEB 80 WP / ASTRAMAN / DEQUIMAN MZ WP / DITHANE M 45 / HERMOZEB 80 WP / INDOFIL M-45 / HUMAN / MANFIL 80 WP / PENNCOZEB / PROMAN 80 WP / PROZEB / SPOUTNIK	WP (80 %)	- / - / F / - / - / -	0,13-0,2 kg/100 kg	mancozèbe
DEQUIMAN MZ WG / DITHANE WG / MANFIL 75 WG / MILCOZEBE 75 WG / MASTANA SC	WG (75 %) SC (45,5 g/l)	- / - / F / - / - / - - / - / F / - / - / -	0,13-0,21 kg/100 kg 0,22-0,36 L/100 kg	mancozèbe mancozèbe

Tableau 2 : traitements agréés pour lutter contre une ou plusieurs maladies/ravageurs.

Noms commerciaux	Substances actives et concentration	Formulation	Céréales (A/E/F/O/S/T) 1		Dose/100kg	Agréé contre
			1 A/E/O/S/T = Avoine / Epeautre / Froment / Orge / Seigle / Triticale.			
BARITON	37,5 g/l fluoxastrobine et de prothioconazole	FS	- / - / E / F / - / S / T	- / - / E / F / - / S / T	150 ml	charbon nu / carie du blé / fusariose
CELEST	25 g/l fludioxonil	FS	- / - / - / O / - / -	- / - / - / O / - / -	200 ml	helminthosporiose carie du blé / fusariose / septoriose
CERALL	10E9-10E10 CFU/ml pseudomonas chlororaphis (MA342)	FS	- / - / F / - / - / -	- / - / F / - / - / -	1.000 ml	carie du blé / fusariose / septoriose fusariose
GAUCHO BLE (1)	37,5 g/l bitertanol et 175 g/l imidacloprid	FS	- / - / F / H / - / - / -	- / - / F / H / - / - / -	400 ml	puccerons vecteurs de JNO / carie du blé / répulsif oiseaux / (fusariose)
GAUCHO ORGE (2)	350 g/l imidacloprid 15 g/l tébuconazole et 10 g/l triazoxide	FS	- / - / - / OH / - / - / -	- / - / - / OH / - / - / -	200 ml	puccerons vecteurs de JNO / charbon nu / helminthosporiose / (fusariose)
KINTO DUO	60 g/l prochloraz 20 g/l triticoazole	FS	- / - / - / O / - / - / -	- / - / - / O / - / - / -	200 ml	charbon nu / helminthosporiose charbon nu / carie du blé / (fusariose)
LATTITUDE	125 g/l siltiopham	FS	- / E / F / O / - / T	- / E / F / O / - / T	200 ml	piétin échaudage fusariose / septoriose / (oiseaux)
PANOCTINE 350 LS	350 g/l triacétate de guazatine	LS	A / - / - / S / -	A / - / - / S / -	200 à 300 ml	carie du blé / fusariose / septoriose / (oiseaux)
REDIGO 100 FS (2)	100 g/l prothioconazole	FS	- / - / E / F / - / S / T	- / - / E / F / - / S / T	100 ml	charbon nu / carie du blé / fusariose fusariose
RAXIL S	20 g/l tébuconazole et 20 g/l triazoxide	FS	A / - / - / - / - / -	A / - / - / - / - / -	150 ml	charbon nu / helminthosporiose
SIBUTOL A	250 g/l anthraquinone et 75 g/l bitertanol	FS	- / E / F / - / - / T	- / E / F / - / - / T	200 ml	carie du blé / (fusariose) / répulsif oiseaux
SIBUTOL FS	170 g/l anthraquinone 190 g/l bitertanol et 15 g/l fubendazole	FS	- / - / F / - / - / -	- / - / F / - / - / -	200 ml	carie du blé / fonte de semis / fusariose / répulsif oiseaux

(1) = pas agréé en froment de printemps ; pour semences semées pendant les deux 1^{ères} semaines d'octobre ; (2) = pas agréé en orge de printemps ; Ef sec = efficacité secondaire reconnue dans l'acte d'agrément ;

Insecticides agréés pour lutter contre les pucerons des céréales en été

Noms commerciaux	Substances actives (par familles chimiques)	Formulation / Concentration en s.a.	DAR ² (jours)	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Céréales (A/E/F/O/S/T) ³	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose maximum	Stade ¹ d'application
1 : pyréthriinoïdes								
BAYTHROID EC 050	cyfluthrine	EC (50 g / L)	-	20 m	- / E / F / O / S / T	- / 1	0,300 L / ha	50-59
BISTAR / MULTISTAR 80 SC / STARION 80 SC / TALSTAR 8 SC	bifenthrine	SC (80 g / L)	42	20 m + TDR 75%	- / - / F / - / - / -	- / 1	0,095 L / ha	59
CYMTOP 100 / CYTOX	cyperméthrine	EC (100 g / L)	-	10 m	A / E / F / O / S / T	2 / 1	0,200 L / ha	50-59
SHERPA 200 EC		EC (200 g / L)	-	-	A / E / F / O / S / T	2 / 1	0,100 L / ha	50-59
DECIS EC 2,5 / PATRIOT / SPLENDID	deltaméthrine	EC (25 g / L)	-	5 m	A / E / F / O / S / T	2 / 1	0,200 L / ha	50-59
FASTAC	alphacyperméthrine	EC (50 g / L)	-	20 m + TDR 90 %	A / E / F / O / S / T	2 / 1	0,200 L / ha	50-59
FURY 100 EW / SATEL	zetacyperméthrine	EW (100 g / L)	-	20 m	A / E / F / O / S / T	2 / 1	0,150 L / ha	50-59
INTERTEON 100 CS / KARATE / NINJA	lambdacyhalothrine	CS (100 g / L)	-	5 m	A / E / F / - / S / T	2 / 1	0,050 L / ha	60-85
RAVANE 50		EC (50 g / L)	-	5 m	- / - / F / - / - / -	2 / 1	0,100 L / ha	60-85
MAVRIK 2F	tau-fluvalinate	EW (240 g / L)	42	10 m	- / - / F / - / - / -	2 / 1	0,150 L / ha	> 59
SUMI ALPHA	esfenvalérate	EC (25 g / L)	-	5 m	A / E / F / O / S / T	1 / 1	0,200 L / ha	50-59
2 : carbamate								
PIRIMOR	pirimicarbe	WG (50 %)	7	-	A / E / F / O / S / T	- / 2	0,250 kg / ha	-
3 : pyridine carboximate								
TEPEKI	flonicamide	WG (50 %)	28	-	- / - / F / - / - / -	- / 2	0,160 kg / ha	39-75
4 : pyréthriinoïde + carbamate								
OKAPI	lambdacyhalothrine + pirimicarbe	EC (5 + 100 g / L)	7	5 m	- / - / F / - / - / -	- / 1	0,750 L / ha	> 58

¹ **STADE** (BBCH) : 39 = dernière feuille ; 50-59 = début-fin de l'épiaison ; 60 = début floraison ; 75-85 = grain laiteux-pâteux.

² **DAR** : délai avant récolte. ³ **A/E/O/S/T** = Avoine / Epeautre / Froment / Orge / seigle / Triticale. ⁴ **TRD X%** = Technique Réduisant la Dérive de x % à appliquer obligatoirement.

⁵ **PAR AN** = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture en cours.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 9 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 7.3 Lutte contre les ravageurs : recommandations pratiques.

Insecticides agréés pour lutter contre les pucerons vecteurs de jaunisse nanisante en céréales

Noms commerciaux	Substances actives (par familles chimiques)	Formulation / Concentration en s.a.	Zone tampon (m) + TRD (%) ⁴	Céréales (A/E/F/O/S/T) ³	Nombre max ⁵ d'applications par an / par cycle	Dose maximum	Stade ¹ d'application
1 : pyréthrinoides							
BAYTHROID EC 050	cyfluthrine	EC (50 g / L)	20 m	- /E/F/- /S/T	- / 2	0,300 L / ha	9-30
BISTAR / MULTISTAR 80 SC / STARION 80 SC / TALSTAR 8 SC	bifenthrine ²	SC (80 g / L)	20 m + TDR 75%	A/- /F/O/S/-	- / 1	0,095 L / ha	9-30
CYMTOP 100 / CYTOX	cyperméthrine	EC (100 g / L)	10 m	A/E/F/O/S/T	2 / 2	0,200 L / ha	9-30
SHERPA 200 EC		EC (200 g / L)	-	A/E/F/O/S/T	2 / 2	0,100 L / ha	9-30
DECIS EC 2,5 / PATRIOT / SPLENDID	deltaméthrine	EC (25 g / L)	5 m	A/E/F/O/S/T	2 / 2	0,200 L / ha	9-30
FASTAC	alphacyperméthrine	EC (50 g / L)	20 m + TDR 90 %	A/E/F/O/S/T	2 / 2	0,200 L / ha	9-30
FURY 100 EW / SATEL	zetacyperméthrine	EW (100 g / L)	20 m	A/E/F/O/S/T	2 / 2	0,150 L / ha	9-30
INTERTEON 100 CS / KARATE / NINJA	lambdacyhalothrine	CS (100 g / L)	5 m	A/E/F/O/S/T	2 / 2	0,050 L / ha	9-30
RAVANE 50		EC (50 g / L)	5 m	- /- /F/- /- /-	2 / 2	0,100 L / ha	9-30
MAVRIK 2F	tau-fluvalinate	EW (240 g / L)	10 m	A/E/F/O/S/T	2 / 2	0,150 L / ha	9-30
SUMI ALPHA	esfenvalérate	EC (25 g / L)	5 m	A/E/F/O/S/T	1 / 1	0,200 L / ha	9-30
2 : carbamate							
PIRIMOR	pirimicarbe	WG (50 %)	-	A/E/F/O/S/T	- / 2	0,250 kg / ha	9-30
3 : pyréthrinoides + carbamate							
OKAPI	lambdacyhalothrine + pirimicarbe	EC (5 + 100 g / L)	5 m	A/E/F/O/S/T	- / 1	0,750 L / ha	9-30

¹ **STADE** (BBCH) : 9 = Levée ; 30 = début du redressement. ² **DAR** : délai avant récolte. ³ **A/E/O/S/T** = Avoine / Epeautre / Froment / Orge / seigle / Triticale.

⁴ **TRD X%** = Technique Réduisant la Dérive de x % à appliquer obligatoirement.

⁵ **PAR AN** = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture en cours.

REMARQUE : les données des colonnes 4 à 7 se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

Des indications spécifiques concernant le choix des produits figurent dans la rubrique 7.3 Lutte contre les ravageurs : recommandations pratiques.

Réalisé par le CADCO à partir des données disponibles sur le Phytoweb en date du 08/01/2009

Molluscicides agréés en céréales pour combattre les limaces

Noms commerciaux	Formulation	Composition	Dose (maximum)	Nombre d'application
AGRICHIM SLAKKENDOOD / AGRICHIM ANTILIMACES	GB	6 % métaldéhyde	5-7 kg / ha	-
ARIONEX GRANULAAT - GRANULE				
CARAGOAL GR				
LIMAGOLD				
LIMASLAK PRO Anciennement : LIMASLAK				
LIMMAX	RB			
LIMORT				
METAREX RB				
METASON	GB			
BIO-SLAK / LIMACES	GB	1 % phosphate de fer	50 kg/ha	max.4
ESCAR-GO TEGEN SLAKKEN-FERRAMOL				
FERRAMOL ECOSTYLE SLAKKENKORRELS				
MESUROL PRO	GB	4 % méthiocarbe	3 kg/ha	-

GB = appât granulé ; RB = appât prêt à l'emploi ;

Commentaires de l'équipe Livre Blanc :

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) ;

Caractéristiques des variétés recommandées pour les semis 2008-2009

	Rendement grain	Rendement paille	Précocité à la maturité	Résistance à la verse	Poids de l'hectolitre	Valeur boulangère	Semis						Sensibilité aux maladies			
							Précoce (avant 20 oct)	Normal	Tardif (après 20 nov)	Après froment	N élevé	Septorose	Rouille jaune	Rouille brune	Maladies épis	
Altigo	-	m	+	-	m	+	P	+	+	+	P	-	(-)	(+)	(+)	
Ararat	+	+	m	-	+	-	P	+	?	?	?	(+)	+	-	+	
Centenaire	+	+	-	-	+	m	P	+	+	+	+	(+)	(-)	(-)	+	
Contender	+	+	m	+	-	-	+	+	+	+	+	(+)	+	+	+	
Discus	m	?	m	m	+	+	P	+	P	P	?	(+)	+	-	+	
Hausmann	m	-	m	m	m	m	P	+	P	P	P	(-)	+	(-)	(-)	
Impression	m	+	m	m	+	+	P	+	P	P	?	(+)	+	-	(+)	
Istabraq	+	m	m	m	m	-	+	+	+	+	+	-	+	(-)	(+)	
Julius	+	m	-	+	+	+	P	+	+	+	P	+	+	+	+	
Kaspart	m	m	m	-	m	-	P	+	+	+	P	-	+	-	(-)	
Lion	+	m	m	m	m	-	+	P	+	P	+	(-)	+	-	(+)	
Manager	m	m	m	m	+	+	P	+	+	+	P	+	-	-	+	
Mulan	m	+	m	m	+	m	+	+	+	+	P	(-)	-	+	(+)	
Sahara	+	m	-	+	m	-	P	+	+	+	+	(+)	+	+	+	
Tuareg	+	m	m	-	m	+	+	+	+	+	P	(-)	(-)	-	(+)	
Waldorf	m	m	-	+	m	-	+	+	+	+	+	(+)	(+)	+	(+)	
Winnetou	+	+	m	m	m	-	P	+	P	P	P	(-)	(-)	(+)	(+)	

+	très bon
m	bon à moyen
-	faible

+	recommandé
p	possible
-	à éviter

+	bon comportement
(+)	moyen à bon
(-)	moyen à faible
-	comportement faible

RESULTATS DES VARIETES DE FROMENT D'HIVER INSCRITES AU CATALOGUE BELGE ET AYANT PARTICIPE AUX ESSAIS OFFICIELS (Récoltes 2007 et 2008)

VARIETES	RENDREMENTS		VALEURS TECHNOLOGIQUES										RESISTANCES (3)				Longueur plante cm	Précocité maturité (2)<> jour	VARIETES
	2007 9 essais %	2008 9 essais %	Moy. pondérée %	Poids hectolitre kg	Teneur protéines %	Test Zélny ml	Nombre Hagberg sec	Rapport Z/P	Froid	Verse	Rouille jaune	Rouille brune	Oidium	Septo feuille	Maladies épi				
CENTENAIRE	100,0	97,7	98,8	74,8	11,9	36	365	2,98	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	7,4	104	+ 0,7	CENTENAIRE	
PATREL	107,3	104,2	105,6	71,6	12,2	27	205	2,21	7,3	7,2	8,1	7,9	7,5	5,7	6,3	86	0,0	PATREL	
TULSA	108,9	98,5	103,3	74,6	12,5	40	264	3,20	8,6	9,0	7,8	8,1	6,7	5,8	7,3	78	+ 1,5	TULSA	
NEMOCART	96,5	96,8	96,7	72,1	13,1	30	295	2,25	7,4	8,2	8,4	5,5	8,5	5,1	6,1	85	- 0,7	NEMOCART	
KODEX	92,2	103,3	98,2	71,1	12,8	64	376	5,00	8,8	8,4	8,2	4,1	8,2	4,7	5,9	88	- 2,2	KODEX	
RUSTIC	97,6	99,4	98,6	75,8	13,0	65	360	5,00	8,2	7,9	8,8	5,5	8,4	4,5	6,3	82	- 1,2	RUSTIC	
MULAN	105,3	101,3	103,2	75,9	12,4	43	292	3,43	8,8	8,0	6,3	5,5	8,1	5,3	7,5	98	- 1,1	MULAN	
PIASTRE	92,3	92,8	92,6	75,2	12,8	66	257	5,12	7,4	7,9	5,1	4,1	7,9	5,4	5,3	95	- 1,2	PIASTRE	
MANAGER	95,2	97,4	96,4	75,6	12,3	48	343	3,86	8,7	8,7	3,9	4,8	8,2	5,1	7,1	93	- 0,4	MANAGER	
WALDORF	105,7	108,6	107,3	74,2	12,7	27	247	2,09	8,7	8,7	7,7	7,1	8,0	6,3	7,4	84	+ 1,0	WALDORF	
JULIUS	103,4	105,8	104,7	76,4	11,8	48	332	4,07	8,6	8,4	7,5	6,4	8,5	6,7	6,2	96	+ 1,7	JULIUS	
LOUISART	98,4	97,5	97,9	73,8	13,0	64	318	4,92	7,5	7,2	8,8	5,3	8,5	5,2	6,3	90	- 0,5	LOUISART	
ROLLEX	108,9	103,3	105,9	74,4	12,8	35	218	2,70	7,8	8,3	8,7	7,7	8,4	5,9	5,9	88	- 0,4	ROLLEX	
OAKLEY	101,8	106,3	104,2	69,0	11,3	32	179	2,79	7,1	8,7	7,4	7,6	8,0	5,2	5,8	79	+ 0,7	OAKLEY	
ACONEL	109,8	100,1	104,5	73,2	13,0	27	364	2,04	7,6	8,3	7,5	8,2	8,1	6,5	6,6	83	+ 1,4	ACONEL	
MULTI	110,7	104,3	107,2	73,1	12,8	36	235	2,77	7,9	8,5	8,8	8,3	8,2	6,5	6,3	81	+ 0,4	MULTI	
ADONIS	113,6	106,9	110,0	72,0	12,9	35	252	2,71	7,5	8,2	8,6	7,7	8,1	6,5	6,3	81	+ 0,1	ADONIS	
(1) Standard	100,0	100,0	100,0	73,9	12,6	42	288	3,65	8,1	7,9	7,3	5,7	8,0	5,3	6,5	90		(1) Standard	

RESULTATS DES VARIETES DE FROMENT D'HIVER ADMISES AU CATALOGUE EN 2008

HOMEROS	112,9	104,9	108,5	74,4	12,1	32	258	2,64	7,2	7,3	6,3	7,2	8,4	5,9	6,3	88	+ 1,4	HOMEROS
FORTIS	113,1	105,7	109,0	75,5	12,4	43	382	3,47	7,8	8,0	8,3	5,5	8,2	5,3	7,0	98	- 0,4	FORTIS

(1) Le standard est la moyenne des variétés: Centenaire, Patrel, Tulsa, Némocart, Kodex, Rustic, Mulan et Plastre. Le rendement 100,0 est égal à 6966 kg/ha en 2007 et 8264 kg/ha en 2008

(2) Différence en jour par rapport à Patrel: le signe + signifie que la variété est plus tardive

(3) 9 est la cote la plus favorable

RESULTATS DES VARIETES D'ESCOURGEON INSCRITES AU CATALOGUE BELGE ET AYANT PARTICIPE AUX ESSAIS OFFICIELS (Récoltes 2007 et 2008)

VARIETES	RENDEMENTS			VAL. TECHNOLOGIQUES				RESISTANCES (3)					Longueur plante cm	Précocité maturité (2)<=>jour	VARIETES
	2007 6 essais %	2008 7 essais %	Moy. pondérée %	Poids hectolitre kg	Calibrage >2,5 mm %	Teneur protéines %	Froid	Verse	Rouille naine	Oïdium	Rhyncho- sporiose	Autres taches			
	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9				
SEYCHELLES	90,2	95,9	93,3	60,9	68,6	11,9	8,9	7,1	3,1	7,5	5,5	4,7	106	- 3.2	SEYCHELLES
JOLIVAL	100,8	95,8	98,2	60,6	71,0	12,3	8,7	6,7	6,1	8,6	6,2	5,0	106	-2.2	JOLIVAL
PELICAN	113,7	106,4	109,8	61,5	87,0	11,4	8,6	7,6	8,1	8,8	6,3	5,7	112	0.0	PELICAN
LYSEVAL	111,3	98,7	104,6	63,6	88,5	11,7	8,6	6,8	8,2	8,5	6,4	5,7	119	- 2.1	LYSEVAL
FRANZISKA	95,3	101,9	98,8	64,2	87,0	12,0	8,6	7,6	5,2	7,5	6,1	4,7	108	+ 0.2	FRANZISKA
PROVAL	112,8	103,4	107,7	62,0	70,0	11,7	8,7	7,4	7,7	8,8	5,8	5,6	107	- 0.7	PROVAL
(1) Standard	100,0	100,0	100,0	62,1	78,7	11,8	8,7	7,2	6,4	8,3	6,1	5,2	110		(1) Standard

RESULTATS DES VARIETES D'ESCOURGEON ADMISES AU CATALOGUE EN 2008

ORCHIDEE	103,4	104,6	104,0	64,6	90,5	12,1	8,8	8,1	6,9	8,5	5,7	4,5	106	-1.2	ORCHIDEE
ROSEVAL	113,9	114,7	114,4	63,9	92,6	12,0	8,7	7,8	7,3	8,6	6,1	4,8	108	- 1.5	ROSEVAL

(1) Le standard est la moyenne des variétés: Seychelles, Jolival, Pelican et Franziska. Le rendement 100,0 est égal à 6768 kg/ha en 2007 et 6707 kg/ha en 2008

(2) Différence en jour par rapport à Pélican: le signe - signifie que la variété est plus précoce

(3) 9 est la cote la plus favorable

RESULTATS DES VARIETES D'ORGE D'HIVER A DEUX RANGS INSCRITES AU CATALOGUE BELGE ET AYANT PARTICIPE AUX ESSAIS OFFICIELS (Récoltes 2007 et 2008)

VARIETES	RENDEMENTS			VAL. TECHNOLOGIQUES				RESISTANCES (3)					Longueur plante cm	Précocité maturité (2)<=>jour	VARIETES
	2007 7 essais %	2008 6 essais %	Moy. pondérée %	Poids hectolitre kg	Calibrage >2,5 mm %	Teneur protéines %	Froid	Verse	Rouille naine	Oïdium	Rhyncho- sporiose	Autres taches			
	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9			
FINESSE	96,4	94,2	95,4	62,7	88,2	12,2	8,7	6,9	5,0	8,0	5,6	5,1	95	0.0	FINESSE
NATIVAL	102,1	101,7	101,9	63,7	89,6	12,2	8,7	6,8	5,2	8,1	6,5	7,6	99	+ 0.7	NATIVAL
NIKIVAL	101,5	104,1	102,7	63,8	85,5	12,1	8,7	7,1	6,5	8,7	6,1	6,8	104	+ 0.6	NIKIVAL
(1) Standard	100,0	100,0	100,0	63,4	87,8	12,2	8,7	6,9	5,6	8,3	6,1	6,5	99		(1) Standard

RESULTATS DE LA VARIETE D'ORGE D'HIVER A DEUX RANGS ADMISE AU CATALOGUE EN 2008

LADYVAL	105,2	102,8	104,1	65,0	93,8	12,4	8,5	7,4	6,8	8,9	6,0	6,8	103	+ 0.3	LADYVAL
---------	-------	-------	-------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	---------

(1) Le standard est la moyenne des variétés: Finesse, Natival et Nikival. Le rendement 100,0 est égal à 6703 kg/ha en 2007 et 6670kg/ha en 2008

(2) Différence en jour par rapport à Finesse: le signe + signifie que la variété est plus tardive

(3) 9 est la cote la plus favorable

TRITICALE

Période de semis:	Octobre
Variétés commercialisées en Belgique:	Agrano, Benetto, Constant, Cultivo, Fleurus, Grandval, Ragtac, Talentro
Densité de semis:	La même que pour le froment d'hiver.
Fumure azotée:	10 à 20 unités en moins que le froment d'hiver. Fractionnement en trois fois. Ne pas forcer la dose de tallage
Désherbage:	Idéalement, en préémergence (Cfr pages de couleurs « Herbicides ») Postémergence: par temps humide, l'isoproturon à dose élevée peut provoquer une certaine phytotoxicité. Eviter le mécoprop et le 2,4-D-P.
Emploi du régulateur:	Obligatoire, comme le froment d'hiver.
Protection fongicide:	Traitement fongicide complet à l'épiaison. Surveiller les maladies du pied en cas de précédent froment.
Récolte:	Comme le froment.
Rendement:	Si non versé, comme les bons froments d'hiver.
Avantages:	Rusticité. Valeur fourragère comprise entre celle du blé et de l'escourgeon.
Inconvénients:	Sensibilité à la verse. Germination sur pied.

RESULTATS DES VARIETES D'EPEAUTRE INSCRITES AU CATALOGUE BELGE ET/OU AYANT PARTICIPE AUX ESSAIS OFFICIELS (Récolte 2007)

VARIETES	RENDREMENTS			VALEURS TECHNOLOGIQUES										RESISTANCES (3)			Longueur plante cm	Précocité maturité (2)-> jour	VARIETES
	2007 3 essais %	2008 3 essais %	Moy. pondérée %	Proportion grain nu %	Teneur protéines %	Test Zélyny ml	Chopin w	Teneur amande %	Froid	Verse	Rouille jaune	Rouille brune	Oridium	Septo feuille	Maladies épi				
									1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9				
ALKOR	104,6	104,5	104,6	11,3	13,8	20	117	75,8	8,4	5,7	7,8	3,9	4,9	6,4	6,3	125	ALKOR		
COSMOS	107,8	109,5	108,6	12,2	13,5	30	135	78,2	8,3	6,9	9,0	4,1	6,5	5,8	6,0	125	COSMOS		
POEME	91,9	100,7	96,2	11,5	13,8	30	123	75,9	8,4	6,0	9,0	3,5	6,2	6,5	7,9	135	POEME		
RESSAC	95,2	85,5	90,4	6,4	14,0	42	192	76,2	8,5	5,0	8,5	4,6	6,2	6,5	8,1	127	RESSAC		
STONE	100,5	99,8	100,2	6,7	14,1	31	108	72,8	8,3	5,9	9,0	4,9	6,3	7,1	7,8	130	STONE		
(1) Standard	100,0	100,0	100,0	9,6	13,8	30	135	75,8	8,4	5,9	8,7	4,2	6,0	6,5	7,22	128	(1) Standard		

RESULTATS DES VARIETES D'EPEAUTRE ADMISES AU CATALOGUE EN 2008

EPIMI	111,4	105,7	108,6	10,3	13,9	21	79	76,8	8,4	5,9	9,0	5,9	6,8	7,1	8,8	125	EPIMI
RUSIO	113,3	115,4	114,4	5,8	13,2	16	52	75,4	7,2	6,6	8,8	4,1	7,4	6,8	7,6	120	RUSIO
EPANIS	108,2	111,1	109,6	10,7	13,7	30	126	77,6	7,6	6,1	9,0	5,6	6,9	6,5	6,8	130	EPANIS
DIVEPI	111,2	111,0	111,1	9,8	13,2	17	80	80,0	6,7	6,6	8,8	4,3	6,7	6,4	7,9	129	DIVEPI

(1) Le standard est la moyenne des variétés: Alkor, Cosmos, Poème, Ressac et Stone. Le rendement 100,0 est égal à 6715 kg/ha en 2007 et 6441 kg/ha en 2008

(2) Différence en jour par rapport à Cosmos: le signe + signifie que la variété est plus tardive

(3) 9 est la cote la plus favorable

EPEAUTRE

L'épeautre se cultive comme un froment d'hiver mais est sensible à la verse.

Période de semis:	Comme le froment d'hiver, si possible jusqu'en décembre.
Variétés commercialisées en Belgique:	Alkor, Cosmos, Stone, Zollernspelz
Densité de semis:	325 grains/m ² en sols froids ; 250-300 grains/m ² en sols limoneux.
Fumure azotée totale:	30 unités en moins qu'un froment 150-180 unités.
Fractionnement:	Comme un froment d'hiver en retirant 30 unités sur les fractions de tallage et de redressement.
Désherbage:	Semblable au froment d'hiver. Cfr. pages de couleurs « Herbicides ».
Régulateur:	Impératif avec 1 ou 2 intervention(s).
Fongicide:	Un traitement complet au stade dernière feuille – épiaison.
Récolte:	Grille ouverte pour ne pas surcharger le retour des otos. Contre batteur ouvert et vitesse du batteur réduit pour diminuer le pourcentage de grains nus au battage. Vent réduit.
Rendement:	Production en grains vêtus comparable à un froment. Proportion de 5 à 15 % de grains nus.
Avantages:	Céréale résistante à l'hiver surtout à la couverture neigeuse. Remplace le froment en région froide. Alimentation animale et humaine (valorisation en meunerie des variétés actuellement commercialisées). Grande production de paille.
Inconvénients:	Sensible à la verse. Problème de grains vêtus au semis (gros volume à semer). Gros volume à stocker (poids spécifique = ½ du froment).

Voir article Epeautre dans la rubrique 8 « Orge de brasserie & Epeautre »

SEIGLE

Période de semis:	Dans le courant d'octobre, de préférence durant la première quinzaine.
Variétés commercialisées en Belgique:	Galma, Marcello
Densité de semis:	250 grains/m ²
Fumure azotée:	Fonction du type de sol: 20 à 30 uN en moins que le froment d'hiver. Réduire la 3ème fraction d'azote par rapport au froment.
Désherbage:	<ul style="list-style-type: none"> • Le traitement de préémergence aura la préférence : cfr pages de couleurs « Herbicides ». • En postémergence: différents anticotylées mais <u>pas de MCPP, 2,4 DP, etc ...</u>
Emploi du régulateur:	1.5 l de CCC à 720 g/l au stade redressement.
Protection 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.
Récolte:	Comme le froment.
Rendement:	Comme le froment d'hiver pour les variétés hybrides.
Avantages:	Résistance à l'hiver. Adapté aux terres pauvres, ± acides (mais ressuyant bien).
Inconvénients:	Pailles très hautes, risque de germination sur pied si verse. Commercialisation

AVOINE DE PRINTEMPS

Période de semis:	Mi février à fin mars.
Variétés commercialisées en Belgique:	<ul style="list-style-type: none"> • Avoine blanche: Evita, Evidence, Freddy, Kaplan • Avoine jaune: Aragon, Dominik, Expo, Effektiv • Avoine noire: Auteuil, Beloni II, Corneille
Densité de semis:	200 - 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:	Généralement, uniquement des problèmes de dicotylées; l'avoine est la plus concurrentielle vis-à-vis des adventices et est assez sensible aux herbicides. Cfr. pages de couleurs « Herbicides ».
Insecticide:	Protéger la culture jusqu'au stade 1 ^{er} – 2 ^{ème} nœud. Traiter dès l'apparition des pucerons. Retraiter si nécessaire.
Protection de régulateur:	Le principal danger encouru par la culture est la verse. Utilisation de CCC (3 l/ha) au stade apparition de la dernière feuille (40 cm) ou de préférence 2 l/ha au stade 2 ^{ème} nœud et 2 l/ha à la dernière feuille.
Protection fongicide:	Une protection fongicide est rarement rentabilisée.
Récolte:	Août.
Rendement:	De 50 à 80 qx, exceptionnellement plus selon les conditions printanières.
Avantages:	Excellent précédent, culture rustique demandant peu d'investissements; culture nettoyante (adventices) en transmettant peu de maladies.
Inconvénients:	Sensibilité à la verse. Parfois, difficultés à la récolte; mauvaise concordance de maturité paille et grains. Rejette du pied en cas de verse.

FROMENT DE PRINTEMPS OU ALTERNATIF

Période de semis:	Février à début avril.
Variétés:	Granny, Marin, Olivart, Triso, Tybalt
Densité de semis:	300 - 350 grains/m ² .
Fumure azotée:	Comme les froments d'hiver. Apport en deux fractions en diminuant la seconde de 20 unités.
Désherbage:	Choisir le produit en fonction des adventices présentes; généralement, peu de graminées. Cfr. pages de couleurs « Herbicides ».
Insecticide:	Protéger la culture jusqu'au stade 1 ^{er} - 2 ^{ème} nœud. Traiter dès l'apparition des pucerons. Retraiter si nécessaire.
Emploi de régulateur:	CCC à 0,75 l/ha au stade redressement.
Protection fongicide:	En cas de maladies, un traitement fongicide à la dernière feuille.
Récolte:	Fin août.
Rendement:	De 70 à 90 qx.
Avantages:	Prix identique au froment d'hiver. Pas de problème de commercialisation. Froment en général de très bonne qualité technologique.
Inconvénients:	Rendement souvent très moyen, inférieur à celui du froment d'hiver. Récolte assez tardive.

ORGE DE PRINTEMPS

Période de semis:	Mi-février à début avril, mi-mars étant l'optimum.
Variétés commercialisées en Belgique:	Cfr article « Orge brassicole »
Préparation du sol:	Labour et semis direct le même jour.
Densité de semis:	Environ 225 grains/m ² en période normale. 200 grains/m ² si MAE
Fumure azotée:	60 unités au tallage. Correction éventuelle début montaison 0 à 50 uN (cfr article)
Désherbage:	Pas de préémergence en semis-hâtif, sinon cfr. pages de couleurs « Herbicides ».
Insecticide:	Protéger la culture jusqu'au stade 1 ^{er} nœud. Suivre les avis émis en saison.
Protection fongicide:	Surveiller la culture en fin de tallage et à la dernière feuille.
Emploi de régulateur:	Si nécessaire, ¾ dose de raccourcisseur pour orge d'hiver à la dernière feuille.
Récolte:	Avec les froments les plus précoces.
Rendement:	De 45 à 90 qx.
Intérêt:	Si débouché brassicole. Prime agri-environnementale bien adaptée.

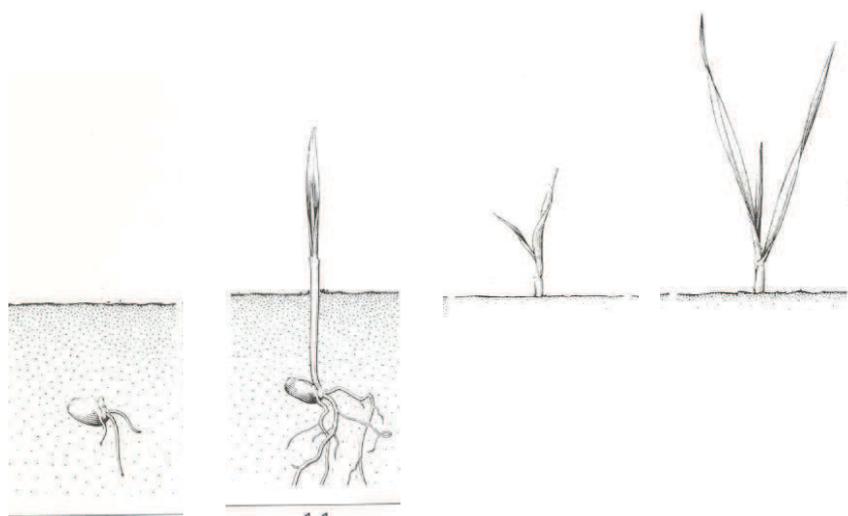
PRINCIPAUX STADES REPERES DE LA VEGETATION EN CEREALES

(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. Décelable 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	-	-

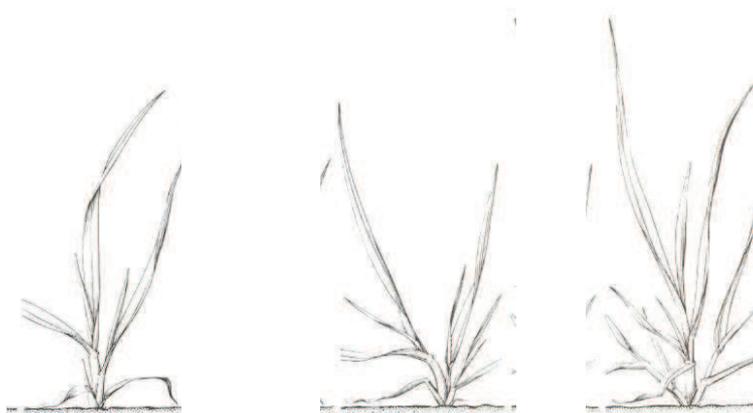
(A): Echelle selon Zadoks, échelle la plus couramment utilisée

(B): Echelle selon Keller et Baggiolini

(C): Echelle selon Feekes et Large

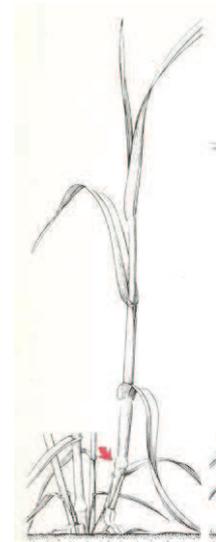
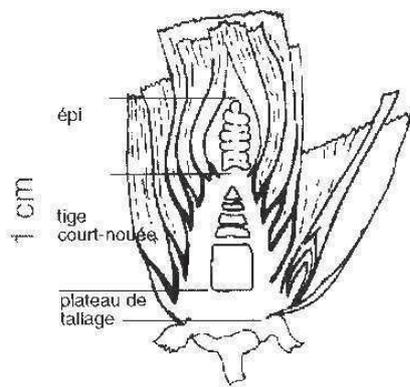


	Levée ³	Une feuille	Deux feuilles	Trois feuilles
Zadoks	10	11	12	13
Keller et Baggioloni	A	B	C	D
Feekes et Large	1	1	1	1

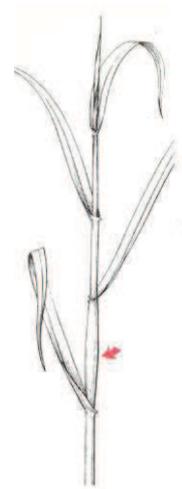
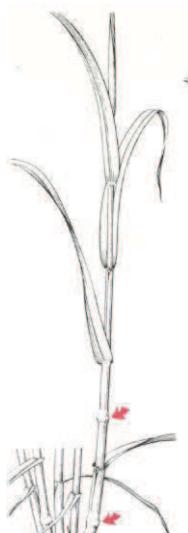


	Début tallage	Plein tallage	Fin tallage
Zadoks	21	26	30
Keller et Baggioloni	E	F	H
Feekes et Large	2	3	4

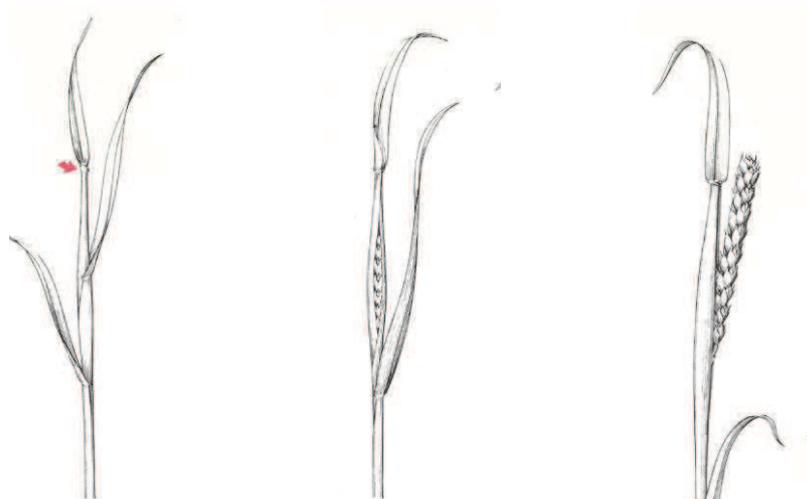
44 Stades repères



	Redressement	Premier nœud
Zadoks	30	31
Keller et Baglioloni	H	I
Feekes et Large	5	6



	Deuxième noeud	Apparition de la dernière feuille
Zadoks	32	37
Keller et Baglioloni	J	K
Feekes et Large	7	8



	Ligule visible	Gaine éclatée	Emergence de l'épi
Zadoks	39	45	50
Keller et Baggioloni	L	M	N
Feekes et Large	9	10	10.1



	Epi dégagé	Début floraison
Zadoks	58	60
Keller et Baggioloni	O	P
Feekes et Large	10.5	10.5.1

Échelle BBCH améliorée, les échelles individuelles

Céréales Witzemberger et al., 1989; Lancashire et al., 1991

Échelle BBCH des stades phénologiques des céréales

(froment, blé = *Triticum* sp. L., orge = *Hordeum vulgare* L., avoine = *Avena sativa* L., seigle = *Secale cereale* L.)

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, inflorescence au plus à 1 cm au-dessus du plateau de tallage.

31 le premier nœud est au plus à 1 cm au-dessus du plateau de tallage

32 le deuxième nœud est au plus à 2 cm au-dessus du premier nœud

33 le troisième nœud est au plus à 2 cm au-dessus du deuxième nœud

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 épisaison

- 51 début de l'épisaison: 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-épisaison: 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'épisaison: 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

CALENDRIER DES

	Escourgeon	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 <u>Début tallage</u> : 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 ^e 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} noeud</u> : Protection fongicide (*) <u>2^{ème} noeud</u> : 1-5 mai 3 ^{ème} fraction si N liquide (*) Fin des herbicides antidiocotylées <u>Dernière feuille</u> : 5-10 mai 3 ^{ème} fraction solide Régulateurs antiverses Protection fongicide <u>Epiaison</u> : 20 mai	Surveillance des maladies <u>1^{er} noeud</u> : 24 avril - 5 mai Fongicides contre les maladies du pied (*) <u>2^{ème} noeud</u> : 10-15 mai Fin des herbicides antidiocotylées <u>Dernière feuille</u> : 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 antidycolylées (*) 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>1er noeud:</u> 10-15 mai Fin des antidycolylées Protection fongicide <u>2^{ème} noeud:</u> 20-25 mai	<u>1er noeud:</u> 10-15 mai Fin des antidycolylées Protection fongicide <u>2^{ème} noeud:</u> 20-25 mai	<u>Redressement</u> 2 ^{ème} apport de N (*) <u>1^{er} noeud:</u> 10-15 mai Fin des aphicides Traitement fongicide (*) Fin des herbicides <u>2^{ème} noeud:</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