



Louis Detroux est décédé au matin de Noël. Il allait avoir 90 ans.

Ingénieur agronome issu de la Faculté de Gembloux, il était entré à la Station de Phytopharmacie le 6 juin 1944, à une époque où les produits phytopharmaceutiques étaient rares : on désherbaient les céréales à l'acide sulfurique, le 2,4-D venait à peine d'être découvert, et on était encore loin de penser à appliquer des fongicides sur les cultures de céréales... Tout jeune assistant, Louis Detroux s'est vu confier l'étude d'un nouvel insecticide qui, selon les industriels venus le présenter, « *ne contenait pas d'arsenic* ». Cette molécule, le DDT, s'est révélée révolutionnaire, et a ouvert la voie à la phytopharmacie moderne. En quelques décennies, la palette s'est enrichie de centaines de produits organiques de synthèse, et la protection des cultures a progressé à pas de géant.

Louis Detroux a vécu toute cette époque avec passion. En matière de protection des cultures, il était un puits de connaissances reconnu par tous. Il s'est impliqué, non seulement dans son travail de chercheur, de chef de service et d'enseignant, mais également comme citoyen éclairé, réagissant dans la presse, parfois avec vigueur, aux idées fausses et aux amalgames en matière de « pesticides »... Pesticide ! un mot qu'il combattait parce qu'il contenait déjà des germes d'amalgames, et auquel il préférait le terme de « produit phytopharmaceutique ».

Louis Detroux était entièrement dévoué à la cause de l'agriculture. En tant que fonctionnaire au Ministère de l'Agriculture, il ne s'est pas privé de faire entendre en haut lieu la voix de la terre et celle du bon sens. Il combattait la dérive bureaucratique, ce cancer des sociétés modernes. Il était aussi extrêmement disponible pour les agriculteurs. Pendant toute sa carrière, il aura apporté un soin particulier à répondre aux questions des gens du terrain. Plutôt que d'écrire ses résultats de recherches dans les revues scientifiques -*ce qui eût été plus prestigieux pour un chercheur*- il a préféré écrire pour les agriculteurs. Il y a 44 ans, avec René Laloux, il avait initié les séances annuelles d'information sur la conduite et la protection des céréales, et le « **Livre blanc** ».

En terminant la rédaction de cette 45^e édition, nous ne pouvons qu'exprimer notre gratitude pour l'exemple que Monsieur Detroux nous a donné : celui d'un agronome passionné au service des agriculteurs, d'un scientifique aux idées claires, et d'un homme fondamentalement généreux.

Au nom de tous les collaborateurs du « Livre blanc »,
Bernard Bodson et Michel De Proft

Sommaire

- 1. Aperçu climatologique pour les années culturales 2009-2010**
- 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. Environnement**
- 10. Economie**
- 11. Perspectives**

Attention
changement
de prix

Commander le Livre Blanc

15,00 € (12 € + 3 € pour frais d'envoi)
sur le compte 340-1558037-61

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

Le Livre Blanc sur internet

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

Avertissements « CADCO - Actualités – Céréales »

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

Recevoir gratuitement les avis
« CADCO - Actualités – Céréales »
dès après rédaction par fax ou courriel.
Inscrivez-vous auprès de X. Bertel :
tél. 081/62.56.85 ou asblcadco@scarlet.be
La gratuité du service est réservée aux agriculteurs.

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

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

Services ayant collaborés à cette publication :

Université de Liège – GEMBLoux AGRO-BIO TECH

UNITE DE PHYTOTECHNIE DES REGIONS TEMPEREES

Passage des Déportés 2 - 5030 Gembloux

tél: 081/62 21 41 – fax: 081/62 24 07 – E-mail: B.Bodson@ulg.ac.be

B. Bodson, B. Monfort, F. Vancutsem, B. Seutin, D. Jaunard, C. Moureaux

UNITE DE ZOOTECHNIE

Passage des Déportés 2 - 5030 Gembloux

tél: 081/62 21 16 – fax: 081/62 21 15 – E-mail: athewis@ulg.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: christophe.blecker@ulg.ac.be

C. Blecker, M. Sindic, C. Massaux

UNITE DE STATISTIQUE ET INFORMATIQUE

Av. de la Faculté, 8 - 5030 Gembloux, tél: 081/62 25 12 – E-mail: jean-jacques.claustrioux@ulg.ac.be

J-J. Claustrioux

UNITE D'ECONOMIE ET DEVELOPPEMENT RURAL

Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux, tél: 081/62 23 61 – E-mail: philippe.lebailly@ulg.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: marc.aubinet@ulg.ac.be

M. Aubinet, D. Dufranne, E. Jérôme

CENTRE WALLON DE RECHERCHES AGRONOMIQUES (CRA-W) GEMBLoux

DIRECTION GENERALE

Rue de Liroux, 9 - 5030 Gembloux

Tél: 081/62 65 55 – fax: 081/62 65 59

J-P. Destain, Directeur général a.i.

destain@cra.wallonie.be

DEPARTEMENT SCIENCES DU VIVANT

Chaussée de Charleroi, 234 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 73 70 – fax: 081/62 73 99

B. Watillon, Inspecteur général scientifique

watillon@cra.wallonie.be

Unité Amélioration des Espèces et Biodiversité

Chaussée de Charleroi, 234 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 73 70 – fax: 081/62 73 99

J.M. Jacquemin, Directeur scientifique

jacquemin@cra.wallonie.be

E. Escarnot

Unité Biologie des Nuisibles et Biovigilance

Chaussée de Charleroi, 234 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 73 70 – fax: 081/62 73 99

M. Cavelier, Inspecteur général scientifique

cavelier@cra.wallonie.be

A. Chandelier, St Steyer

Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

Rue du Bordia, 11 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 52 62 – fax: 081/62 52 72

M. De Proft, Directeur scientifique

deproft@cra.wallonie.be

Fr Anseau, M. Duvivier, Fr. Henriët, J.-M. Moreau, S. Chavalle

DEPARTEMENT PRODUCTIONS ET FILIERES

Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux

Tél: 081/62 50 00 – fax: 081/61 41 52

Y. Schenkel, Inspecteur général scientifique

Schenkel@cra.wallonie.be

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

J.-P. Goffart, responsable scientifique
goffart@cra.wallonie.be
L.Couvreur, G. Jacquemin, Ph. Burny

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

N. Bartiaux, Inspecteur général scientifique
bartiaux@cra.wallonie.be
E. Froidmont, P. Rondia

Unité Machinisme et Infrastructure agricoles
Chaussée de Namur, 8 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 67 70 – fax: 081/61 58 68

O. Miserque, responsable scientifique
miserque@cra.wallonie.be
B. Huyghebaert, F. Rabier

DEPARTEMENT AGRICULTURE ET
MILIEUX NATURELS
Rue du Bordia, 4 – 5030 Gembloux
Tél: 081/62 50 00 – fax: 081/61 41 52

R. Oger, Inspecteur général scientifique
Oger@cra.wallonie.be

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

Ch. Roisin, responsable scientifique
roisin@cra.wallonie.be
St. Noël, H. Michels, V. Reuter

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

O. Pigeon, responsable scientifique
pigeon@cra.wallonie.be
**P. Devos, N. Ducat, G. Rousseau, A. Bernes,
B. de Ryckel**

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

R. Oger, Inspecteur général scientifique
oger@cra.wallonie.be
V. Planchon, D. Stilmant, D. Jamar

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

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

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

G. Sinnaeve, responsable scientifique
sinnaeve@cra.wallonie.be

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

V. Baeten, responsable scientifique
baeten@cra.wallonie.be

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
H. Louppe

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: Benoit.Seutin@ulg.ac.be

B. Bodson, B. Seutin

GROUPE POUR LA VALORISATION DES RECHERCHES DANS LE SECTEUR DES PRODUCTIONS AGRICOLES (APE 2242, M. Sindic, B. Bodson, 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.gembloux@ulg.ac.be

C. Cartrysse

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE – DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

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

1. Aperçu climatologique pour les années culturelles 2009-2010 (récolte 2010) et 2010-2011 (en cours)

V. Planchon et R. Oger¹

1	Déroulement des cultures et climat 2009-2010	2
2	Bilan de la saison	8
2.1	Les températures.....	8
2.2	L'insolation.....	11
2.3	Les précipitations.....	13
2.4	Les températures.....	15

¹ CRA-W. – Dpt Agriculture et Milieux naturels – Unité Systèmes agraires, territoires et technologie de l'information

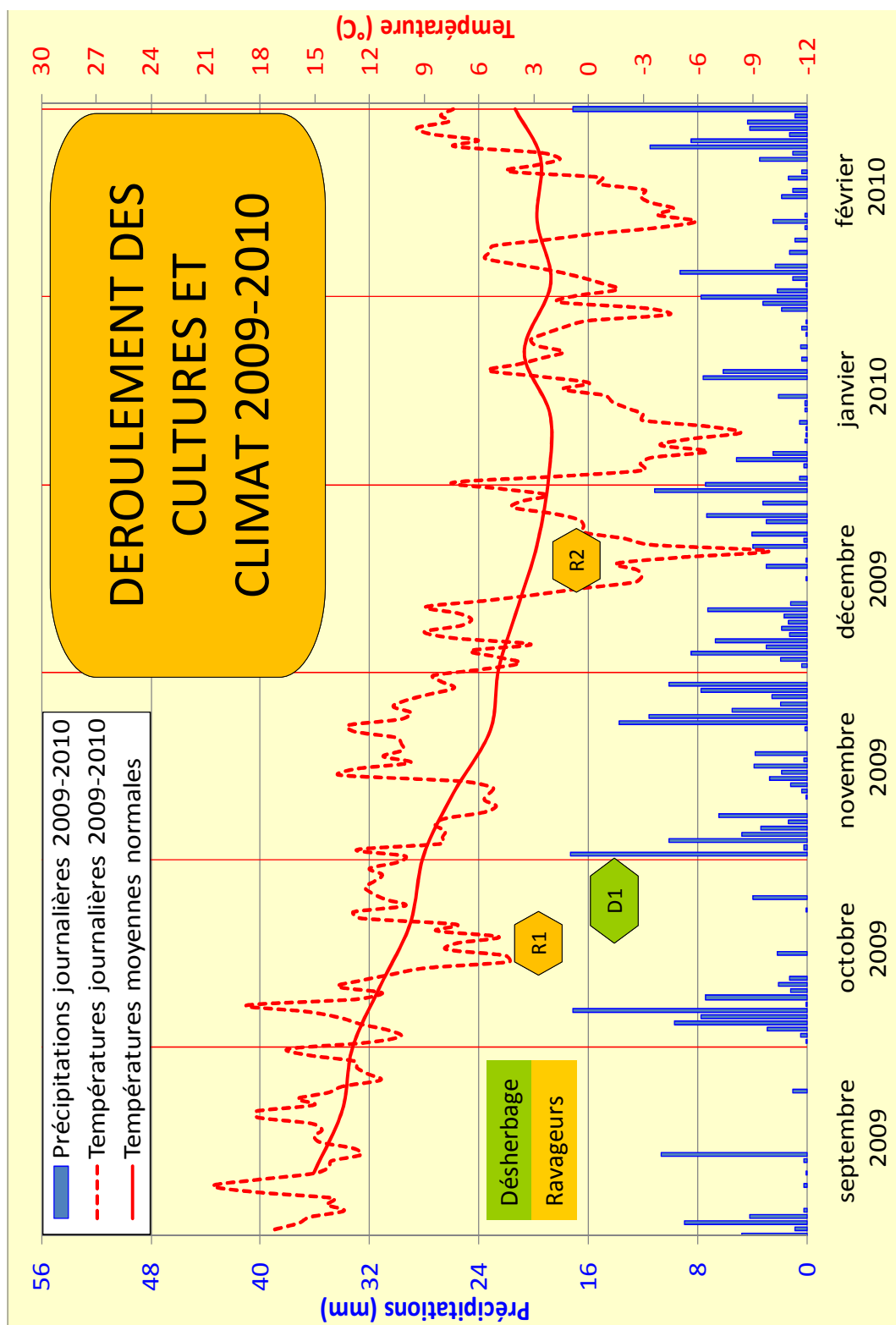


Figure 1.1 – Précipitations journalières (mm), températures journalières (°C), températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W) et principaux événements cultureux, du 1^{er} septembre 2009 au 28 février 2010 (commentaires voir tableau 1.1).

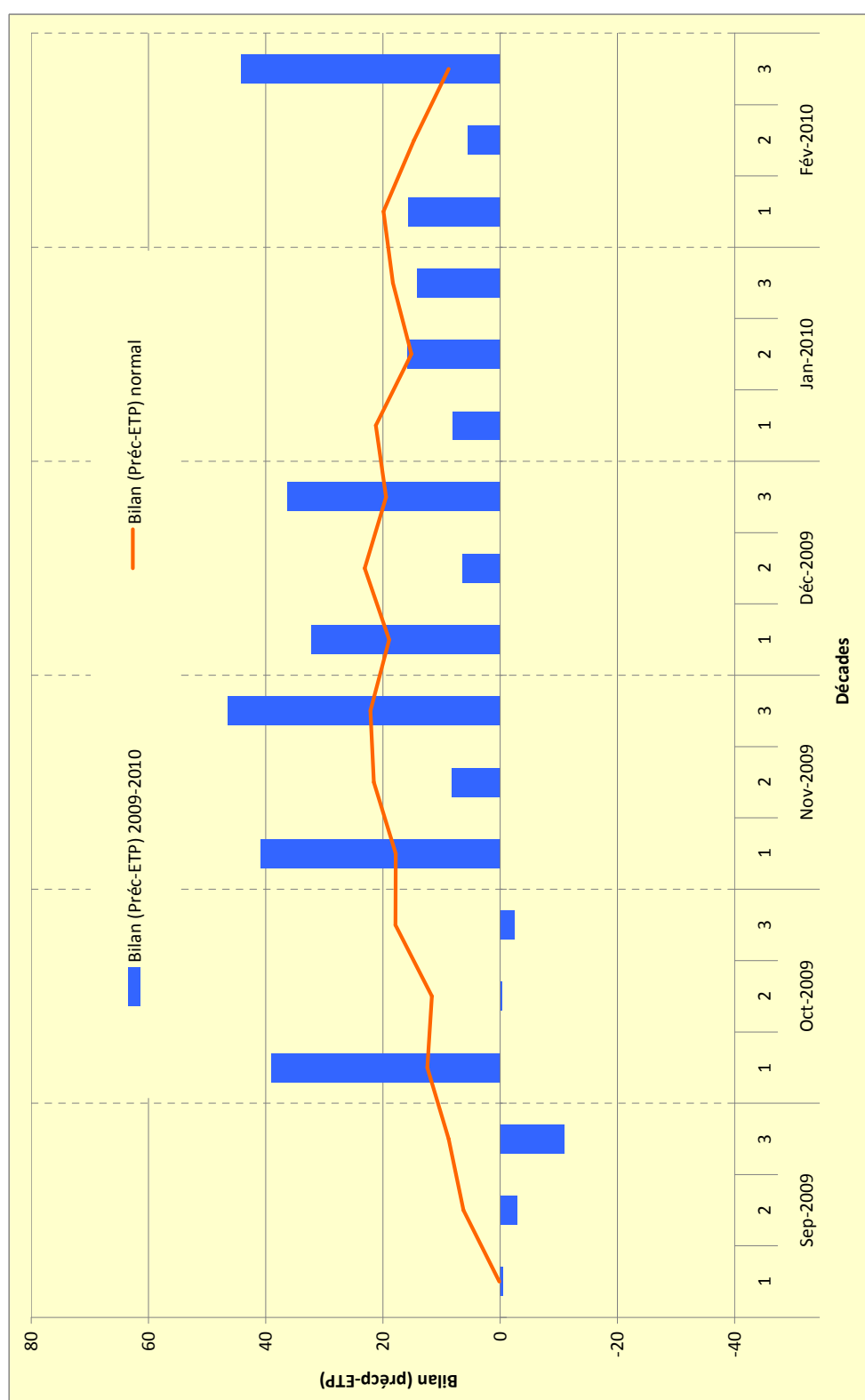


Figure 1.2 – Bilan (précipitations – évapotranspiration) 2009-2010 et bilan (préc - ETP) normal (en mm), par décade, du 1^{er} septembre 2009 au 28 février 2010 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (CRA-W) (commentaires voir tableau 1).

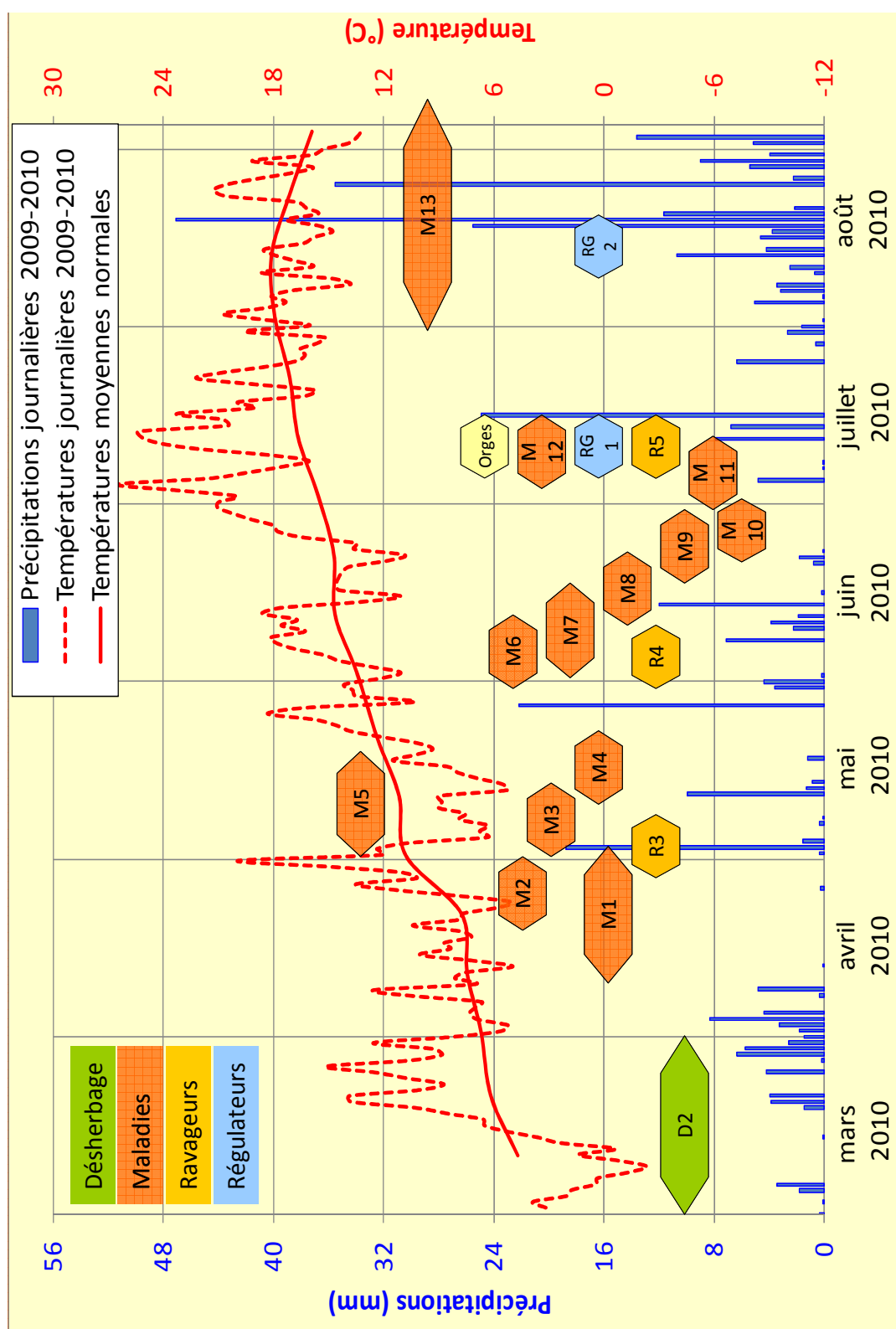


Figure 1.3 – Précipitations journalières (mm), températures journalières (°C), températures moyennes normales (°C) au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W) et principaux événements culturels, du 1^{er} mars 2010 au 31 août 2010 (commentaires voir tableaux 1.1 et 1.2).

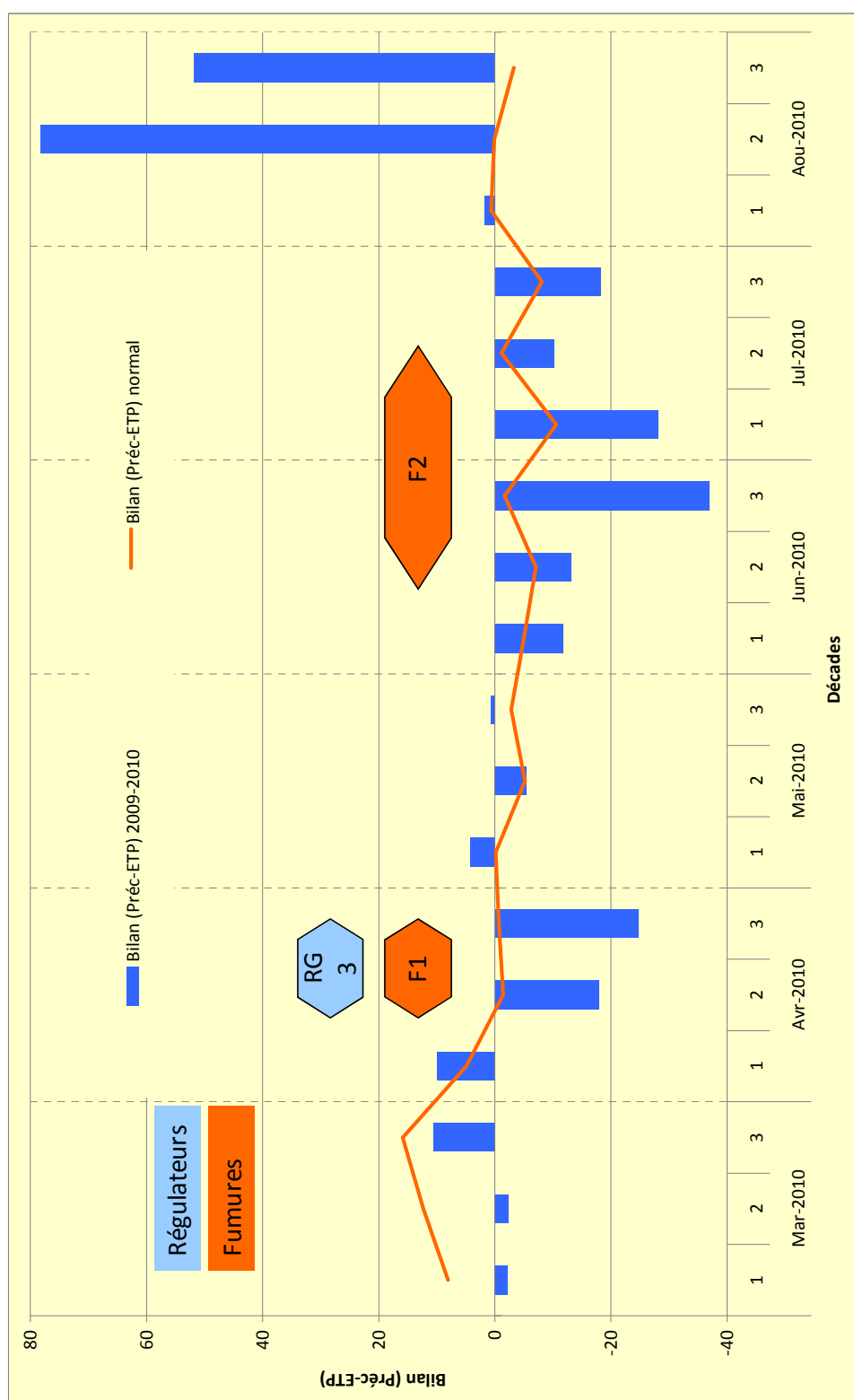


Figure 1.4 – Bilan (préc - ETP) 2009-2010 et bilan (préc - ETP) normal (en mm), par décennie et principaux événements culturels, du 1^{er} mars 2010 au 31 août 2010 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (CRA-W) (commentaires voir tableau 1.2).

Tableau 1.1 -. Déroulement des cultures et climat 2009-2010 : principales observations représentées sur les figures 1.1 et 1.3.

Figure	Codes	Période	Observations
1	R1	Mi-octobre	Températures faibles : vols modérés de pucerons
	D1	Seconde partie d'octobre	Période propice au désherbage des escourgeons
	R2	Décembre	Gel intense : destruction des pucerons, fin de l'épidémie de JNO
3	D2	Mars	Froid et pluies reportent le désherbage en avril
	M1	Du 8 avril au 2 mai	Absence quasi-totale de pluie. La rhynchosporiose disparaît totalement des escourgeons. La septoriose est bloquée sur les feuilles du bas en froment
	M2	Fin avril	Escourgeon : forte présence de rhynchosporiose
	R3	2 mai	Pluie après sécheresse : cécidomyie orange → déclenchement pupaison
	M3	Début mai	Froment : pression de septoriose modérée à parfois forte
	M4	15 mai	La plupart des froments ne sont encore qu'au stade 2 nœuds
	M5	1ère quinzaine de mai	Fréquents vents froids et séchants, particulièrement défavorables aux maladies foliaires en céréales
	R4	Début juin	Les escourgeons épiant lentement et de manière souvent moutonnée. Toutes les céréales sont particulièrement saines du point de vue des maladies foliaires
	M6	5 juin au 9 juin	Cécidomyie orange : émergence des adultes - Variétés tardives au stade sensible
	M7	1ère quinzaine de juin	La plupart des froments épiant
	M8	15 juin	Escourgeon: l'helminthosporiose se développe fréquemment
	M9	20 juin	Froment : particulièrement indemne de maladies foliaires
			Escourgeon : la ramulariose apparaît assez subitement
			Froment : les premiers symptômes de rouille brune se généralisent mais la pression reste très faible
	M10	Fin juin	Froment : stress hydriques souvent prononcés
	M11	Début juillet	Froment : les maladies évoluent peu

Tableau 2. Déroulement des cultures et climat 2009-2010 : principales observations représentées sur la figure 1.3 et 1.4.

Figure	Codes	Période	Observations
3 (suite)	R5	Du 10 au 14 juillet	Orages importants : retour au sol des larves de cécidomyie orange
	RG1	14 juillet	Les violents orages ont entraîné la verse de nombreuses parcelles. Face à de tels orages, aucun traitement régulateur ne pouvait maintenir la culture droite
	M12	14 juillet	Gros orages qui couchent beaucoup de froment
	Orges	14 juillet	La tempête du 14 juillet a versé les petites orges qui ne se sont qu'à moitié redressées
	M13	Août	Froment : récoltes difficiles eu égard au nombre de jours de pluie très élevé. Les premières récoltes ont eu lieu le 31 juillet, les dernières le 6 septembre.
	RG2	Août	Les pluies abondantes et régulières du mois d'août ont accentué la verse déjà bien présente entraînant, dans beaucoup de situations, la germination sur pied
4	RG3	2ème et 3ème décades d'avril	Déficit hydrique avant et après les applications de régulateur de croissance avec, comme conséquence, une augmentation du stress de la culture et une moins bonne efficacité des produits
	F1	2ème et 3ème décades d'avril	Déficit hydrique : → frein à la croissance des froments implantés tardivement ou sur des sols très séchants ainsi que des froments dont le système racinaire est déficient → manque de biomasse, nombre d'épis/m ² insuffisant, épis de petite taille. Les fractions de tallage et redressement ne compensent pas ce manque de croissance.
	F2	De la 2ème décade de juin à la 2ème décade de juillet	Deuxième période de stress hydrique qui induit un manque de fertilité des épis ainsi qu'un mauvais remplissage des grains. Dans un certain nombre de cas, la fraction de dernière feuille ne sera pas entièrement prélevée par la culture et ne pourra participer pleinement au remplissage du grain.

2 Bilan de la saison

L'automne 2009 a été caractérisé par des températures supérieures aux moyennes saisonnières avec un mois de novembre particulièrement chaud. Un déficit anormal d'insolation a été observé en octobre. Les précipitations moyennes ont été anormalement déficitaires par rapport à la normale en début d'automne, mais celles du mois de novembre ont amené les précipitations globales de la saison à un niveau proche de la normale. Un déficit en eau du sol remarquable a été observé à Gembloux durant les deux premiers mois de l'automne.

Globalement, les températures de l'hiver 2009-2010 ont été inférieures à la normale avec des températures anormalement basses lors du mois de janvier 2010. Un déficit très exceptionnel d'insolation a été observé durant le mois de février 2010. Les précipitations ont été normales.

Avec des températures moyennes proches de la normale, le printemps 2010 a connu un mois d'avril exceptionnellement ensoleillé. Un déficit en terme de précipitations, de même qu'un déficit hydrique, ont été observés à la fin du mois d'avril et au début du mois de mai, tout s'est normalisé avec les précipitations du mois de mai.

L'été 2010 a présenté des températures élevées en juin et en juillet avec des températures caniculaires lors de la première décade de juillet. Un gain d'ensoleillement a ainsi été observé sur l'ensemble de l'été malgré un mois d'août très pluvieux. Lors de ce dernier mois, un bilan excédentaire de 30 % en terme de précipitations a été observé par rapport à la normale saisonnière. Les précipitations les plus importantes ont été observées à la mi-août (16 août et 22 août) ; lors de ces deux journées, 82,6 mm d'eau ont été récoltés alors que les précipitations normales sont de 75,2 mm pour ce même mois. Ces précipitations exceptionnelles ont entraîné de nombreux problèmes pour la récolte des céréales. Les températures ont été très proches de la normale lors de ce mois pluvieux.

L'automne 2010 se caractérise par des conditions météorologiques normales.

Le début de l'hiver 2011 a été très contrasté avec un mois de décembre très froid et neigeux et un mois de janvier plus chaud et davantage pluvieux que la normale.

2.1 Les températures

Le mois de septembre 2009 a été caractérisé par des températures anormalement supérieures à la moyenne avec une température moyenne mensuelle de 15,0 °C au lieu de 13,9 °C (tableau 1.1., figures 1.1. et 1.2.). Trois jours d'été ont encore été observés. L'ensemble du mois d'octobre a été caractérisé par des températures normales avec une température moyenne mensuelle de 10,8 °C au lieu de 10,2 °C. Trois jours de gel² ont néanmoins été observés lors de la deuxième décade. Enfin, durant le mois de novembre, des températures moyennes très exceptionnellement supérieures à la normale ont été observées, avec 9,0 °C au lieu de 5,5 °C. Aucun jour de gel n'a été répertorié durant ce dernier mois d'automne.

² Jour de gel : jour où la température minimale est inférieure à 0 °C.

Du point de vue des températures, l'automne 2009 a été caractérisé par des températures supérieures aux moyennes saisonnières (11,6 °C au lieu de 9,9 °C) ; ceci est dû au mois de novembre particulièrement chaud.

Avec une deuxième décade relativement froide, les températures de décembre ont été quelque peu inférieures à la normale avec 2,3 °C au lieu de 3,0 °C. Quinze jours de gel et cinq jours d'hiver³ ont été observés avec une température minimale de -15,4 °C le 19 décembre. Comme en janvier 2009, le mois de janvier 2010 a été très anormalement froid, avec une température moyenne de -1,0 °C alors que la température normale est de 1,7 °C. C'est au cours de la première décade qu'il a fait le plus froid ; le minimum absolu sous abri a été observé le 7 janvier avec une valeur de -12,3°C. Au cours de ce mois, 22 jours de gel et 11 jours d'hiver ont été répertoriés. Le mois de février 2010 a été caractérisé par des températures proches de la moyenne. Treize jours de gel et 7 jours d'hiver ont été observés ; l'épisode le plus froid s'est produit durant la deuxième décade.

Globalement, les températures de l'hiver 2009-2010 ont été inférieures à la normale (1,2 °C au lieu de 2,2 °C) avec des températures relativement basses lors du mois de janvier 2010. Au total, 50 jours de gel et 18 jours d'hiver ont été enregistrés à Gembloux.

Le printemps 2010 a débuté par des températures quelque peu supérieures à la normale pour le mois de mars. La température moyenne présente un excès de 1,2 °C par rapport à la normale. La première décade et le début de la deuxième décade ont connu des températures minimales relativement basses ; douze jours de gel ont été observés. La température a ensuite augmenté au cours du mois. La même observation peut être réalisée pour le mois d'avril ; les températures moyennes sont quelque peu supérieures à la normale (excès de 1,3 °C). Un jour d'été⁴ a été observé le 29 avril avec une température maximale de 25,7 °C. Le mois de mai a par contre connu un déficit des températures moyennes (10,5 °C) avec un écart de 1,4 °C par rapport aux températures normales. Un jour d'été a été observé au début de la troisième décade avec une température maximale de 25,6 °C.

Le printemps 2010 a été caractérisé par des températures moyennes proches de la normale (8,6 °C au lieu de 8,2 °C).

Le mois de juin est par contre caractérisé par des températures nettement supérieures à la normale (16,1 °C au lieu de 14,9 °C). La troisième décade a été particulièrement chaude avec des températures très élevées, 7 jours d'été ont été observés. L'ensemble du mois de juillet a été exceptionnellement chaud avec un excès de 3,1 °C en plus que la normale. Sept jours de canicule⁵ ont été observés principalement lors de la première décade et 10 jours d'été ont été répertoriés sur l'ensemble du mois. La température maximale a été observée le 2 juillet avec 34 °C. Seule la journée du 29 juillet a présenté une température maximale inférieure à 20 °C (18,4 °C). Le mois d'août a quant à lui présenté des valeurs proches des valeurs normales

³ Jour d'hiver : jour où la température maximale est inférieure à 0 °C.

⁴ Jour d'été : jour où la température maximale égale ou dépasse 25 °C.

⁵ Jour de canicule ou de chaleur : jour où la température maximale égale ou dépasse 30 °C.

1. Aperçu climatologique

avec des températures moyennes de 16,8 °C alors que les températures normales sont de 16,4 °C. Deux jours d'été ont été observés les 20 et 21 août.

L'été 2010 est caractérisé par des températures supérieures à la normale, avec un excès des températures moyennes de 1,5 °C par rapport à la normale. L'été a été très contrasté avec les mois de juin et juillet très chauds et un mois d'août présentant des températures normales.

L'ensemble du mois de septembre a été caractérisé par des températures normales avec une température moyenne mensuelle de 13,8 °C au lieu de 13,9 °C. Un bilan équivalent peut être dressé pour le mois d'octobre pour lequel la température moyenne mensuelle est équivalente à la température normale (10,2 °C). Enfin, des constatations similaires concernant le mois de novembre peuvent être établies avec, en moyenne, un écart des températures par rapport à la normale de 0,3 °C. Un jour de gel a été observé en octobre et sept jours de gel ont été observés lors de la dernière décade du mois de novembre.

Du point de vue des températures, l'automne 2010 a présenté un caractère normal.

Le mois de décembre 2010 a été exceptionnellement froid avec une température moyenne de -1,2°C au lieu de 3 °C pour une année normale. Ce mois a été particulièrement marqué par la quantité de neige qui s'est accumulée durant plusieurs jours. Le mois de janvier a par contre présenté un excès des températures moyennes de 3,8 °C au lieu de 1,7 °C pour les températures normales.

Le début de l'hiver a donc été très contrasté avec un mois de décembre très froid et neigeux et un mois de janvier plus chaud que la normale.

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

Mois	Températures moyennes (°C)				Insolation (heures, minutes)				Précipitations (mm)			
	2008-2009	2009-2010	2010-2011	Normale*	2008-2009	2009-2010	2010-2011	Normale*	2008-2009	2009-2010	2010-2011	Normale*
Septembre	13.1	15.0	13.8	13.9	161.11	157.43	143.10	141.30	44.9	31.7	64.4	62.8
Octobre	10.1	10.8	10.2	10.2	121.40	89.13	125.13	110.42	72.0	56.9	48.3	65.7
Novembre	6.3	9.0	5.8	5.5	28.13	47.10	22.38	54.06	91.9	111.7	98.1	75.0
Décembre	2.1	2.3	-1.2	3.0	67.56	39.37	26.12	35.48	74.6	79.9	75.6	72.1
Janvier	-0.8	-1.0	3.8	1.7	74.29	44.18	43.14	46.24	85.8	42.4	87.6	65.5
Février	3.1	2.2		2.0	35.40	28.53		70.24	87.0	75.3		56.7
Mars	6.3	6.2		5.0	136.35	122.32		109.06	88.9	36.2		65.6
Avril	12.0	9.1		7.8	183.11	214.22		153.36	95.0	23.5		53.5
Mai	13.5	10.5		11.9	205.42	177.01		201.18	114.1	65.2		69.0
Juin	15.3	16.1		14.9	224.26	259.54		201.54	56.3	30.1		73.0
Juillet	18.2	19.7		16.6	227.26	260.35		203.06	63.8	56.1		71.7
Août	18.4	16.8		16.4	267.26	150.49		188.12	28.0	200.0		75.2
Automne	9.8	11.6	9.9	9.9	311.04	294.06	291.01	306.18	208.8	200.3	210.8	203.5
Hiver	1.5	1.2		2.2	178.05	112.48		152.36	247.4	197.6		194.3
Printemps	10.6	8.6		8.2	525.28	513.55		464.00	298.0	124.9		188.1
Eté	17.3	17.5		16.0	719.18	671.18		593.12	148.1	286.2		219.9
Année	9.8	9.7	6.5	9.1	1733.55	1592.07		1516.06	902.3	809.0		805.8

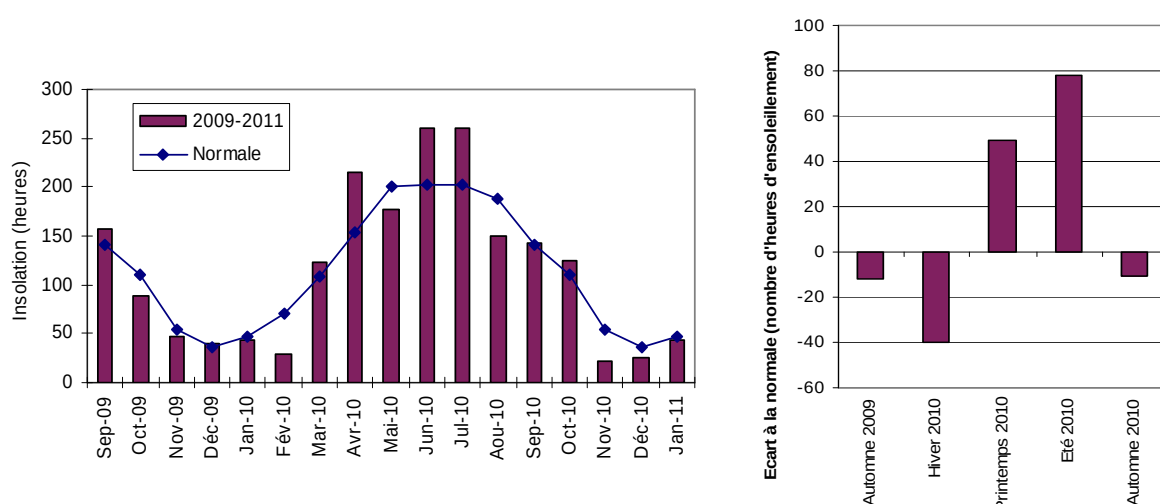


Figure 1.1. – (a) Températures moyennes mensuelles sous abri au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W) de septembre 2009 à janvier 2011, (b) Ecart par rapport à la normale des températures moyennes mensuelles sous abri au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W) de l’automne 2009 à l’automne 2010.

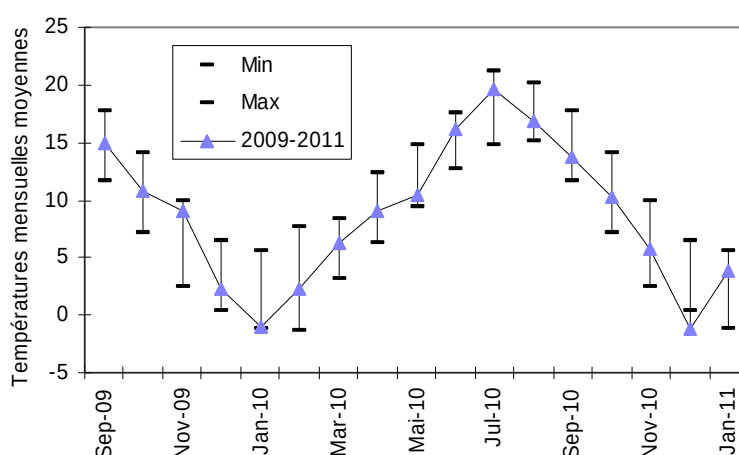


Figure 1.2. – Evolution des températures moyennes mensuelles de septembre 2009 à janvier 2011 par rapport aux valeurs extrêmes observées au cours des dix dernières années (1998 – 2010), au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W).

2.2 L’insolation

Le mois de septembre 2009 présente un gain de 16 heures d’ensoleillement (tableau 1.1., figure 1.3.). Par contre, le mois d’octobre, a été anormalement déficitaire avec 21 heures de soleil en moins par rapport à la normale. La première décade d’octobre est, à cet égard, exceptionnellement déficitaire. Le mois de novembre 2009 a présenté un ensoleillement proche de la normale.

1. Aperçu climatologique

Ainsi, globalement, l'automne 2009 a connu une insolation très proche de la moyenne malgré un déficit anormal en octobre.

Les mois de décembre et janvier 2009 ont présenté un nombre d'heures d'insolation proche de la normale. Le mois de février 2010 a par contre présenté un déficit très exceptionnel d'insolation de 42 heures d'ensoleillement par rapport à la normale ; c'est lors de la troisième décade que ce déficit a été le plus marquant.

D'un point de vue général, pour cet hiver 2009-2010, la durée d'ensoleillement présente un bilan négatif de 40 heures, dû à un déficit très exceptionnel durant le mois de février 2010.

Le mois de mars a connu une insolation de 122 heures, ce qui correspond à 13 heures de plus que la normale. Le mois d'avril a été exceptionnellement ensoleillé avec un boni d'insolation de 61 heures par rapport à la normale ; c'est particulièrement lors de la dernière décade que l'insolation a été la plus importante. Par contre, pour le mois de mai, l'insolation a été déficitaire de 24 heures par rapport à la normale.

Le printemps 2010 a connu un boni de 50 heures d'ensoleillement par rapport à la normale grâce au mois d'avril exceptionnellement ensoleillé.

Les mois de juin et juillet ont bénéficié d'un boni important d'heures d'insolation, soit respectivement de 59 heures et 57 heures par rapport à la normale. La dernière décade de juin ainsi que les deux premières décades de juillet ont été exceptionnellement ensoleillées. Le mois d'août a par contre été caractérisé par un déficit de 38 heures d'insolation par rapport à la normale.

L'été 2010 a ainsi été caractérisé, en matière d'insolation, par un gain de 78 heures de soleil, ce qui représente 13 % de durée d'ensoleillement de plus par rapport à la normale (593 heures).

Le mois de septembre 2010 a présenté un ensoleillement proche de la normale. Le mois d'octobre 2010 présente un gain d'une quinzaine d'heures d'ensoleillement tandis que pour le mois de novembre, un déficit de 32 heures de soleil est observé. C'est durant la première décade que ce phénomène a été observé et est considéré comme rare.

Ainsi, globalement, l'automne 2010 a connu un déficit de 15 heures d'ensoleillement par rapport à la normale.

Le mois de décembre 2010 présente un déficit de 9 heures tandis que le mois de janvier 2011 présente un ensoleillement moyen proche de la normale.

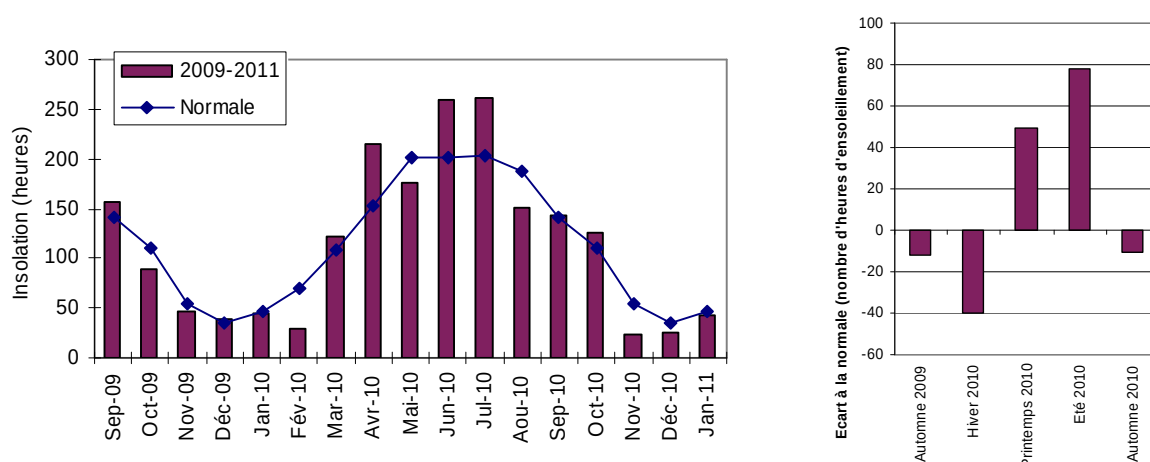


Figure 1.3. – (a) Insolations mensuelles de septembre 2009 à janvier 2011 au poste climatologique d'Ernage-Gembloux (CRA-W), (b) Ecart relatif par rapport à la normale du nombre d'heures d'ensoleillement de l'automne 2009 à l'automne 2010.

2.3 Les précipitations

Le début de l'automne 2009 a été déficitaire en terme de précipitations. La quantité d'eau recueillie au mois de septembre a été anormalement basse avec 31,7 mm au lieu de 62,8 mm (tableau 1.1., figure 1.4.). Un déficit hydrique du sol très remarquable a également été observé durant cette période avec un maximum de 86,6 mm (figure 1.5.) pour la troisième décade de septembre. Le mois d'octobre a présenté un bilan des précipitations similaire au premier mois de l'automne mais avec un plus faible déficit, soit 9 mm par rapport à la normale. A nouveau, un déficit hydrique du sol était observé durant cette période (+/- 45 mm). A l'inverse, les valeurs observées pour le mois de novembre ont été supérieures à la moyenne avec un gain de 37 mm par rapport aux valeurs normales. Le déficit hydrique du sol a été résorbé durant cette période.

L'automne 2010 a été caractérisé par des totaux de précipitations anormalement déficitaires par rapport à la normale en début d'automne. Les précipitations du mois de novembre ont amené les précipitations globales de la saison à un niveau tout à fait proche de la normale. Un déficit en eau du sol remarquable a cependant été observé à Gembloux durant les deux premiers mois de l'automne.

Les précipitations du premier mois de l'hiver 2009-2010 ont été proches des valeurs normales. Un léger déficit (22 mm) était constaté en janvier tandis qu'un excès de 19 mm était observé en février.

L'hiver 2009-2010 a présenté un profil proche des valeurs normales en terme de précipitations. Aucun déficit hydrique n'a été observé.

1. Aperçu climatologique

Les mois de mars et avril 2010 ont présenté un déficit en terme de précipitations avec respectivement 29,4 et 30,0 mm de précipitations de moins que la normale. Par contre, le mois de mai ne présente pas un écart important par rapport à la normale.

Ainsi, le printemps 2010 peut être qualifié de relativement sec. Il a été marqué par un déficit des précipitations de 63,2 mm, soit 33 % en moins par rapport à la normale. Un déficit hydrique a été observé à la fin du mois d'avril et au début du mois de mai, il a été résorbé grâce aux précipitations du mois de mai.

L'été 2010 a été très contrasté en terme de précipitations comme pour les températures et l'insolation. Les précipitations recueillies au mois de juin et juillet étaient inférieures à la normale avec respectivement 30,1 mm et 56,1 mm au lieu de 73,0 mm et 71,7 mm. Un déficit hydrique de plus de 80 mm a été observé durant l'ensemble du mois de juillet. A l'inverse, les valeurs observées pour le mois d'août ont été largement supérieures à la moyenne avec 200,0 mm par rapport aux valeurs normales de 75,2 mm. Les précipitations les plus importantes ont été observées à la mi-août avec un maximum observé le 16 août (47,1 mm). Le 22 août, 35,5 mm ont également été observés. Ces précipitations exceptionnelles ont entraîné de nombreux problèmes pour la récolte de céréales.

Comme le mois d'août a été exceptionnellement pluvieux, l'été 2010 affiche un bilan excédentaire de 30 % par rapport à la normale saisonnière.

Les précipitations recueillies au mois de septembre étaient proches des valeurs normales. (tableau 1.1., figure 1.4.). Les valeurs observées pour le mois d'octobre ont été inférieures à la moyenne avec 48,3 mm par rapport aux valeurs normales de 65,7 mm. Par contre, au mois de novembre, un excès de précipitations de 23,1 mm a été observé par rapport aux valeurs normales.

L'automne 2010 a été caractérisé par des précipitations proches de la normale avec 210,8 mm de pluie au lieu de 203,5 mm.

Les précipitations du premier mois de l'hiver 2010-2011 ont été proches des valeurs normales. Par contre, le mois de janvier se caractérise par des précipitations plus élevées et un excès en quantité d'eau récoltée, 22 mm de plus que la normale.

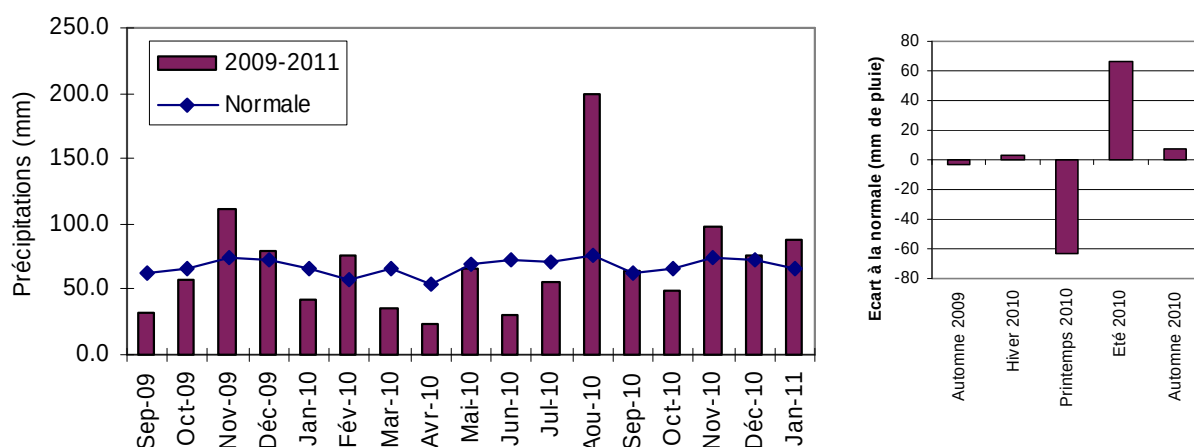


Figure 1.4. – (a) Précipitations mensuelles de septembre 2009 à janvier 2011 au poste climatologique d’Ernage-Gembloux (CRA-W), (b) Ecart par rapport à la normale des précipitations (mm) de l’automne 2009 à l’automne 2011.

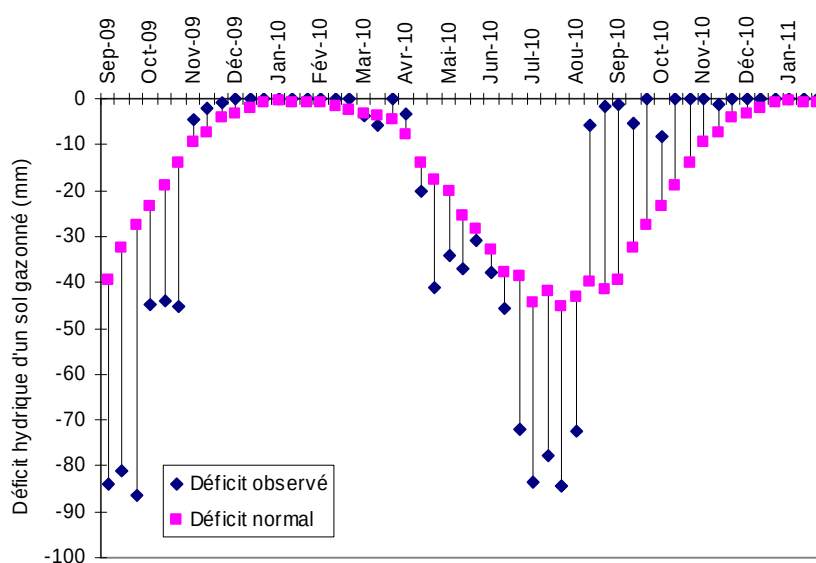


Figure 1.5. – Evolution du déficit hydrique d’un sol gazonné de septembre 2009 à janvier 2011.

2. Implantation des cultures

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

1	Aperçu de l'année écoulée	2
1.1	Semis 2009-2010	2
1.2	Semis 2010-2011	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 Gembloux Agro-Bio Tech – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

² CRA-W – Département Agriculture et Milieu naturel – Unité Fertilité des sols et Protection des eaux

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 2009-2010

Les premiers semis de cet automne ont, généralement, pu être réalisés dans de très bonnes conditions et cela principalement grâce aux faibles précipitations observées de août à octobre.

Le mois de novembre a été marqué par une pluviométrie élevée (112 mm au lieu de 75 mm pour la normale) et souvent irrégulière d'un endroit à l'autre. Ces pluies ont parfois rendus difficiles certains arrachages et/ou entraînant parfois quelques soucis d'implantation du froment.

Décembre a principalement été marqué par un gel assez marqué et des chutes de neiges qui ont entraîné un report des derniers semis et des places de chargement des tas de betteraves. A la fin janvier, quelques jours ont permis de finir les derniers semis dans de bonnes conditions à cette période.

Au vu des températures froides qui règent encore en ce mois de février, tous les semis tardifs, y compris ceux réalisés en décembre, tardent à la levée. Les semis précoces et normaux réalisés en octobre et novembre, bien que peu développés, sont souvent très réguliers en termes de levée.

1.2 Semis 2010-2011

Les semis d'octobre et de tout début novembre ont pu être réalisés dans de bonnes conditions. Les très importantes précipitations du 9 au 14 novembre ont empêché la poursuite des emblavements et ont parfois mis à mal (battance, coulées, inondations temporaires) certains des semis, surtout ceux effectués les quelques jours avant cet épisode pluvieux exceptionnel.

Quelques semis ont encore pu être effectués les 22 et 23 novembre dans des conditions de sol très humides. Une première offensive hivernale, assez précoce, a suivi. La brève accalmie autour du 10 décembre a, dans la plupart des cas, été trop courte, les sols gorgés en eau par la fonte des neiges n'ont pas eu le temps de se ressuyer suffisamment que pour pouvoir effectuer des semis corrects. Le retour de l'hiver accompagné des importantes chutes de neige n'a plus permis d'emblaver le reste des froments durant la fin décembre et le mois de janvier.

Heureusement, l'embellie climatique autour du 10 février a cette fois permis de réaliser les derniers semis, certes très tardivement mais dans de très bonnes conditions.

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) – Gx-ABT.

Année	Semis précoce		Semis normal		Semis tardif	
	Date	Rdt en qx/ha	Date	Rdt en qx/ha	Date	Rdt en qx/ha
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
2008-2009	14-10-08	117	17-11-08	121	16-12-08	109
2009-2010	19-10-09	104	18-11-09	96	26-01-10	84
Moyenne		103		100		94

Unité de Phytotechnie – Gembloux Agro-Bio Tech 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 cultureux.

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'ornièr.

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.

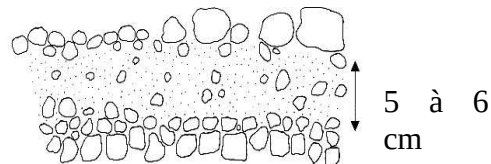


Figure 2.1. – Profil idéal d'une préparation de sol (Arvalis).

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 :

- 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, pendimethaline) 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 postémergence 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 chevauchant.

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.

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 :

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

- **de la préparation du sol et des conditions climatiques qui suivent le semis**

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 2010 et ses particularités.....	2
1.1	Automne 2009	2
1.2	Printemps 2010	2
1.3	Automne-hiver 2010-2011	2
2	Expérimentations, résultats et perspectives.....	2
2.1	Lutte contre les graminées en froment d'hiver	2
2.2	Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver	4
	Nouveautés	7
2.2.1	CALIBAN TOP	7
2.2.2	CAPRI DUO	7
2.2.3	OTHELLO	8
2.2.4	Pour être complet.....	8
3	Recommandations pratiques	9
3.1	Les grands principes	9
3.1.1	En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver	9
3.1.2	En froment, éviter les interventions avant l'hiver	9
3.1.3	Connaître la flore adventice de chaque parcelle.....	9
3.1.4	Exploiter l'apport des techniques culturales	10
3.2	Traitements automnaux	11
3.2.1	En escourgeon et en orge d'hiver	11
3.2.2	En froment d'hiver	12
3.3	Traitements printaniers	15
3.3.1	Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver.....	15
3.3.2	Lutte contre les graminées en froment.....	15
3.3.3	Lutte contre les dicotylées	18
3.4	Réussir son désherbage, c'est aussi.....	19
3.5	Quid de la résistance?	20
3.5.1	En quoi consiste la résistance?.....	20
3.5.2	Prévenir l'apparition de résistances.....	21
3.5.3	Gérer la résistance	22

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

1 La saison 2010 et ses particularités

F. Henriët

1.1 Automne 2009

L'automne 2009 fut exceptionnellement chaud, en grande partie grâce au mois de novembre. Les précipitations (quantité et jours de pluie) furent normales. Le mois d'octobre fut propice au désherbage des escourgeons en offrant suffisamment de périodes de traitement. C'était également l'occasion de traiter en préémergence, si nécessaire, certains froments semés précocement. Le mois de novembre fut normalement pluvieux, ce qui a considérablement réduit les possibilités d'intervention.

1.2 Printemps 2010

Après un hiver marqué par plusieurs vagues de froid assez intense, la reprise de végétation a été plutôt lente. En effet, le début du mois de mars s'est caractérisé par des températures relativement fraîches, ne permettant pas la sortie des pulvérisateurs. Les premières opérations de désherbage ont eu lieu entre les gouttes aux environs du 23 mars. La majorité des désherbages ont été effectués durant le mois d'avril, très sec. L'action des produits est apparue ralentie et a quelquefois fait craindre des échecs. Toutefois, les résultats enregistrés en fin de saison furent globalement satisfaisants.

1.3 Automne-hiver 2010-2011

En escourgeon, les conditions rencontrées jusqu'à la mi-novembre ont été favorables au bon déroulement du désherbage. Cependant, les conditions assez froides qui ont prévalu depuis octobre ont freiné le développement des adventices et des céréales, en particulier celui du froment. A la sortie de l'hiver, il faudra vérifier l'efficacité des traitements d'automne, et surveiller les levées d'adventices que les premiers beaux jours pourraient provoquer.

2 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriët, F. Ansseau²

2.1 Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Deux essais installés au printemps 2010 avaient pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées contre les graminées adventices. Le premier essai était situé à Yves-Gomezée (Philippeville) et visait le vulpin. Le second était installé à Sart-Messire-Guillaume (Mont-Saint-Guibert) en présence de jouet du vent. Un protocole à trois stades de traitement

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

a été établi : début tallage (BBCH 21), plein tallage (BBCH 25) et fin tallage (BBCH 29). La figure 3.1. reprend les traitements étudiés et les résultats ; le tableau 3.1. reprend les dates d'application et la flore présente ; 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 ^e application (pl/m ²)
	BBCH 21	BBCH 25	BBCH 29	
Yves-Gomezée	23/03/2010		20/04/2010	75 vulpins (BBCH 25-45)
Sart-Messire-Guillaume	24/03/2010	9/04/2010	23/04/2010	19 jouets du vent (BBCH 21-29)

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
CALIBAN DUO	WG	16.8% propoxycarbazone + 1% iodosulfuron + 8% safener
CAPRI	WG	7.5% pyroxsulam + 7.5% safener
COSSACK	WG	3% mesosulfuron + 3% iodosulfuron + 9% safener
JAVELIN	SC	500 g/L isoproturon + 62.5 g/L diflufenican
LEXUS XPE	WG	33.3% flupyrsulfuron + 16.7% metsulfuron
PACIFICA	WG	3% mesosulfuron + 1% iodosulfuron + 9% safener

Résultats : comptage d'épis en juin 2010

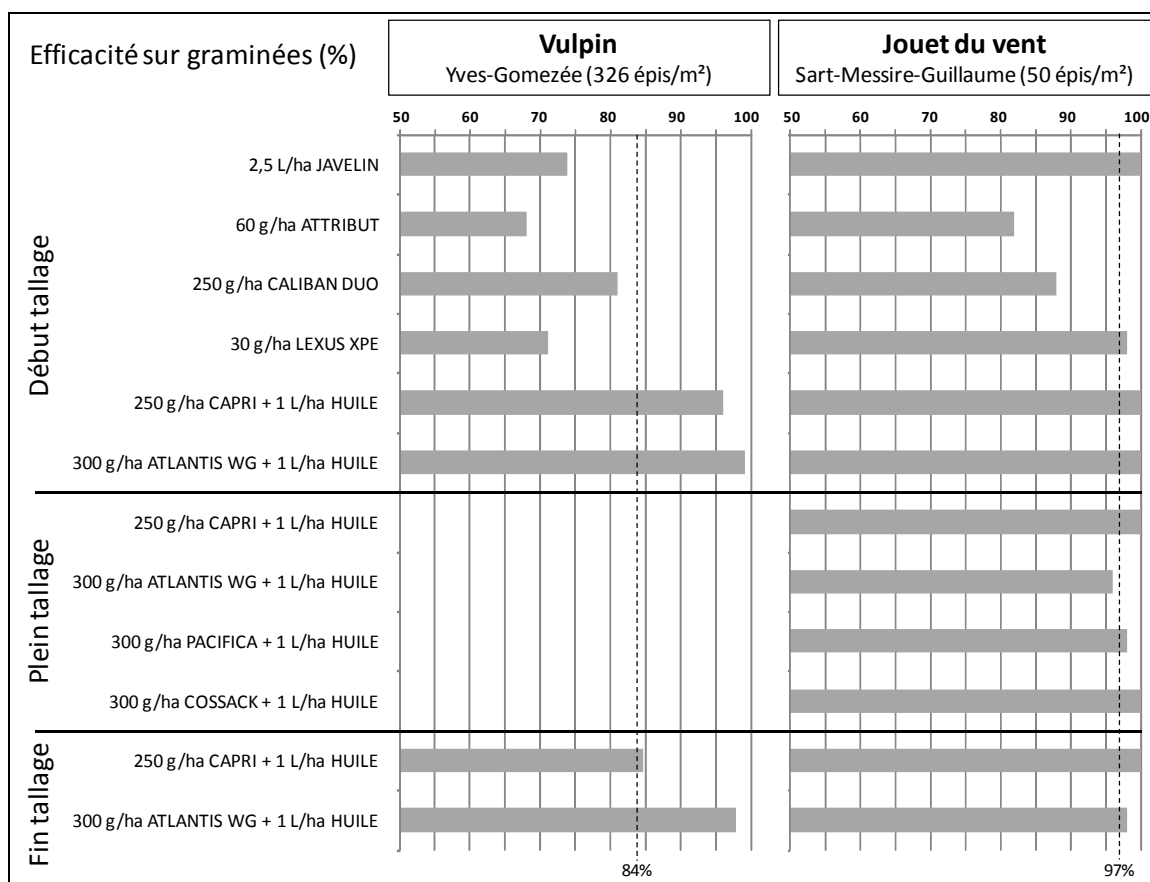


Figure 3.1. – Résultats du comptage des épis. Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] * 100$.

Contre vulpin (figure 3.1.), des traitements effectués au stade début tallage (BBCH 21-25, 23 mars 2010), seuls le CAPRI et l'ATLANTIS WG ont présenté des efficacités supérieures à 95%. Ce n'était pas satisfaisant pour autant puisqu'il restait respectivement 13 et 3 épis de vulpin/m² dans les parcelles. Les autres traitements étaient nettement insatisfaisants. Appliqué au stade plein tallage (BBCH 29, 20 avril 2010) l'ATLANTIS WG a maintenu une bonne efficacité (98%) tandis que le CAPRI se montrait moins efficace (85%).

Les résultats étaient meilleurs contre jouet de vent (figure 3.1.). Pulvérisés au stade tallage (BBCH 21, 24 mars 2010), le JAVELIN, le CAPRI et l'ATLANTIS WG ont donné entière satisfaction. Le LEXUS XPE était légèrement en retrait (98%) et les produits à base de *propoxycarbazone* étaient insuffisants. Appliqué plus tard, le CAPRI a conservé une maîtrise complète du jouet du vent, tandis que les produits à base de *mesosulfuron* présentaient de petits défauts d'efficacité d'autant plus importants que la quantité d'*iodosulfuron* rentrant dans leur composition était faible (tableau 3.2.).

Conclusions

- Les conditions climatiques n'ont pas permis d'intervenir avant la troisième décade de mars. A ce moment, dans l'essai d'Yves-Gomezée, les vulpins étaient déjà trop développés (stade trois feuilles à fin tallage) pour que des produits de sortie d'hiver (majoritairement racinaires) comme le JAVELIN, l'ATTRIBUT, le CALIBAN DUO et le LEXUS XPE s'avèrent efficaces. En revanche, à Sart-Messire-Guillaume, ces produits ont mieux maîtrisé le jouet du vent car ce dernier était moins développés (stade deux feuilles à début tallage). Bien qu'imparfaits, les produits foliaires faisaient nettement mieux contre vulpin et étaient parfaits contre jouet du vent. Cela montre une fois de plus l'importance de tenir compte du stade atteint par les graminées adventices lors du choix du traitement (cfr tableau 3.11. dans les Recommandations).
- Les traitements réalisés plus tard (aux stades plein et fin tallage) permettent d'apprécier la flexibilité de l'ATLANTIS WG à l'encontre du vulpin et celle du CAPRI contre le jouet du vent. Cela confirme également que le CAPRI doit être appliqué sur des vulpins relativement jeunes. Cela ne remet pas en cause le fait qu'il est toujours préférable de traiter dès que c'est possible mais souligne le fait que plus le traitement est retardé, plus le choix du produit se réduit...
- A Sart-Messire-Guillaume, le CAPRI s'est révélé parfait quel que soit le stade d'application. L'*iodosulfuron*, quant à lui, démontre une nouvelle fois son intérêt dans la lutte contre le jouet du vent. En effet, s'il n'est quasi plus possible de se débarrasser du jouet du vent en n'utilisant que de l'*iodosulfuron* (dans le HUSSAR ULTRA, par exemple), celui-ci reste un complément efficace à d'autres herbicides. Par ailleurs, il ne faut pas perdre de vue son activité antidicotylées.

2.2 Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver

Deux essais installés au printemps 2010 avaient pour objectif de comparer l'efficacité de trois antidicotylées récents voire même encore en développement : le BIATHLON, le HUSSAR TANDEM et un produit en test (TEST02). Tous trois ont été testés en mélange avec les

principaux antigraminées foliaires : l'ATLANTIS WG, le CAPRI et l'AXIAL. Le premier essai a été mis en place à Dorinne (Spontin) et le second à Vezin (entre Namur et Andenne). Les traitements ont été effectués au stade plein tallage de la culture (BBCH 25). La figure 3.2. reprend les traitements étudiés et les résultats ; le tableau 3.3. liste les dates d'application et la flore présente ; le tableau 3.4. détaille la composition des produits utilisés.

Tableau 3.3. – Dates d'application et flore présente.

Essai	Date d'application	Flore présente lors de l'application (pl/m ²)			
	BBCH 25	nbre (pl/m ²)	Nom français	Nom latin	Stade
Dorinne	14/04/2010	21	coquelicot	<i>Papaver rhoeas</i>	BBCH 16-20
		7	gaillet	<i>Galium aparine</i>	BBCH 12-23
		6	véronique	<i>Veronica persicaria</i>	BBCH 12-18
		5	camomille	<i>Matricaria chamomilla</i>	BBCH 12-20
		4	myosotis	<i>Myosotis arvensis</i>	BBCH 14-18
Vezin	16/04/2010	19	coquelicot	<i>Papaver rhoeas</i>	BBCH 16-18
		10	mouron	<i>Stellaria media</i>	BBCH 18-59
		7	véronique	<i>Veronica hederifolia</i>	BBCH 59
		3	pensée	<i>Viola tricolor</i>	BBCH 16-18
		3	gaillet	<i>Galium aparine</i>	BBCH 14-23
		2	lamier	<i>Lamium purpureum</i>	BBCH 14-18

Tableau 3.4. – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
Antidicotylées		
BIATHLON	WG	71.4% tritosulfuron
HUSSAR TANDEM	OD	150 g/L diflufenican + 10 g/L iodosulfuron + 50 g/L safener
TEST02		
Antigraminées		
ATLANTIS WG	WG	3% mesosulfuron + 0.6% iodosulfuron + 9% safener
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
CAPRI	WG	7.5% pyroxsulam + 7.5% safener

Résultats : observation visuelle 6 semaines après le traitement

Tableau 3.5. – Moyenne de l'efficacité sur toutes les dicotylées présentes dans les essais. Observation visuelle (efficacité en %) du 31 mai 2010, soit 6 semaines après les traitements.

Efficacité (%)	BIATHLON	HUSSAR TANDEM	TEST02	moy.
AXIAL	80,8	88,9	89,0	86,2
ATLANTIS WG	81,9	93,4	94,8	90,0
CAPRI	90,1	94,3	94,5	92,9
moy.	84,3	92,2	92,8	89,7

Le tableau 3.5. détaille les efficacités globales observées sur toutes les dicotylées présentes dans les deux essais. Le produit en test (TEST02) procurait une efficacité moyenne générale de 92,8%, ce qui était comparable aux résultats obtenus avec le HUSSAR TANDEM (92.2%), le BIATHLON restant en retrait (84.3%). Cette tendance était confirmée par les traitements à base d'AXIAL, pur antigraminées n'ayant aucune activité contre dicotylées. Les

3. Lutte contre les mauvaises herbes

traitements à base d'ATLANTIS WG ou de CAPRI, de par leur action contre certaines dicotylées, permettaient d'améliorer l'efficacité générale de quelques pourcents, avec, en moyenne, un léger avantage pour le CAPRI.

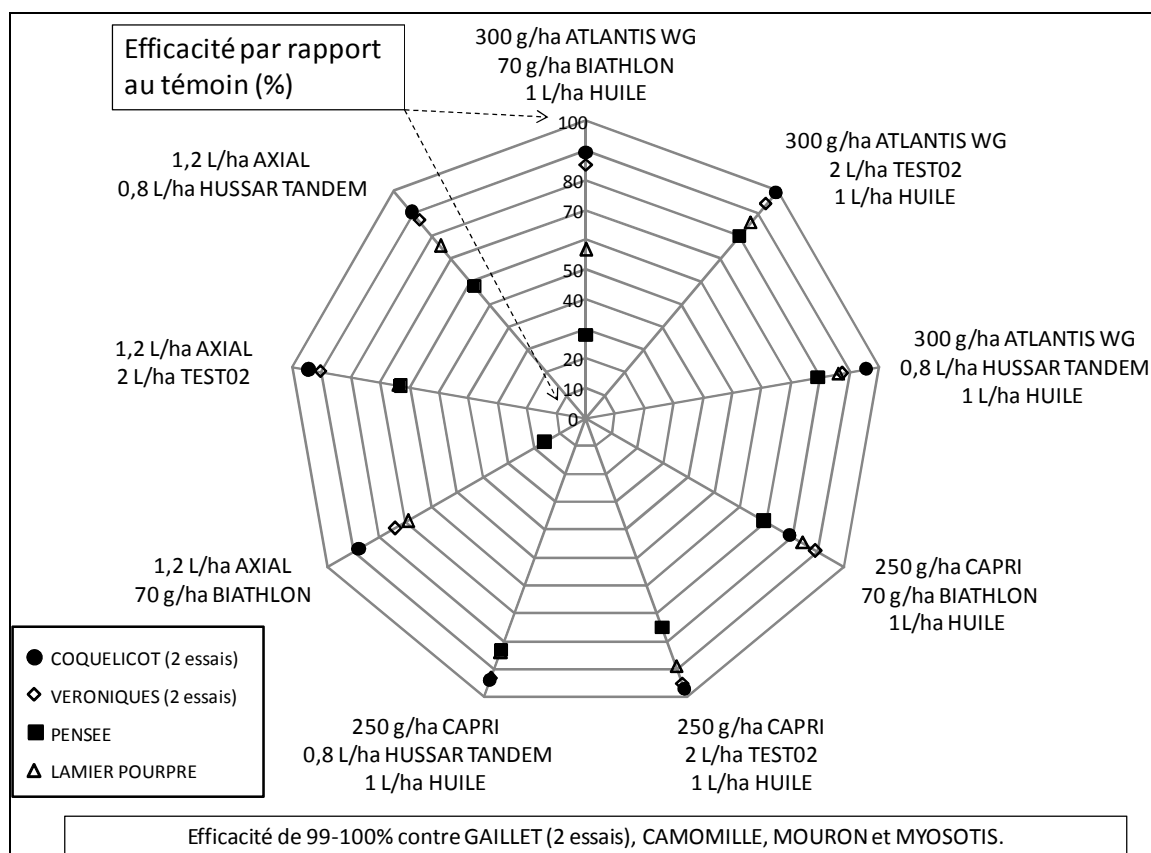


Figure 3.2. – Résultats de l'observation visuelle (efficacité en %) du 31 mai 2010, soit 6 semaines après les traitements.

Le spectre d'activité de chacun des traitements est visible dans la figure 3.2. Tous les traitements étaient parfaitement efficaces (99-100%) contre le gaillet, la camomille, le mouron et le myosotis.

L'activité propre à chacun des trois produits antidiotylées peut être évaluée au sein des mélanges avec AXIAL, qui est une spécialité strictement antigraminées. La lutte contre la pensée s'est révélée difficile pour ces trois produits et spécialement pour le BIATHLON.

De par leur activité antidiotylées, le CAPRI et l'ATLANTIS WG amélioraient sensiblement les résultats, spécialement contre pensée et lamier.

Conclusions

- Une légère phytotoxicité (nécroses) sans conséquence a été observée de façon passagère dans les deux essais, sans véritable différence entre les traitements.
- Tous les traitements se sont révélés parfaitement efficaces contre gaillet, camomille, mouron et myosotis.

- Utilisé avec AXIAL, qui n'a aucune activité antidicotylédones, le BIATHLON est, des trois produits antidicotylés, celui qui se défend le moins bien. Sans surprise, il s'est montré inefficace contre pensée, mais il est aussi apparu décevant vis-à-vis des véronique et lamier. HUSSAR TANDEM et TEST02 ne se sont pas non plus montrés particulièrement performants contre pensée et lamier. En présence de ce type de mauvaises herbes, il conviendra donc de les compléter.
- Par son efficacité contre pensée, le CAPRI constitue une option très intéressante : il peut donc être jugé opportun de le mélanger avec les trois antidicotylés testés. Contre ces mauvaises herbes, l'intérêt de mélanger ATLANTIS WG et BIATHLON reste logiquement limité : ils sont de même mode d'action et de la même famille chimique, contrairement au HUSSAR TANDEM et au TEST02.
- Bien que présentant des efficacités globales élevées (cfr tableau 3.5.), aucun des traitements testés n'a finalement pu procurer une efficacité parfaite contre toutes les mauvaises herbes en présence. **Mais faut-il viser la perfection ?** Cela repose la question de la nuisibilité des mauvaises herbes. Pour rappel, la nuisibilité directe correspond à la perte de rendement engendrée par l'infestation en mauvaises herbes et la nuisibilité indirecte à la production de semences pouvant poser problèmes par la suite (cfr point 3.1.3.). Quelques pieds de gaillet ou de crucifère par mètre carré suffisent pour provoquer une perte de rendement de 5%. Le coquelicot et la camomille sont les deux mauvaises herbes produisant le plus de semences par pied (+ de 40.000 !). A priori, il ne conviendrait d'approcher la perfection que contre les adventices à nuisibilité élevée (directe ou indirecte). En revanche, il n'est pas nécessaire d'atteindre la perfection contre la pensée, le mouron, les véroniques,...

Nouveautés

2.2.1 CALIBAN TOP

Le CALIBAN DUO (WG, 14% *propoxycarbazone* + 6% *amidosulfuron* + 0.83% *iodosulfuron* + 6% *mefenpyr*) combine les substances actives de l'ATTRIBUT, du HUSSAR ULTRA et du GRATIL. Utilisable en froment d'hiver, en seigle et en triticales dès le stade début tallage (BBCH 21) et jusqu'au stade 1^{er} nœud (BBCH 31), sa dose d'emploi de 300 g/ha procure la même quantité de *propoxycarbazone* que 60 g/ha d'ATTRIBUT, autant d'*amidosulfuron* que 24 g/ha de GRATIL et autant d'*iodosulfuron* que 25 mL de HUSSAR ULTRA. L'intégration d'*amidosulfuron* permet, par rapport au CALIBAN DUO (cfr Livre blanc de février 2010), d'élargir le spectre au gaillet.

2.2.2 CAPRI DUO

Comme le CAPRI TWIN, le CAPRI DUO est composé de *pyroxsulam* et de *florasulam*. Il présente cependant un ratio légèrement différent qui lui permet d'apporter autant de *pyroxsulam* à l'hectare que la CAPRI (cfr tableau 3.6.), ce qui s'avère très utile pour lutter contre les graminées. Si le CAPRI DUO est renforcé contre les graminées, il possède le même spectre d'action que le CAPRI TWIN (cfr Livre blanc de février 2010).

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.6. – Composition des produits contenant du pyroxsulam.

Produit	Dose maximale agréée	Substance active (g/ha)		
		<i>pyroxsulam</i>	<i>florasulam</i>	<i>safener</i>
CAPRI	250 g/ha	18.75 g/ha	-	18.75 g/ha
CAPRI TWIN	220 g/ha	15 g/ha	5 g/ha	15 g/ha
CAPRI DUO	265 g/ha	18.75 g/ha	4 g/ha	18.75 g/ha

2.2.3 OTHELLO

Après l'ATLANTIS WG, le COSSACK, l'ALISTER et le PACIFICA, voici un cinquième produit contenant le *mesosulfuron* (OD, 7.5 g/L *mesosulfuron* + 2.5 g/L *iodosulfuron* + 50 g/L *diflufenican* + 22.5 g/L *mefenpyr*). Le tableau 3.7. fait le point sur la composition de ces produits. Comme tous ces produits, l'OTHELLO est avant tout un antigraminée à large spectre mais il est aussi actif contre la majorité des dicotylées classiques. Efficace dès 1.2 L/ha, la dose peut être augmentée jusqu'à 2 L/ha en fonction de l'espèce ciblée, du développement de cette dernière lors du traitement ou encore de son éventuelle résistance. C'est un produit comparable à l'ALISTER (cfr Livre blanc de février 2008), mais son agréation permet d'apporter 15 g/ha de *mesosulfuron*. Si OTHELLO est donc adapté à toute une série de situations, il devra néanmoins être complété en fonction de la flore dicotylées présente. Il peut être utilisé à une dose maximale de 2 L/ha en froment d'hiver et de printemps, en seigle, en épeautre et en triticales dès le stade début tallage (BBCH 21) et jusqu'au stade fin tallage (BBCH 29).

Tableau 3.7. – Composition des produits contenant du mesosulfuron.

Produit	Dose maximale agréée	Substance active (g/ha)		
		<i>mesosulfuron</i>	<i>iodosulfuron</i>	<i>diflufenican</i>
ATLANTIS WG	300 à 500 g/ha	9 à 15 g/ha	1.8 à 3 g/ha	-
COSSACK	300 g/ha	9 g/ha	9 g/ha	-
ALISTER	1 L/ha	9 g/ha	3 g/ha	150 g/ha
PACIFICA	500 g/ha	15 g/ha	5 g/ha	-
OTHELLO	2 L/ha	15 g/ha	5 g/ha	100 g/ha

2.2.4 Pour être complet...

Le tableau 3.8. liste les produits génériques et les nouvelles formulations qui ont été agréées au cours de cette dernière année.

Tableau 3.8. – Produits génériques agréés depuis l'année dernière.

Produit original	Formulation	Produits comparables
AGROXYL	SL; 750 g/L MCPA	CERIDOR MCPA
AMINEX	SL; 500 g/L 2,4-D	SALVO et BUTTRESS (400 g/L)
BIATHLON	WG; 71.4% <i>tritosulfuron</i>	INCENDIO
HARMONY M	SG; 40% <i>thifensulfuron</i> + 4% <i>metsulfuron</i>	CONNEX (WG, 68% + 6.8%)
REGLONE	SL; 200 g/L <i>diquat</i>	DIQUA et DIQUANET SL
ROUNDUP	SL; 360 g/L <i>glyphosate</i>	ACOMAC, MON79632, ROUNDUP++ et ROSATE 360
STARANE	EC; 180 g/L <i>fluroxypyr</i>	FLUROX 180 EC, BARCLAY HURLER 200 (200 g/L) et GALISTOP (200 g/L)
STOMP 400 SC	SC; 400 g/L <i>pendimethaline</i>	STOMP AQUA (CS, 455 g/L)

3 Recommandations pratiques

F. Henriet

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 (effet "parapluie"). Des rattrapages printaniers sont néanmoins possibles.

3.1.2 En froment, éviter les interventions avant l'hiver

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

Le désherbage du froment AVANT l'hiver n'est justifié que lorsque le développement des adventices est précoce et intense. Car dans ce cas, la céréale peut subir une concurrence néfaste dès l'automne. Cela peut arriver notamment :

- lors d'un semis précoce suivi d'un automne doux et prolongé ;
- en cas d'échec ou d'absence de désherbage dans la culture précédente ;
- lorsqu'il n'y a pas eu de labour avant le semis ;
- en présence d'adventices résistantes à certains herbicides (Voir point 3.5).

3.1.3 Connaître la flore adventice de chaque parcelle

Contrairement aux insectes ou aux agents pathogènes, les mauvaises herbes ne se déplacent pas. Chaque parcelle présente donc une flore adventice propre et il est très utile de connaître sa composition (espèces en présence et niveaux d'infestation) pour déterminer les choix de

désherbage de façon pertinente et rentable. Pourquoi, par exemple, faudrait-il utiliser des antigraminées coûteux si la parcelle est exempte de graminées?

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

3.1.4 Exploiter l'apport des techniques culturales

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

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. Roisin³,

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 CRA-W – Dpt Agriculture et Milieux Naturels – Unité Fertilité des Sols et Protection des Eaux

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

En fonction du stade de développement atteint par la culture et par la flore adventice rencontrée au sein de la parcelle, diverses options peuvent être recommandées pour lutter contre les mauvaises herbes durant l'automne. Celles-ci sont reprises dans le tableau 3.9. 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 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 matière organique notamment). Ils sont très sélectifs de l'escourgeon et particulièrement efficaces sur les graminées annuelles dont le vulpin et les dicotylées classiques comme le mouron des oiseaux et la camomille.

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

Les dinitroanilines (**pendimethaline**), l'**isoxaben** ou les pyridinecarboxamides (**picolinafen** 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.

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 SC et le LIBERATOR ou à la *pendimethaline* dans le MALIBU. Ces produits, permettant de lutter contre des adventices de petite taille ou non encore germées, doivent être appliqués sur une culture d'escourgeon dont les racines sont suffisamment profondes et hors d'atteinte. Les camomilles et les gaillets peuvent échapper à ce traitement.

Tableau 3.9. – 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>pendimethaline</i> (STOMP)	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 SC)			0,6 L/ha		
<i>flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			3 L/ha		
<i>isoproturon</i> + <i>diflufenican</i> (= JAVELIN)					2 - 3 L/ha
+ <i>beflubutamide</i> (= HERBAFLEX)	2 L/ha				2 L/ha
et AZ 500					2-3 et 0.15 L/ha
et BACARA (surtout si risque de jouet du vent)					2 et 1 L/ha
et CELTIC					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

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 depuis quelques années est composé d'une toute nouvelle substance active: le **pinoxaden**. L'AXIAL étoffe un

arsenal relativement pauvre (pas de sulfonylurée antigraminées en escourgeon !) et permet de lutter contre des graminées développées, voire très développées (BBCH 25-30).

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".

Tableau 3.10. – 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>chlorotluron</i> et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	2 et 2 L/ha				
<i>isoproturon</i> et AZ 500 + <i>diflufenican</i> (= JAVELIN) et BACARA + <i>beflubutamide</i> (= HERBAFLEX) et CELTIC	2,5 et 0,15 L/ha 2,5 L/ha 2 et 1 L/ha 2 L/ha			2 et 2,5 L/ha	
<i>prosulfocarbe</i> et AZ 500		4 - 5 et 0,15 L/ha			
<i>flufenacet</i> + <i>diflufenican</i> (= HEROLD SC) <i>flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			0,6 L/ha 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

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 3.10. Plus de précisions quant à la sensibilité des mauvaises herbes aux herbicides, à la composition des produits, aux différents produits agréés

3. Lutte contre les mauvaises herbes

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

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

L'AXIAL (ou AXEO), arrivé sur le marché depuis quelques années, 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.

Parce que les conditions climatiques y sont 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 favorisant leur développement ou en provoquant de nouvelles germinations. Le céréalier devra vérifier l'efficacité des traitements effectués à l'automne (escourgeons et froments semés précocement) et, le cas échéant, réaliser un traitement de rattrapage adapté. Il devra également choisir un traitement pour la majorité des froments, non pulvérisés à l'automne.

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

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

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

Lorsqu'un rattrapage contre les graminées est nécessaire, les schémas de désherbage seront basés sur 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*, antidicotylées 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 très intéressante. En effet, cette substance active récente, antigraminées spécifique, est 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 8 substances actives efficaces utilisables au printemps contre les graminées : l'*isoproturon*, le *flupyrsulfuron*, la *propoxycarbazone*, le *mesosulfuron*, le *clodinafop*, le *fenoxaprop*, le *pinoxaden* et le *pyroxulam*. Le tableau 3.11. 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*

3. Lutte contre les mauvaises herbes

présentent une efficacité intrinsèque vis-à-vis de certaines dicotylées et peuvent en outre être associées à une substance active antidicotylées en vue d'élargir le spectre, alors que le *mesosulfuron* est toujours associé à l'*iodosulfuron* voire même au *diflufenican* dans les produits commerciaux disponibles.

Si la flore adventice le nécessite, il faut veiller à compléter ces traitements avec un antidicotylées approprié (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 3.11. – 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 21-30 25-30 21-30	00-13	Plusieurs produits JAVELIN ⁽²⁾ BIFENIX N ⁽³⁾ HERBAFLEX ⁽⁴⁾	2,5 L/ha 2,5 L/ha 3,5-4,5 L/ha 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 LEXUS XPE ⁽⁵⁾ LEXUS MILLENIUM ⁽⁶⁾	20 g/ha 30 g/ha 100 g/ha
<i>mesosulfuron</i>	B	tant racinaire que foliaire	21-31	00-31	ATLANTIS WG ⁽⁷⁾ COSSACK ⁽⁷⁾ PACIFICA ⁽⁷⁾ ALISTER ⁽⁸⁾	300 g/ha ⁽¹³⁾ 300 g/ha 500 g/ha 1 L/ha
<i>clodinafop</i>	A	foliaire	13-31 13-30	11-31	TOPIK ⁽⁹⁾ TRAXOS ou TIMOK ⁽¹⁰⁾	0,3-0,42 L/ha 0,6-1,2 L/ha
<i>fenoxaprop</i>	A	foliaire	13-31	11-31	PUMA S EW ⁽⁹⁾	0,6-0,8 L/ha
<i>pinoxaden</i>	A	foliaire	13-31 13-30	11-31	AXIAL ou AXEO ⁽⁹⁾ TRAXOS ou TIMOK ⁽¹¹⁾	0,9-1,2 L/ha 0,6-1,2 L/ha
<i>pyroxulam</i>	B	foliaire	21-31 21-31	11-29	CAPRI ⁽⁹⁾ CAPRI TWIN ⁽¹²⁾	250 g/ha 220 g/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*

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

⁽³⁾ en association avec le *bifenox*

⁽⁹⁾ en association avec un safener

⁽⁴⁾ en association avec le *beffubutamide*

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

⁽⁵⁾ en association avec le *metsulfuron*

⁽¹¹⁾ en association avec le *clodinafop* et un safener

⁽⁶⁾ en association avec le *thifensulfuron*

⁽¹²⁾ en association avec le *florasulam* et un safener

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

⁽¹³⁾ 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 cotylédonnaire. 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 antidicotylées 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 molécules ne manquent pas : hormones, sulfonylurées ou bien PPOIs.

La ***propoxycarbazone***, disponible dans l'ATTRIBUT et le CALIBAN DUO, 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 postémersion des graminées. Toutefois, en postémersion (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 préémersion (de par son effet racinaire) ou en postémersion (de par son effet foliaire). Il est commercialisé seul (LEXUS SOLO), ou en association avec le *metsulfuron* (LEXUS XPE) ou le *thifensulfuron* (LEXUS MILLENIUM). L'association avec le *metsulfuron* permet d'élargir le spectre sur les VVL tandis que l'adjonction de *thifensulfuron* étend le spectre aux VVL **et** au gaillet. Attention, la très courte rémanence du *thifensulfuron* limite son efficacité aux dicotylées présentes au moment de la pulvérisation. Le *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 difficiles. Peu efficace sur les dicotylées, il est toujours associé à l'*iodosulfuron* (qui élargit le spectre aux dicotylées classiques et renforce l'efficacité sur jouet du vent) et à un phytoprotecteur pour former l'ATLANTIS WG ou le COSSACK. Plus concentrés en *iodosulfuron*, le COSSACK et le PACIFICA présentent 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 quatrième 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

3. Lutte contre les mauvaises herbes

redressement (BBCH 30). En raison de leur mode de pénétration exclusivement foliaire, il ne faut les appliquer qu'en postémergence des adventices. En présence de dicotylées dans la parcelle, ce type de traitement devra obligatoirement être complété ou corrigé ultérieurement. Attention, le mélange de ces produits avec certains antidicotylées peut, par antagonisme, entraîner une baisse d'efficacité sur graminées (mélange TOPIK - ALLIE, par exemple).

Le **pyroxsulam** du CAPRI présente une efficacité contre vulpin et jouet du vent comparable à celle du **mesosulfuron**. Il contrôle en outre les véroniques, les pensées et d'autres dicotylées mais il est moins flexible. Son mode de pénétration est essentiellement foliaire. Il lui faudra donc attendre la présence des adventices pour être efficace. Toujours à pulvériser avec une huile, il peut être appliqué dès le stade début tallage (BBCH 21). Il sera nécessaire de le compléter par un antidicotylées adapté en présence de camomille ou de gaillet.

3.3.3 Lutte contre les dicotylées

En général, les produits antidicotylées sont utilisables aussi bien en escourgeon qu'en froment d'hiver. De petites différences quant à leur usage peuvent cependant apparaître. Il conviendra 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.

Tableau 3.12. – 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 Sulfonylurées PPOIs ⁽²⁾	O B E	dichlorprop, fluroxypyr, mecoprop amidosulfuron, florasulam, iodosulfuron carfentrazone, cinidon, pyraflufen
Mouron des oiseaux	Hormones Sulfonylurées PDS ⁽³⁾	O B F1	dichlorprop, fluroxypyr, mecoprop iodosulfuron, florasulam, metsulfuron diflufenican, beflubutamide, picolinafen
Camomille	Sulfonylurées Nitriles Benzothiadiazinones	B C3 C3	iodosulfuron, florasulam, metsulfuron bromoxynil, ioxynil bentazon
Véroniques et violettes (pensées)	PDS ⁽³⁾ Nitriles Benzothiadiazinones PPOIs ⁽²⁾	F1 C3 C3 E	diflufenican, beflubutamide, picolinafen bromoxynil, ioxynil bentazon bifenox, carfentrazone, pyraflufen
Lamiers	PDS ⁽³⁾ Nitriles Benzothiadiazinones PPOIs ⁽²⁾ Sulfonylurées	F1 C3 C3 E B	diflufenican, beflubutamide, picolinafen bromoxynil, ioxynil bentazon bifenox, carfentrazone, cinidon, pyraflufen metsulfuron

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

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

⁽²⁾ Inhibiteurs de la ProtoPorphyrinogène Oxidase

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

Le choix de l'herbicide antidicotylées doit avant tout tenir compte des adventices présentes (tableau 3.12.) et de leur stade de développement. En cas de mélange avec un antigraminées, il importe de s'assurer de l'absence d'effet antagoniste. Des produits sont antagonistes quand le mélange des deux réduit l'efficacité d'au moins un des partenaires par rapport à son utilisation seul. Il peut également être intéressant de combiner (association ou mélange) des substances actives efficaces sur la flore en place, avec d'autres assurant une persistance d'action suffisante pour prévenir de nouvelles germinations.

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

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

- **Semer sur une parcelle propre** : cette précaution évite tout repiquage précoce de mauvaises herbes.
- **Traiter lorsque les adventices annuelles sont jeunes** : elles sont d'autant plus sensibles, ce qui permet souvent des économies par la réduction des doses.
- **Adapter le traitement en cas de fortes densités de mauvaises herbes** : utiliser la dose maximale agréée ou raisonner "en programme" en incluant un passage à l'automne et un autre en sortie d'hiver.
- **Alterner les produits de modes d'actions différents** : dans la culture comme au fil des rotations, pour éviter l'apparition de résistances.
- **Ne pas réduire exagérément les doses** au risque de devoir multiplier les interventions.
- **Prendre garde aux cultures suivantes** : certains herbicides persistent longtemps dans le sol et ne sont pas forcément sélectifs de la culture suivante. Consulter l'étiquette des produits.
- **Rester prudent lors de mélanges d'herbicides et d'autres types de produits** : les mélanges de produits sont courants, mais peuvent réserver des surprises. Les mélanges avec de l'azote liquide sont à proscrire. A cause de risque d'incompatibilité physico-chimique, il est déconseillé d'associer dans une même bouillie des émulsions (EC, EW) avec des formulations solides de type WG, WP ou SG. Enfin, il faut considérer que tout produit ajouté à une bouillie herbicide comporte le risque d'accroître la pénétration de l'herbicide dans les plantes et de provoquer de la phytotoxicité. Consulter l'étiquette des produits pour connaître les mélanges expérimentés et recommandés.
- **Etre attentif aux conditions d'applications** : certains types de produits requièrent des conditions d'applications particulières :

- l'efficacité des produits racinaires est influencée par la teneur en eau (mobilité du produit) et en matière organique des sols : trop de m.o. [3-4 %] séquestre le produit ;
- des températures élevées (> 14-15 °C) sont nécessaires pour les hormones et les antidiocotylées de contact ;
- les sulfonilurées et les antigraminées foliaires (FOPs et DEN) demandent un temps "poussant" et un niveau d'hygrométrie suffisant (> 60-70 %). Eviter également les températures extrêmes et les périodes à brusques changements de température (gel nocturne par exemple).

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

3.5 Quid de la résistance?

La résistance des adventices aux herbicides est un phénomène qui, malheureusement, prend de l'ampleur. Dans le monde, 197 espèces d'adventices et tous les modes d'action herbicides sont concernés (Source : <http://www.weedscience.org/>). Actuellement, en Europe, environ 90% des cas de résistances sont attribués à 4 modes d'action : les FOPs et les DIMs (A), les sulfonilurées (B), les triazines (C1) et les urées (C2). Cela concerne majoritairement les graminées adventices. En Belgique, le vulpin est la mauvaise herbe susceptible de poser le plus de problèmes aux céréaliers. Dans les paragraphes qui suivent, il ne sera question que des graminées résistantes et plus particulièrement du vulpin.

3.5.1 En quoi consiste la résistance?

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

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

Vers la fin du mois de juin, des épis de graminées (vulpin, jouet du vent, chiendent) dépassant les froments apparaissent çà et là dans les campagnes. Avant de parler de résistance, il importe d'éliminer d'autres hypothèses. Certains mélanges peuvent être antagonistes (modes d'action des herbicides, incompatibilité physico-chimique des formulations, absence de mouillant,...). De même, les conditions climatiques influencent l'activité de certains produits. Après avoir écarté ces éventualités, la question de la résistance peut enfin être posée. Dans tous les cas, seul un test en conditions contrôlées déterminera de façon formelle le caractère résistant ou pas d'une population de graminées. Des prélèvements de semences peuvent être effectués par l'Unité Protection des plantes et Ecotoxicologie du CRA-W (contact : François Henriët).

3.5.2 Prévenir l'apparition de résistances

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

Quelques conseils :

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

3.5.3 Gérer la résistance

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

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

F. Vancutsem¹, B. Seutin², J-P. Destain³, C. Roisin⁴, B. Monfort⁵, C. Vandenberghe⁶, J-M. Marcoen⁶,
E. Escarnot⁷, R. Lambert⁸, M. De Toffoli⁸, B. Bodson¹

1	La fumure en froment	2
1.1	Bilan de l'année écoulée	2
1.2	Expérimentation, résultats, perspectives	2
1.2.1	Résultats obtenus dans les deux essais sur froment d'hiver à Lonzée et Les Isnes	3
1.2.2	Résultats obtenus sur froment d'hiver à Michamps en terre « froide »	10
1.2.3	Résultats obtenus sur froment de printemps à Lonzée	13
1.2.4	Exemple de calcul d'optimum économique	16
1.2.5	Conclusion des expérimentations 2010	19
1.3	Recommandations pratiques	19
1.3.1	Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 10 février 2011	19
1.3.2	Les objectifs	21
1.3.3	Les principes de base de la fixation de la fumure azotée	22
1.3.4	Le rythme d'absorption de l'azote par la culture	22
1.3.5	La détermination pratique de la fumure	24
1.3.6	Les modalités d'application des fumures	25
2	La fumure en escourgeon	45
2.1	Aperçu de l'année	45
2.2	Résultats des expérimentations sur le site de Lonzée	45
2.2.1	La fumure optimale à Lonzée en 2010	45
2.3	Evolution de la fumure azotée économiquement optimale quand les prix de vente de la récolte ou d'achat de l'engrais azoté varient	47
2.4	Les recommandations pratiques	50
2.4.1	Conditions particulières de 2011, profil en azote minéral du sol en escourgeon	50
2.4.2	Les principes de base de la détermination de la fumure azotée	51
2.4.3	La détermination pratique de la fumure	51
2.4.4	Les modalités d'application de la fumure azotée	51

¹ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

² Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGRNE du Ministère de la Région Wallonne

³ Directeur Général ff du CRA-W

⁴ CRA-W – Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité Fertilité des sols et protection des eaux

⁵ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGRNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

⁶ Gx-ABT – Unité de Science du sol - Grenera

⁷ CRA-W – Dpt Sciences du Vivant – Unité Amélioration des Espèces et Biodiversité

⁸ UCL – Eart of Life Institute – Pôle Agronomie

1 La fumure en froment

1.1 Bilan de l'année écoulée

Dans le Livre blanc de février 2010, l'apport de la fumure azotée en trois fractions avait été recommandé dans la plupart des situations suite à deux constats :

- Les profils sortie hiver étaient considérés comme très pauvres après la plupart des précédents (< 50 kg N/ha) hormis pour les précédents pois et légumes ;
- Le faible développement des cultures de froment en sortie hiver.

Au vu des conditions météo du printemps et de l'été, ces recommandations se sont pleinement justifiées. Un premier déficit hydrique durant les deux dernières décades d'avril a imposé un frein de la croissance des froments implantés tardivement ou sur des sols très séchants ainsi que des froments dont le système racinaire était déficient. Dans ce cas, la culture présentait une biomasse trop faible, un nombre d'épis/m² insuffisant et des épis de petite taille. Les fractions de tallage et redressement n'ont pas toujours pu compenser ce manque de croissance. Dans les bonnes terres, les froments correctement implantés n'ont pas ou peu subi ce stress.

Une deuxième période de stress hydrique en juin a induit un manque de fertilité des épis ainsi qu'un mauvais remplissage des grains. Dans les situations où la culture avait déjà été pénalisée en avril et présentait un moins bon enracinement, la fraction de dernière feuille n'a pas été entièrement prélevée par la culture et n'a pas pu participer pleinement au remplissage du grain. Dans ces situations, des reliquats importants ont été mesurés.

Le retour des pluies de juillet a assuré, à tous les froments implantés dans les terres profondes, les conditions hydriques nécessaires pour un bon remplissage des grains et donc des rendements très corrects pour autant cependant que les parcelles n'aient pas trop souffert de verse suite aux violents orages du 14 juillet.

1.2 Expérimentation, résultats, perspectives

L'Unité de Phytotechnie de Gembloux Agro-Bio Tech en collaboration avec l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W a mis en place au cours de la saison dernière trois essais « fumure azotée » en froment. Ces essais ont été implantés à

- Lonzée, froment d'hiver sur précédent betterave
- Les Isnes, froment d'hiver sur précédent froment
- Lonzée, froment de printemps sur précédent betterave

Un quatrième essai, en froment d'hiver, a été implanté à Michamps en zone plus froide (province de Luxembourg). Pour ce dernier, l'Unité de Phytotechnie a bénéficié de l'aide de l'Unité d'Amélioration des espèces et biodiversité du CRA-W ainsi que du Centre de Michamps de l'UCL.

Le premier objectif est, dans chaque situation culturale, de déterminer les optima de fumure c'est-à-dire les modalités de dose totale et de fractionnement qui procurent les meilleurs rendements phytotechnique ou économique, selon que le coût de la fertilisation est pris ou non en compte. Le second est de comparer ces optima avec la fumure azotée recommandée, calculée selon la méthode du «Livre blanc» en fonction de la situation culturale. L'analyse des résultats permet d'améliorer les recommandations en particulier les tableaux de calcul de la fumure azotée.

1.2.1 Résultats obtenus dans les deux essais sur froment d'hiver à Lonzée et Les Isnes

La conduite culturale de chacun des deux essais est reprise dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 – Caractéristiques des deux essais de réponse à la fumure azotée – GxABT – Lonzée et les Isnes 2010.

Variété		Julius	Istabraq
Caractéristique variété		Panifiable	Fourrager
N° de l'essai		FH10-10	FH10-51
Date de semis		21-oct.	22-oct
Densité de semis		220 gr/m ²	220 gr/m ²
Précédent		Betterave	Froment
Teneurs en N total en sortie hiver sur 90cm (sous culture de froment)		64 uN	28 uN
Apport de la fumure	Tallage	24-mars	24-mars
	tallage-redressement	6-avr	6-avr
	Redressement	28-avr	28-avr
	dernière feuille	28-mai	28-mai
Désherbage		14-avr	14-avr
Raccourcisseur (CCC 1L)		22-avr	27-avr
Fongicide		2-juin	7-mai
			28-juin

1.2.1.1 Le rendement phytotechnique

Le tableau 4.2 reprend pour chacune des 30 modalités de fumure étudiées le rendement et ses composantes ainsi que l'indice de verse observé après l'orage du 14 juillet.

4. La fumure azotée

Tableau 4.2 – Rendements phytotechniques (qx/ha) ; poids de mille grains exprimés en g ; indice de verse (% , 100%=parcelle complètement versée) et nombre d'épi par m² observés dans les essais fumures azotées – GxABT – Lonzée (variété Julius sur précédent betterave) et Les Isnes (variété Istabraq sur précédent froment), 2010.

Fumure azotée kg N/ha					JULIUS				ISTABRAQ			
T	T-R	R	DF	tot	Rdt	pmg	verse	nb épi/m ²	Rdt	pmg	verse	nb épi/m ²
					qx/ha	g	%		qx/ha	g	%	
-	-	-	-	0	66	47	0	271	49	43	0	229
-	50	-	-	50	80	46	0	397	70	42	8	331
-	50	-	50	100	89	47	0		70	42	20	
-	50	-	75	125	93	47	4		75	42	26	
-	50	-	100	150	92	46	3		76	43	40	
-	50	-	125	175	93	46	2		78	41	27	
-	50	-	150	200	93	48	7		74	41	41	
-	75	-	-	75	86	45	0	473	75	41	11	331
-	75	-	50	125	91	46	8		78	42	30	
-	75	-	75	150	93	47	2		77	41	25	
-	75	-	100	175	95	46	3		81	42	31	
-	75	-	125	200	98	46	6		81	41	43	
-	75	-	150	225	98	44	19		80	41	53	
-	100	-	-	100	91	44	1	493	79	42	36	325
-	100	-	50	150	96	45	1		82	40	47	
-	100	-	75	175	95	44	9		82	40	59	
-	100	-	100	200	98	45	32		83	40	59	
-	100	-	125	225	96	45	39		79	40	54	
-	100	-	150	250	96	44	25		79	41	53	
-	125	-	-	125	96	44	6	519	82	41	32	393
-	125	-	50	175	97	44	23		83	40	55	
-	125	-	75	200	98	44	37		82	41	61	
-	125	-	100	225	95	43	22		84	40	64	
-	125	-	125	250	99	44	32		82	40	60	
-	125	-	150	275	97	44	22		82	41	55	
50	-	50	50	150	95	44	8	492	88	43	18	343
75	-	75	75	225	97	43	13	540	92**	41	49	421
100	-	100	100	300	99**	41	50	552	90	40	61	441
50	-	60	75	185	96	46	6	508				
-	80	-	105	185	94	44	4	509				
60	-	70	75	205					88	41	44	374
-	100	-	105	205					78	40	51	336

* Les quatre dernières fumures reprises dans le tableau sont les fumures calculées et ajustées selon la méthode du «Livre blanc». Elles diffèrent entre les deux essais, en raison notamment du précédent cultural.

** Les valeurs en gras représentent, pour chaque variété, les rendements maxima observés et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à leur valeur maximale respective.

Entre les deux essais, une différence de rendement importante de l'ordre de 16 qx/ha en moyenne a été observée. Elle doit être imputée au fait que l'essai sur Istabraq est implanté après un précédent froment et que la culture a beaucoup plus souffert de la sécheresse de fin juin-début juillet.

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

- 99 qx/ha pour Julius après betterave obtenus avec des fumures de 250 et 300 N/ha. Une série d'autres fumures comprises entre 150 et 275 N/ha ont permis d'atteindre des rendements statistiquement équivalents. Parmi celles-ci, se trouve aussi la fumure « Livre blanc » en 3 apports pour laquelle le rendement mesuré est de 96 qx/ha avec une fumure de 185 N.
- 92 qx/ha pour Istabraq après froment obtenus avec une fumure de 225 N/ha, fractionnée en trois apports de 75 N/ha. Seules les 4 modalités de fumures en 3 apports, y compris la fumure Livre blanc, présentent des rendements statistiquement équivalents, les fumures en deux apports procurent systématiquement des rendements nettement moins élevés (figure 4.1.b).

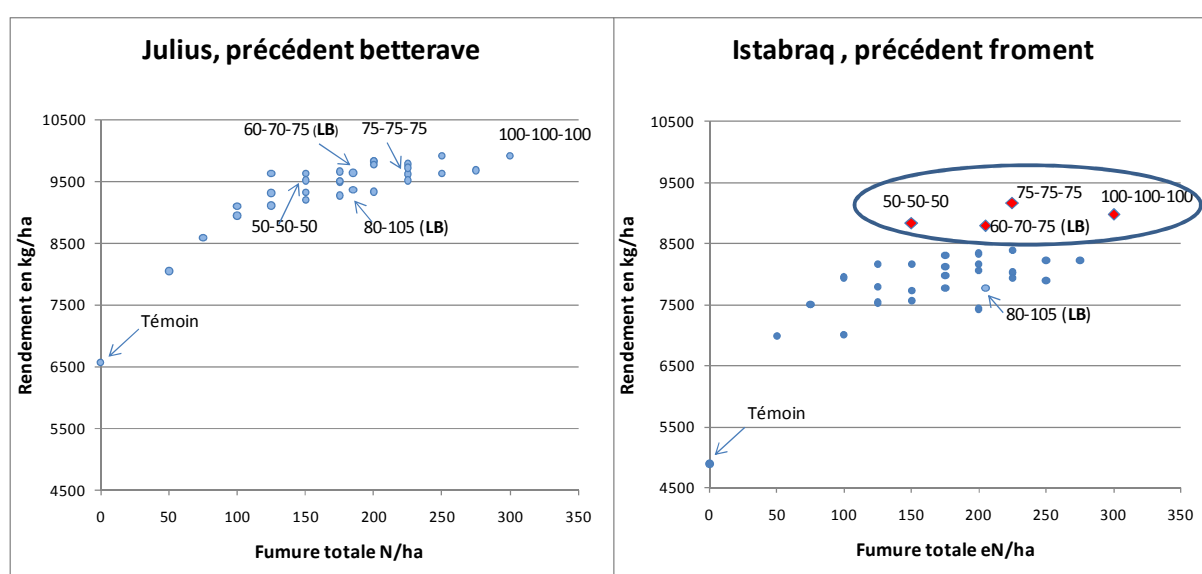


Figure 4.1 a et b – Rendements (kg/ha) obtenus pour les trente modalités de fumure azotée – GxABT 2010.

La réponse de la culture à la fumure azotée est différente dans les deux essais.

- Julius (figure 4.1. a) montre une réponse plus marquée vis-à-vis de la dose totale d'azote apportée que vis-à-vis du fractionnement ; ce comportement est le reflet d'un bon développement de la végétation tout au long de la saison sans impact marqué de stress hydrique.
- Istabraq présente une réponse à la fumure azotée qui est prioritairement liée au fractionnement. Cet essai était implanté après un froment sur une terre plus séchante. Couplés à un moins bon enracinement de la culture dû au précédent froment, les différents stress hydriques rencontrés en avril et en juin ont fortement influencé le développement de la culture ; cela s'est traduit par un nombre d'épis/m² limitant (manque d'eau en avril) et de faibles poids de mille grains de l'ordre de seulement 40g (tableau 4.2.).

4. La fumure azotée

1.2.1.2 Détermination de l'optimum de la fraction de tallage-redressement

Précédent betterave sur la variété Julius

Dans le fractionnement en 2 apports de la fumure azotée Livre blanc en précédent betterave feuilles enfouies, le niveau de la première fraction recommandé est fixé à 80 N.

Le tableau 4.3. présente les différences de rendement observées lorsque, pour une même fumure totale comprise entre 125 et 225 N, 25 N sont retirées à la fraction de dernière feuille et ajoutées à la dose de première fraction (fraction de tallage-redressement) :

- Lors du passage de 50 à 75 N, un gain moyen de 159 kg/ha a été observé. Ce gain est d'autant plus important que la dose totale est élevée ;
- Lors du passage de 75 à 100 N, le rendement moyen n'augmente plus que de 37 kg/ha ;
- Lors du passage de 100 à 125 N, le rendement moyen n'augmente plus.

Tableau 4.3 – Différences de rendement (kg/ha) observées lors de l'augmentation de la dose de la première fraction pour une fumure totale constante au niveau de l'essai Julius (précédent betterave feuilles enfouies) – Lonzée 2010.

Fraction T-R	Fumure totale										Gain moyen de rdt
	125 N		150 N		175 N		200 N		225 N		
	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	
50 N	9309		9195		9271		9330				
	-201		127		225		487				159
75 N	9108		9322		9496		9817		9781		
			303		3		8		-166		37
100 N			9624		9499		9825		9615		
					156		-53		-99		1
125 N	9630				9655		9772		9516		

Cette année, comme en 2009, la dose de 80 N lors du premier passage est en adéquation avec les besoins de la culture. Cette dose permet d'atteindre un nombre d'épis suffisant pour assurer le rendement (un nombre d'épi par m² compris en 400 et 500 (tableau 4.2.)). Une fois ce niveau atteint, une diminution de la fraction dernière feuille au profit de la fraction de tallage-redressement pénalise bien souvent le rendement et augmente le risque de verse.

Précédent froment sur la variété Istabraq

Dans le fractionnement en 2 apports de la fumure azotée Livre blanc en précédent froment, le niveau de la première fraction est fixé à 100 N.

Les différences de rendement observées lorsque, pour une même fumure totale comprise entre 125 et 225 N, 25 N sont transférées à la dose de première fraction (tableau 4.4) :

- Lors du passage de 75 à 100 N pour la première fraction, un gain moyen de 183 kg/ha a été observé ;
- Lors du passage de 100 à 125 N, le rendement augmente encore de 119 kg/ha.

Tableau 4.4 – Différences de rendement (kg/ha) observées lors de l'augmentation de la dose de la première fraction pour une fumure totale constante au niveau de l'essai Istabraq (précédent froment) – Les Isnes 2010.

Fraction T-R	Fumure totale										Gain moyen de rdt
	125 N		150 N		175 N		200 N		225 N		
	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	
50 N	7535		7561		7766		7433				
	250		165		353		624				348
75 N	7786		7726		8120		8057		8031		
			441		105		280		-94		183
100 N			8167		8225		8336		7937		
					78		-175		455		119
125 N	8163				8303		8161		8392		

Dans ce cas, la dose 100 N lors du premier passage était inférieure aux besoins de la culture, une fumure de 125 N permettait certes d'atteindre un nombre d'épis supérieur à savoir 393 épis/m², considéré comme limite pour atteindre de bons rendements ; mais cette forte fraction de tallage- redressement ne permettait pas d'exprimer pleinement le potentiel de rendement de la culture.

Dans cette situation de froment après froment, malgré le bon état de la culture en sortie d'hiver, l'option du fractionnement en deux apports n'était pas judicieuse. Les modalités fumures avec des apports à la fois en sortie d'hiver et au stade redressement ont été mieux valorisées par cette culture (figure 4.1.b). Les résultats de cet essai confirment les recommandations reprises dans le Livre Blanc, qui signalent qu'une fumure de tallage et un fractionnement en trois apports est plus prudent lorsque le précédent est un froment.

1.2.1.3 L'importance du fractionnement sur la verse

Les indices de verse pour chacune des fumures étudiées sont repris dans le tableau 4.2. Ils ont été calculés en fonction de la surface versée et de l'angle d'inclinaison des plantes. Les observations ont été réalisées juste après les orages du 14 juillet. L'intensité de la verse était supérieure dans l'essai sur la variété Istabraq à Les Isnes.

Tableau 4.5. – Indices de verse mesurés pour les fumures totales de 175 et 200 N/ha dans les essais fumures azotées – GxABT 2010.

Fumure azotée N/ha			Indice de verse %	
T-R	DF	tot	Julius	Istabraq
50	125	175	2	27
75	100	175	3	31
100	75	175	9	59
125	50	175	23	55
Moyenne 175 N			9	43
50	150	200	7	41
75	125	200	6	43
100	100	200	32	59
125	75	200	37	61
Moyenne 200 N			20	51

Les observations réalisées (tableau 4.2 et tableau 4.5) confirment les deux relations existantes entre la verse et la fumure azotée, à savoir :

- L'indice de verse est proportionnel à la dose totale ;
- Pour une même dose d'azote totale, l'indice de verse est d'autant plus élevé que la fraction de tallage-redressement est élevée.

1.2.1.4 Impact de la fumure sur le taux de protéines

Les deux variétés présentent des **teneurs en protéines** différentes. Dans variété Julius, froment panifiable, ces teneurs dépassent les 13% pour des fumures élevées. Le taux de protéines est bien corrélé avec la dose totale d'N. Pour les fumures supérieures à 150N/ha, les taux de protéines ne sont pas significativement différents pour les différentes modalités de fractionnement d'une même dose totale.

Pour la variété Istabraq, les teneurs en protéines atteignent un maximum de 11,5% même pour des fumures supérieures à 200 N/ha. Le remplissage des grains limité par le déficit hydrique plus marqué dans cette situation culturale explique en grande partie ce plafonnement du taux de protéines du grain en réponse à l'accroissement des disponibilités en azote.

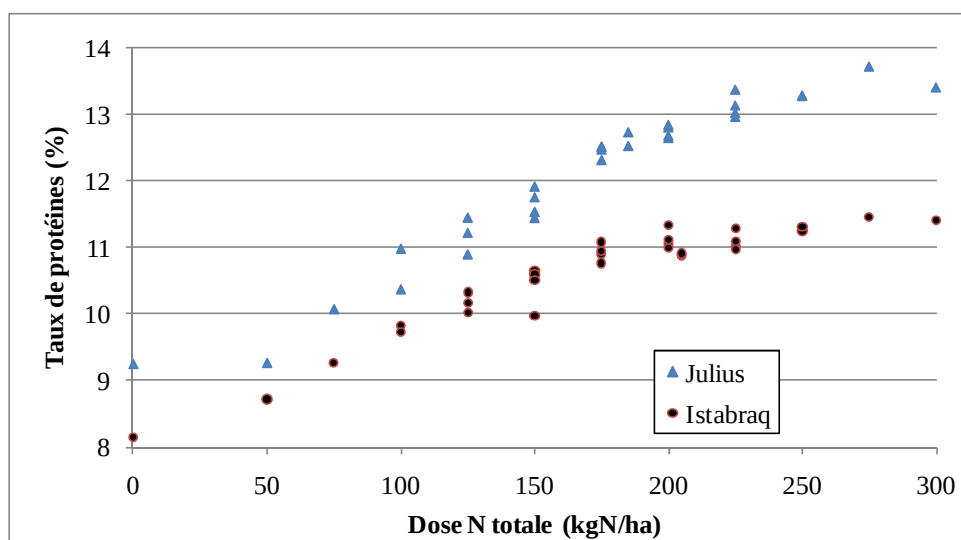


Figure 4.2 – Taux de protéines (%) mesurés dans les essais fumures – GxABT.

1.2.1.5 Les reliquats azotés

Les tableaux 4.6 et 4.7 reprennent pour 5 modalités de fumure, les valeurs des reliquats azotés post-récolte des essais fumures menés sur les variétés Istabraq et Julius.

Sous Julius, précédent betteraves, les faibles teneurs sous les 60 cm sont le signe que la culture a prélevé l'azote disponible dans l'entièreté du profil (jusque 150 cm). Les valeurs plus élevées au niveau des 45 premiers cm sont dues :

- d'une part à la minéralisation entre la sénescence de la culture (arrêt du prélèvement par la plante) et la réalisation des mesures ;
- et d'autre part, du non prélèvement de l'entièreté de l'azote apporté à la culture (horizon 30 à 60 cm) et cela d'autant plus si l'apport de dernière feuille est supérieur à 100 N/ha.

Tableau 4.6 – Reliquats en azote minéral (kg/ha) dans le profil (24 août 2010) pour différentes modalités de fumures dans l'essai sur la variété Julius – 2010.

profondeur	0-0-0	80-105	50-60-75	75-150	100-125
0-15	6	6	5	6	6
15-30	7	11	8	10	8
30-45	4	12	10	18	10
45-60	2	7	6	12	6
60-75	1	1	1	1	1
75-90	0	1	1	2	1
90-105	0	1	1	2	1
105-120	1	2	2	3	2
120-135	1	3	3	3	3
135-150	2	3	3	3	3
Total	24	47	41	61	39

Sous Istabraq, précédent froment, les teneurs en N dans le profil sont toujours supérieures à celles observées pour le Julius. Le système racinaire n'a pas prélevé convenablement l'azote

4. La fumure azotée

disponible en cours de saison puisque de l'azote minéral est retrouvé en quantités non négligeables dans l'entièreté des profils. Les horizons compris entre 15 à 60 cm sont les plus riches et cela d'autant plus que le niveau de fumure est élevé et que la fraction de dernière feuille est élevée. Il faut noter qu'en raison des conditions climatiques difficiles de cet été, le délai entre la sénescence de la culture et la réalisation des reliquats a été important (près de 5 semaines) et que, de plus, durant cette période, la minéralisation a été très active puisque les sols étaient chauds et humides.

Ces moins bons prélèvements sont à mettre en relation avec le développement restreint de la végétation, le niveau limité des rendements et donc par des exportations moindres en azote par la culture.

Tableau 4.7 – Reliquats en azote minéral (kg/ha) dans le profil (24 août 10) pour différentes modalités de fumures dans l'essai sur la variété Istabraq 2010.

profondeur	0-0-0	60-70-75	100-105	100-125	100-150
0-15	6	7	7	8	6
15-30	8	18	25	30	30
30-45	7	21	27	38	40
45-60	5	12	14	21	24
60-75	3	4	4	7	12
75-90	2	2	3	3	4
90-105	2	2	4	3	4
105-120	3	2	5	4	4
120-135	3	3	5	3	3
135-150	3	3	4	3	3
Total	41	75	98	120	129

1.2.2 Résultats obtenus sur froment d'hiver à Michamps en terre « froide »

18 objets ont été implantés avec des fumures totales de 0 à 225 N/ha. Toutes les fumures ont été apportées en deux fractions.

Tableau 4.8 – Itinéraire cultural de l'essai de Michamps.

Variété		Homeros
Localisation de l'essai		Michamps
N° de l'essai		FH10-Mich
Date de semis		28-oct
Densité de semis		250 gr/m ²
Précédent		Maïs
Teneurs en N total en sortie hiver sur 90cm (sous culture de froment)		126 uN
Apport de la fumure	22-avr	22-avr
	1-juin	1-juin
Désherbage		21 mai
Raccourcisseur (CCC 1L)		25-mai
Fongicide		25-juin

1.2.2.1 Le rendement phytotechnique

Tableau 4.9 – Rendement (qx/ha), taux de protéines (%), Indice de Zélény (ml), poids de mille grains (g) et nombre d'épis/m²- Michamps 2010.

Fumure azotée kg N/ha			Rdt	Taux de protéines	Indice de Zélény	Nb épis/m ²
T-R	DF	tot	qx/ha	%MS	ml	
0	0	0	43	9,9	19	253
50	0	50	62	9,5	16	346
50	100	150	73	12,1	23	343
50	125	175	78	12,3	23	352
75	0	75	71	10,2	17	383
75	75	150	76	11,1	21	401
75	50	125	80	11,0	20	361
75	125	200	80	12,3	23	373
75	100	175	80	12,0	22	394
100	0	100	76	10,3	17	435
100	50	150	81	11,4	21	393
100	75	175	82	11,6	22	391
100	100	200	77	12,1	23	386
100	125	225	80	12,5	25	395
125	0	125	80	10,8	20	455
125	50	175	84	11,6	22	400
125	75	200	82	11,7	23	427
125	100	225	85**	12,3	24	378

** La valeur en gras représente le rendement maximum observé et les cases grisées sont les valeurs statistiquement équivalentes à cette valeur maximale.

Le maximum de **rendement phytotechnique** était de 85 qx/ha avec une fumure de 225 N/ha répartie en deux fractions 125 N au tallage-redressement et 100 N à la dernière feuille. Quatre autres fumures permettent d'atteindre des rendements significativement équivalents. Ces fumures ont toutes des fractions de tallage-redressement supérieures ou égales à 100N/ha.

1.2.2.2 Détermination de l'optimum de la fraction de tallage-redressement

L'importance du renforcement de la 1^{ère} fraction de 25N pour une même fumure totale est illustrée dans le tableau 4.10.

- Lors du passage de 50 à 75 N, un gain moyen de 305 kg/ha a été observé pour des fumures totales de 150 et 175 N/ha ;
- Lors du passage de 75 à 100 N, le rendement moyen augmente encore d'une centaine de kg/ha ;

4. La fumure azotée

- Lors du passage de 100 à 125 N, le rendement moyen poursuit sa hausse avec un gain de 385 kg/ha.

Ces gains de rendement observés lors du renforcement de la première application sont directement liés au nombre d'épis/m² qui atteint les 400 épis/m² uniquement si la fraction de tallage-redressement est supérieure à 100 N/ha. Ces besoins élevés en azote en début de végétation sont liés au climat froid observé dans ces régions au printemps entraînant un démarrage lent de la culture et de la minéralisation.

Tableau 4.10 – Différences de rendement (kg/ha) observées lors de l'augmentation de la première fraction pour une fumure totale constante au niveau de l'essai Michamps 2010.

Fraction T-R	Fumure totale										Gain moyen de rdt
	125 N		150 N		175 N		200 N		225 N		
	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	
50 N			7292		7769						
				354		256					305
75 N	7953		7646		8025		7994				
				466		194		-285			102
100 N			8112		8219		7709		8036		
						175		489		492	385
125 N	7987				8394		8198		8528		

1.2.2.3 Impact de la fumure sur le taux de protéines

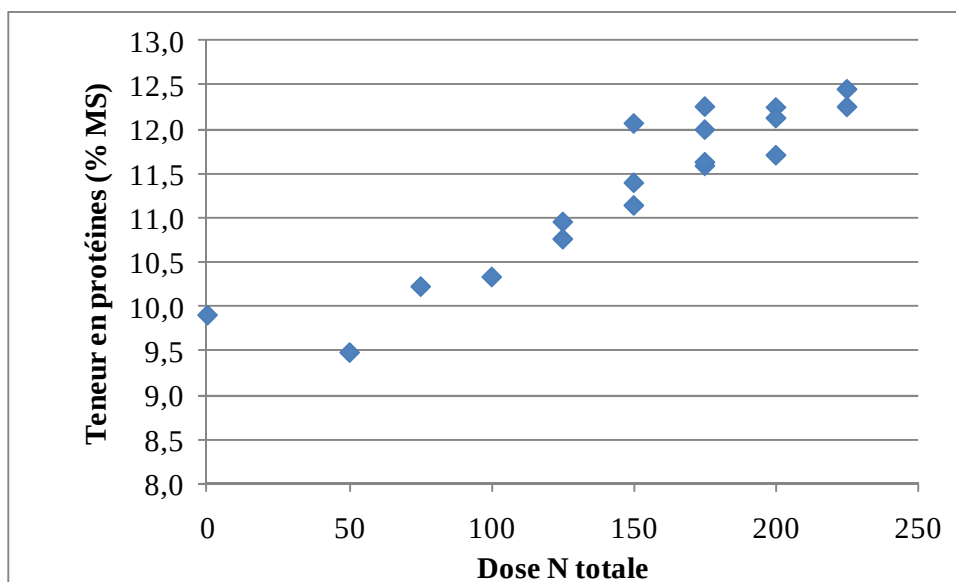


Figure 4.3 – Teneurs en protéines (% MS) en fonction de la dose totale d'N apportée – Michamps 2010.

Le taux de protéines est directement proportionnel à la dose totale d'N apportée à la culture (Figure 4.3). Pour un même niveau de fumure, le taux de protéines est d'autant plus élevé que la dose de la fraction de dernière feuille est importante (tableau 4.9)

1.2.2.4 Les reliquats azotés

Les reliquats ont été réalisés sur 60 cm en deux profils de 30 cm. Les reliquats N sont élevés quelque soit la fumure azotée appliquée ainsi que pour le témoin sans azote. Dans cette même parcelle, les disponibilités en N avant l'hiver était de 126 N/ha sur 90 cm ce qui est très élevé et qui traduit le fait que l'essai était implanté dans une terre riche en humus comme c'est souvent le cas dans cette région. Les prélèvements ont seulement été effectués le 22 septembre, soit plus de quatre semaines après la récolte. Les quantités d'azote retrouvées dans le profil comprennent donc l'azote provenant de la minéralisation de l'humus du sol durant ce long intervalle et les reliquats à la maturité de la culture.

Les niveaux de reliquats sont plus élevés dans l'horizon 30-60 que dans l'horizon 0-30 cm. La comparaison des reliquats en absence de fumure avec ceux des parcelles fertilisées met en évidence les fumures supérieures ou égales à 175N qui présentent quasiment toutes des reliquats supérieurs à 70 N/ha pour les 60 premiers cm.

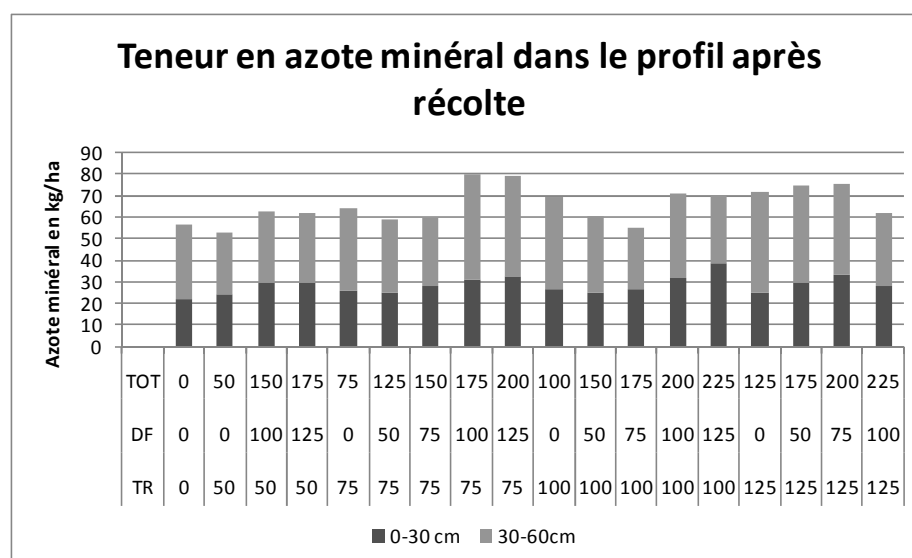


Figure4.4 – Reliquats azotés mesurés le 22 septembre pour les 18 fumures de l'essai de Michamps.

1.2.3 Résultats obtenus sur froment de printemps à Lonzée

Les niveaux de rendement dans cet essai sur froment de printemps étaient plus élevés que ceux obtenus dans la même parcelle dans l'essai similaire en froment d'hiver implanté sur la variété Julius (§ 2.1). Pour une même gamme de fumure, le gain moyen observé est 6 qx/ha.

Les froments de printemps ont moins souffert de la sécheresse de fin juin - début juillet. Durant la phase de remplissage du grain, ils ont disposé de suffisamment d'eau ; cela s'est traduit par des poids de mille grains compris entre 47 et 51 g pour Tybalt (tableau 4.11) alors qu'ils étaient de 41 à 48 g pour Julius (tableau 4.2) du fait de leur stade de développement moins avancé (début remplissage). De plus, lors des orages du 14 juillet, ils n'étaient qu'au début du remplissage des grains et de ce fait ont mieux résisté à la verse.

4. La fumure azotée

Variété		Tybalt
Caractéristique variété		printemps
N° de l'essai		FH10-06
Date de semis		19-mars
Densité de semis		300 gr/m ²
Précédent		Betterave
Apport de la fumure	Tallage	28-avr
	tallage-redressement	4-mai
	Redressement	19-mai
	dernière feuille	8-juin
Désherbage		27-avr
Raccourcisseur (CCC 1L)		18-mai
Fongicide		28-juin

1.2.3.1 Le rendement phytotechnique

Le maximum de **rendement phytotechnique** était de 105 qx/ha avec une fumure de 200N. 14 autres fumures variant de 175 à 275 N procuraient des rendements statistiquement équivalents. Les fumures « Livre blanc » tant en 2 qu'en 3 apports figurent parmi ces 14 fumures.

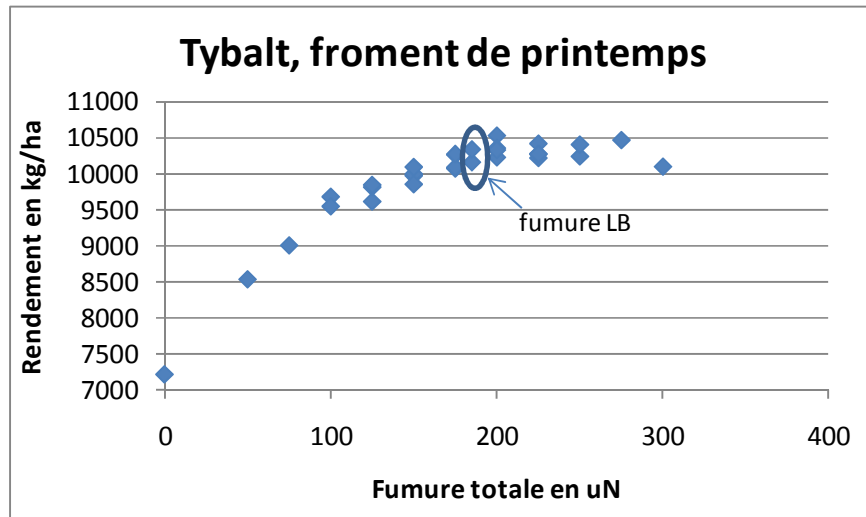


Tableau 4.11 – Rendement phytotechnique (qx/ha) ; teneur en protéines (%), Indice de Zélény (ml), poids de mille grain exprimés en g observés pour différentes modalités de fumure azotée sur froment de printemps– GxABT – Lonzée 2010.

Fumure azotée kg N/ha					Rdt	Taux de protéines	Zélény	PMG
T	T-R	R	DF	tot	qx/ha	%MS	ml	g
-	-	-	-	0	72	9,6	33	47
-	50	-	-	50	85	10,0	33	47
-	50	-	50	100	97	11,5	38	49
-	50	-	75	125	96	12,3	40	50
-	50	-	100	150	100	13,1	43	50
-	50	-	125	175	101	13,5	44	50
-	50	-	150	200	102	13,9	46	51
-	75	-	-	75	90	10,6	34	47
-	75	-	50	125	98	12,1	38	49
-	75	-	75	150	100	12,7	41	49
-	75	-	100	175	103	13,3	43	49
-	75	-	125	200	105**	13,5	45	50
-	75	-	150	225	104	13,7	45	51
-	100	-	-	100	95	11,1	35	48
-	100	-	50	150	101	12,7	40	48
-	100	-	75	175	101	12,9	41	49
-	100	-	100	200	104	13,3	43	49
-	100	-	125	225	102	13,5	43	49
-	100	-	150	250	102	13,9	45	49
-	125	-	-	125	98	11,7	38	47
-	125	-	50	175	103	12,8	40	48
-	125	-	75	200	103	13,1	41	47
-	125	-	100	225	103	13,4	42	49
-	125	-	125	250	104	13,5	45	48
-	125	-	150	275	105	13,6	44	48
50	-	50	50	150	99	12,5	40	48
75	-	75	75	225	103	13,2	43	48
100	-	100	100	300	101	13,2	44	47
50	-	60	75	185	102	13,2	43	48
-	80	-	105	185	103	13,2	43	50

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

** La valeur en gras représente le rendement maximum observé et les cases grisées sont les valeurs statistiquement équivalentes à la valeur maximale observée.

4. La fumure azotée

1.2.3.2 Détermination de l'optimum de la fraction de tallage-redressement

Dans le **fractionnement** en 2 apports de la fumure azotée Livre blanc en précédent betterave feuilles enfouies, le niveau de la première fraction est fixé à 80 N.

Les différences de rendement (tableau 4.12) observées quand, pour une même fumure totale comprise entre 125 et 225 N, 25 N sont glissées de la fraction de dernière feuille à la première fraction sont:

- un gain de 180 kg/ha lors du passage de 50 à 75 N ;
- une perte de 114 kg/ha lors du passage de 75 à 100 N ;
- un gain de 73 kg/ha lors du passage de 100 à 125 N.

La dose optimale pour la première fraction, déduite à partir de ces résultats, est de 75 N/ha. Cette dose est égale à celle préconisée dans le calcul selon la méthode Livre blanc avec un premier apport de 80 N/ha. Pour rappel, les deux modalités de fumure Livre blanc se trouvent d'ailleurs parmi les fumures procurant un rendement statistiquement équivalent au rendement maximal.

Tableau 4.12 – Différences de rendement (kg/ha) observées lors de l'augmentation de la dose de première fraction pour une fumure totale constante au niveau de l'essai Tybalt (froment de printemps, précédent betterave feuilles enfouies - Lonzée 2010.

Fraction T-R	Fumure totale										Gain moyen de rdt
	125 N		150 N		175 N		200 N		225 N		
	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	Rdt	Gain Rdt	
50 N	9617		9975		10074		10232				
	201		23		192		304				180
75 N	9818		9998		10266		10536		10422		
			98		-175		-177		-200		-114
100 N			10096		10091		10358		10222		
					187		-25		58		73
125 N					10278		10333		10281		

1.2.3.3 Impact de la fumure sur la qualité

Comme pour les froments d'hiver, le taux de protéines est proportionnel à la dose totale d'N apportée à la culture. Pour un même niveau de fumure, le taux de protéines est d'autant plus élevé que la fraction de dernière feuille est importante (tableau 4.11). L'indice de Zélény suit la même dynamique que le taux de protéines.

1.2.4 Exemple de calcul d'optimum économique

On assiste ces dernières années à un envol important tant des prix de l'azote que ceux du froment. Le rapport prix azote-froment est souvent utilisé, il représente la **quantité en kg de froment qu'il faut pour payer une unité d'azote** (voir tableau 4.13).

Depuis la récolte 2007, les prix des céréales sont passés de 240 €/t à 100 €/t pour remonter ensuite. L'azote quant à lui a atteint les 380 €/t pour diminuer et se situer actuellement à 250 €/t. De nombreux scénarios peuvent être élaborés.

Dans notre analyse, les simulations ont été réalisées pour des rapports de 0 à 10 dans l'essai Julius de 2010 (tableau 4.2 et figure 4.5) et une synthèse de 5 années des essais fumure sur précédent betteraves a été réalisée pour trois rapports :

- un froment vendu à 220€/t pour payer de l'ammonitrate à 240€/t → rapport 4 ;
- de l'azote acheté à 260€/t pour produire un froment à 160€/t → rapport 6 ;
- prix de vente froment 140€/t, prix d'achat ammonitrate 300€/t → rapport 8.

Tableau 4.13 – Rapport entre prix azote- froment (kg de froment pour payer 1uN).

		€/1uN	Prix du froment (€/T)							
			100	120	140	160	180	200	220	240
prix azote (ammonitrate 27%) en €/T	100	0,4	3,7	3,1	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5
	120	0,4	4,4	3,7	3,2	2,8	2,5	2,2	2,0	1,9
	140	0,5	5,2	4,3	3,7	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2
	160	0,6	5,9	4,9	4,2	3,7	3,3	3,0	2,7	2,5
	180	0,7	6,7	5,6	4,8	4,2	3,7	3,3	3,0	2,8
	200	0,7	7,4	6,2	5,3	4,6	4,1	3,7	3,4	3,1
	220	0,8	8,1	6,8	5,8	5,1	4,5	4,1	3,7	3,4
	240	0,9	8,9	7,4	6,3	5,6	4,9	4,4	4,0	3,7
	260	1,0	9,6	8,0	6,9	6,0	5,3	4,8	4,4	4,0
	280	1,0	10,4	8,6	7,4	6,5	5,8	5,2	4,7	4,3
	300	1,1	11,1	9,3	7,9	6,9	6,2	5,6	5,1	4,6
	320	1,2	11,9	9,9	8,5	7,4	6,6	5,9	5,4	4,9
	340	1,3	12,6	10,5	9,0	7,9	7,0	6,3	5,7	5,2
	360	1,3	13,3	11,1	9,5	8,3	7,4	6,7	6,1	5,6
	380	1,4	14,1	11,7	10,1	8,8	7,8	7,0	6,4	5,9
	400	1,5	14,8	12,3	10,6	9,3	8,2	7,4	6,7	6,2

L'utilisation d'un programme statistique a permis de réaliser des simulations de rendement phytotechnique et économique pour plusieurs de ces rapports.

Pour l'essai 2010, sont représentées sur la Figure 4.5 d'une part la fumure qui a permis d'obtenir le maximum phytotechnique (98 qx/ha avec une fumure de 225 N/ha) et d'autre part la courbe d'évolution de la fumure économique optimale pour les différents rapports prix N/froment. Pour des rapports de 0 à 5, la courbe diminue rapidement en passant de 225 N à 140 N pour se stabiliser ensuite autour de 125 N. Une détérioration de la situation économique (augmentation du rapport), conduit à des doses d'azote économiquement optimales plus faibles.

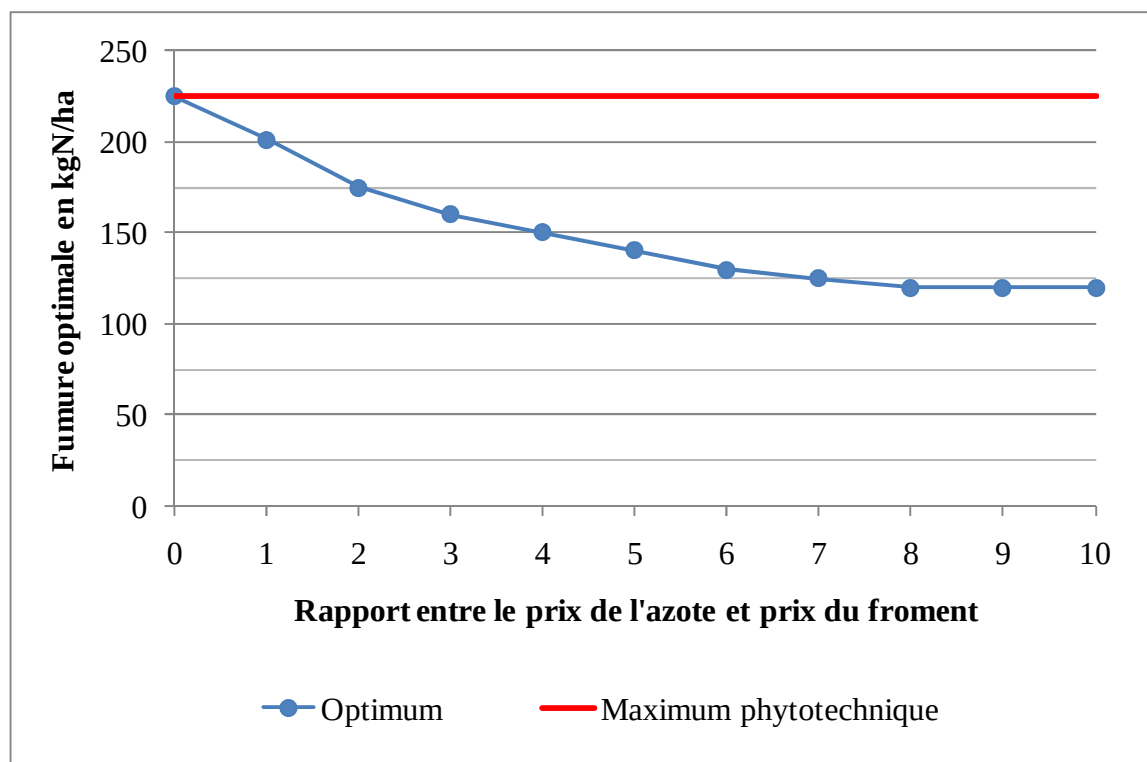


Figure 4.5 – Evolution de la fumure optimale calculée pour la variété Julius en fonction du rapport entre le prix d'achat de l'azote et du prix de vente du froment et fumure permettant d'atteindre le maximum phytotechnique – Lonzée 2010.

Pour la synthèse des cinq dernières années, les fumures économiquement optimales sont reprises au niveau du tableau 4.14 pour les trois rapports azote-froment (4, 6 et 8).

Les fumures procurant le rendement phytotechnique maximal sont comprises entre 225 et 275 N/ha. Les fumures économiquement optimales sont quant à elles comprises entre 125 et 250 N/ha. D'un essai à l'autre, la diminution du niveau des fumures optimales est très différente. En 2009, le rendement maximal est atteint avec 275 N alors que les fumures optimales varient de 250 à 225 N soit une diminution maximale de 50 N/ha. A l'opposé, en 2010, le rendement maximal est atteint avec 225 N/ha, alors que les fumures optimales vont de 150 à 125 N/ha soit une diminution de l'optimum pouvant atteindre 100 N/ha.

L'envol des prix de vente des céréales et d'achat des engrais pose souvent question en termes d'augmentation ou non de la dose totale d'azote à amener à la culture. Pour l'instant rien ne doit pousser l'agriculteur à modifier le raisonnement agronomique et raisonné de la fumure. Il faut garder à l'esprit que d'une année à l'autre, la réponse de la culture à l'azote sera différente (maladies, climat, ...). Une faim d'azote peut très vite être dommageable pour la culture (perte de rendement significative) et inversement un excès d'azote rendra la culture plus difficile à conduire (verse, maladies).

Tableau 4.14 – Fumures procurant le rendement phytotechnique maximal (Nmax), fumures économiquement optimales (Nopt) pour les 3 rapports étudiés ainsi que le rendement phytotechnique procuré par ces fumures optimales- essais fumure semés en octobre après betteraves de 2006-2010 – Lonzée –GxABT.

Année n°essai	Rdt phytotechnique max		Rendement phytotechnique correspondant à la fumure optimale					
			Rapport 4		Rapport 6		Rapport 8	
	Nmax	RDT max	Nopt	Rdt	Nopt	Rdt	Nopt	Rdt
	kg N/ha	qx/ha	kg N/ha	qx/ha	kg N/ha	qx/ha	kg N/ha	qx/ha
FH2010-10	125-100	98	125-25	96	125-0	95	125-0	95
FH2009-06	125-150	131	100-150	129	100-150	130	75-150	128
FH2008-26	125-150	109	125-100	107	125-75	106	125-50	104
FH2007-16	125-125	101	125-50	99	125-50	99	100-25	96
FH2006-04	100-150	111	100-100	110	75-100	109	75-75	107

1.2.5 Conclusion des expérimentations 2010

La méthode de calcul « Livre blanc » en trois fractions a permis d'obtenir des rendements équivalents aux maxima observés dans les essais de 2010. Le fractionnement en deux apports a donné des rendements inférieurs principalement pour le précédent froment ce qui est conforme à ce qui était attendu au vu du faible développement des froments à la sortie de l'hiver et des relativement faibles teneurs en N des profils sortie hiver.

1.3 Recommandations pratiques

1.3.1 Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 10 février 2011

1.3.1.1 Climat en automne et hiver 2010-2011

Tableau 4.15 – Températures et précipitations moyennes (Ernage – Gembloux).

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
	Température moyenne (°C)					
Observée	16,8	13,8	10,2	5,8	-1,2	3,8
Normale	16,5	13,9	10,1	5,5	3,0	1,7
	Précipitations (mm)					
Observées	200,0	64,4	48,3	98,1	75,6	87,6
Normales	75,2	62,8	65,7	75,0	72,1	65,5

Les températures (tableau 4.15) ont été proches de la normale d'août à novembre ; en décembre, elles ont fortement chuté pour se trouver inférieures à la normale et ensuite remonter en janvier au dessus de la normale. Hormis en octobre, la pluviosité a toujours été au dessus de la normale. Août a été très exceptionnellement pluvieux avec 200 mm et dans une moindre mesure Novembre avec 98 mm.

4. La fumure azotée

1.3.1.2 Situation moyenne du profil en azote minéral du sol au 7 février 2010

Un échantillonnage des profils en froment d'hiver a été réalisé **sur 90 cm** (tableau 4.16). Seuls quelques profils ont pu être sondés en début février jusque 1,50 m. Ces profils ont été réalisés par l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W et par Grenera de GxABT.

Tableau 4.16 – Comparaison pour les 10 dernières années des réserves en azote minéral du profil du sol (kg N/ha) – CRA-W.

	Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Moy
	Nb de situations	19	7	10	12	12	11	33	25	30	45	
Profondeur	0-30 cm	12	16	9	12	23	15	15	13	12	14	14
	30-60 cm	12	15	22	30	24	26	25	21	17	19	21
	60-90 cm	14	16	26	22	16	21	31	19	25	19	21
	90-120 cm	11	11	13	14	10	12	18	10	12	14	13
	120-150 cm	10	11	12	12	9	11	17	7	12	13	11
	Total 0-150	59	69	82	90	82	85	106	70	78	78	80

Les cases grisées contiennent des valeurs estimées sur base des observations des années antérieures. En raison des conditions climatiques, beaucoup de prélèvements n'ont été possibles que sur un profil de 0-90 cm.

1.3.1.3 Comparaison entre les précédents

Tableau 4.17 – Profil en azote minéral du sol **sur 90 cm** pour différents précédents (kg N/ha).

		Betterave	Colza	Maïs	Pomme de terre	Lin	Chicorée	Froment	Feverole
	Nb de situations	9	9	8	8	4	1	5	1
Profondeur	0-30 cm	16	14	15	15	13	11	9	17
	30-60 cm	19	16	22	27	20	17	15	14
	60-90 cm	16	19	20	28	22	15	17	14
	Total 0-90	51	49	57	69	55	43	40	45

Tableau 4.18 – Profil en azote minéral du sol sur 150 cm pour différents précédents (kg N/ha).

		Maïs	Lin	Pomme de terre	Feverole	Froment	Betterave	Moyenne
	Nb de situations	1	1	1	1	1	2	
Profondeur	0-30 cm	13	15	13	17	11	12	13
	30-60 cm	17	24	29	14	14	12	18
	60-90 cm	16	20	28	14	15	12	18
	90-120 cm	10	17	24	14	11	10	14
	120-150 cm	10	16	19	15	11	8	13
	Total 0-90	46	60	70	45	40	36	49
	Total 0-150	67	92	113	73	62	54	77

La quantité d'azote minérale disponible en surface (60 cm) est généralement faible et varie de 23 à 41 kg (tableau 4.17). Ces profils peuvent être considérés comme pauvres après la plupart des précédents (< 50 kg N/ha). Les profils après Colza, 49 N/ha sur 90 cm, sont beaucoup plus faibles que les profils des dernières années à savoir 74 N/ha sur 90 cm en 2010 et 81 N/ha en 2009. Il en est de même après les Féveroles.

Les quantités d'azote présentes dans les horizons profonds entre 90 cm et 150 cm ne sont pas différentes des teneurs habituellement observées à cette profondeur.

1.3.1.4 Conseils en fonction de l'état des cultures

Dans les semis de la plateforme de Lonzée, à la date du 10 février, les stades des froments observés dans les essais « dates de semis » sont :

- Semis de mi-octobre : début tallage ;
- Semis de mi-novembre : 1^{ère} feuille.

Dans les régions plus précoces (Hainaut, Hesbaye Liégeoise) les semis précoces présentent des stades de développement plus avancés.

Le schéma de fumure en 3 fractions sera privilégié dans la majorité des semis effectués après la mi-octobre, où les froments présentent un retard dans leur développement ainsi que dans les situations où les cultures ont souffert (terres coulées, mauvaise structure, semis difficiles, mauvaise levée).

Le schéma de fumure en 2 fractions sera, par contre, privilégié dans les situations où les cultures présentent déjà deux talles à la mi-février (semis et régions précoces) et où de l'azote est disponible en quantité suffisante (redistribution fréquente de matière organique, précédent légumineuses, pomme de terre).

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 moins coûts de la fertilisation). Le raisonnement de la fumure est intégré dans un mode de conduite de la culture où la densité de végétation est modérée et où les interventions visant à protéger la culture de la verse et des maladies cryptogamiques sont 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 est faible en début de culture et s'intensifie à partir du stade redressement. Il devient très important à l'approche du stade dernière feuille. C'est quasi 50 % du prélèvement total d'azote qui se produira encore à partir de ce stade.

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

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

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

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

La culture peut être scindée en trois phases :

1.3.4.1 Du semis à la fin tallage

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

L'importance et les parts respectives de ces sources d'azote peuvent varier en fonction des situations pédoclimatiques et culturales (figure 4.6).

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.

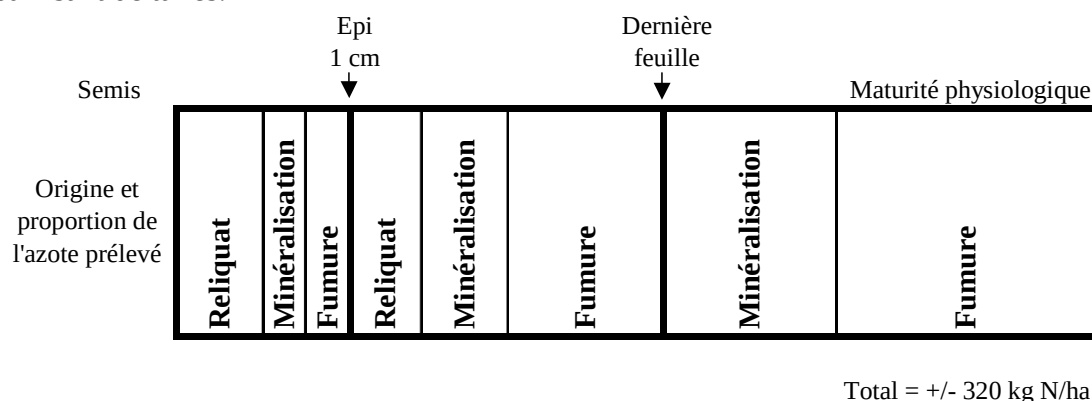


Figure 4.6 – Absorption d'azote par le froment d'hiver et son origine.

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.

4. La fumure azotée

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

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

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

1.3.5 La détermination pratique de la fumure

1.3.5.1 Les principes

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

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

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

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

Deux fumures de référence

En 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

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

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 situation réalisés à partir des observations faites en culture.

Les modalités de calcul des doses à apporter à chaque parcelle sont exposées en détail dans le chapitre « conseils de fumures » (cfr §1.3.7).

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

4. La fumure azotée

1.3.6.1.1 Fumure azotée en trois apports

Fraction tallage

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

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

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

Fraction redressement

L'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.

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 2011

Deux fumures de références :

En trois fractions : fractionnement à privilégier dans un bon nombre de situations en 2011.

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 privilégier dans les situations où l'azote est directement disponible pour le froment et en quantité suffisante (précédents pomme de terre, colza, légumineuses) et dans les cultures présentant déjà deux talles à la mi-février (semis et régions précoces).

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 32 de cet article)

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

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

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

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

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

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. 41)					
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
Inscrire ici la classe ORGA correspondant à votre cas	

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. 41)					
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 et chicorées arrachées en octobre	0	0	0	0	0
Betteraves et chicorées arrachées en novembre ou décembre	+10	+10	0	Non recommandé	
Pois protéagineux	-20	-20	0	-30	-10
Féveroles, pois de conserverie, haricots	-20	-20	0	-30	-10
Colza	-10	-10	0	-10	-10
Lin	-0	-10	0	-10	0
Pomme de terre	-20	-10	-10	-20	-20
Maïs ensilage	+10	+10	0	Non recommandé	
Chaumes	+10	+10	0		
Pailles sans azote et maïs grain	+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.

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. 41)					
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 m ²	Valeur
Densité trop faible (moins de 100 plantes/m ²)	-1
Densité normale ou faible	0
Densité trop élevée (plus de 300 plantes/m ²)	+1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

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

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. 41)
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
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

Vos parcelles	N. ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 41)
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
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

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. 41)
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. 41)
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.

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. 41)
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. 41)
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. PREC	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. PREC	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

ORGA = 2	2	N.ORGANISATION = 0
----------------	---	--------------------
3. Détermination de N.PREC

Bett. fe. enf.		N.PREC = 0
---------------------	--	------------
4. Détermination de N.ETAT

Stade plein tallage	6	
Densité normale	0	
Accidents culturaux	0	
Sol très bien ressuyé	+ 1	
Total ETAT	7	N.ETAT = - 10
5. Détermination de N.CORR

N.TER + N.PREC + N.ETAT = 0		N.CORR = 0
-----------------------------------	--	------------

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

Fumure de redressement

1. Détermination de N.TER

TER	4	N.TER = 0
-----------	---	-----------
2. Détermination de N.ORGANISATION

ORGA.....	2	N.ORGANISATION = 0
-----------	---	--------------------
3. Détermination de N.PREC

Bett. fe. enf.		N.PREC = 0
---------------------	--	------------
4. Détermination de N.ETAT

Végétation normale		N.ETAT = 0
Dose de redressement: $60 + 0 + 0 + 0 + 0 = 60$		
5. Détermination d'un éventuel N.CORR

..... Fraction de tallage + fraction redressement = $30 + 60 = 90$		
..... On ne dépasse pas le maximum de 150 N d'où		N.CORR = 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

ORGA.....	2	N.ORGANISATION = 0
-----------	---	--------------------
3. Détermination de N.PREC

Bett. fe. enf.		N.PREC = 0
---------------------	--	------------
4. Détermination de N.ETAT

Végétation normale.....	ETAT 2	N.ETAT = 0
-------------------------	--------	------------
5. Détermination de N.CORR

La somme des 2 premières fractions = 90 N.....		N.CORR = 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.

FRACTIONNEMENT EN DEUX APPORTS

Fumure de la fraction intermédiaire

1. Détermination de N.TER
TER4..... N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGAN
ORGAN2..... N.ORGAN = 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'oùN.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.ORGAN
ORGAN2..... N.ORGAN = 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

Les cultures d'escourgeon ont profité pleinement des conditions climatiques favorables de l'automne 2009 : les températures clémentes de novembre ont permis aux plantes de bien taller avant l'hiver. Ce dernier, bien que long, froid et neigeux, n'a pas affecté les cultures. A la reprise de végétation en mars, la végétation était en bon état, dense mais sans excès. Les réserves azotées sous culture étaient modérées (25 N sur 90 cm de profondeur). Les cultures déjà bien enracinées n'ont pas souffert du déficit hydrique du printemps et ont pu se développer correctement en absence de maladies cryptogamiques. Dans les sols profonds avec de bonnes capacités de rétention en eau, comme la situation de Lonzée, le déficit hydrique de juin n'a pas empêché un bon remplissage des grains. Dans ces circonstances, le niveau de rendement a été particulièrement élevé. Dans les sols moins profonds, plus filtrants, dans les zones où la pluviosité a été plus faible, comme dans le Condroz, les escourgeons ont souffert en fin de végétation et n'ont pas pu atteindre d'aussi bons résultats comme l'illustre le tableau reprenant les rendements moyens observés dans les essais régionaux « variétés ».

Tableau 4.1 – Rendements moyens en kg/ha observés dans les essais « variétés d'escourgeon », réalisés par le CRA-W et la Gx-ABT dans différentes régions.

	Gembloux	Brabant	Condroz	Lonzée
2010	10430	10630	8260	11631

2.2 Résultats des expérimentations sur le site de Lonzée

2.2.1 La fumure optimale à Lonzée en 2010

Deux essais étudiant le fractionnement de la fumure azotée en 2010 ont été réalisés l'un sur l'orge deux rangs Cassata (ES10-04) l'autre sur l'hybride 6 rangs Volume (ES10-05), cultivés sans régulateur de croissance et avec une seule application fongicide en dernière feuille. Aucune verse n'y a été observée.

L'observation du tableau 4.2 montre que, dans les deux essais :

- pour une même dose totale, les fumures avec application au tallage sont moins performantes que sans fraction de tallage
- les meilleurs rendements phytotechniques sont obtenus dans les 2 essais avec le fractionnement 0-105-105N.

4. La fumure azotée

Fumure azotée				Rendements (qx/ha)	
T	R	DF	Total	Cassata	Volume
0	0	0	0	56	70
35	0	0	35	69	81
0	70	0	70	85	99
35	35	0	70	82	96
0	105	0	105	94	107
35	70	0	105	91	106
105	0	0	105	92	102
0	105	35	140	101	112
0	140	0	140	96	109
35	70	35	140	99	111
35	105	0	140	98	109
140	0	0	140	96	109
0	105	70	175	105	115
35	70	70	175	102	113
0	105	105	210	106	117
35	70	105	210	105	115

Tableau 4.2 – Rendements (qx/ha) obtenus pour différentes doses et fractionnements de la fumure azotée testés dans les essais ES10-04 et ES10-05 – GxABT.

Les résultats du tableau 4.2 sont résumés dans le tableau 4.3 (où la fumure optimale est calculée avec un coût de l'engrais ammonitré 27 % à 200 €/t et un prix de vente de la récolte à 160 €/t) et les figures 4.1 et 4.2 qui illustrent la réponse de la culture à la fumure donnant les rendements maximaux et les réponses aux fumures de tallage et de redressement (en absence d'autres fumures).

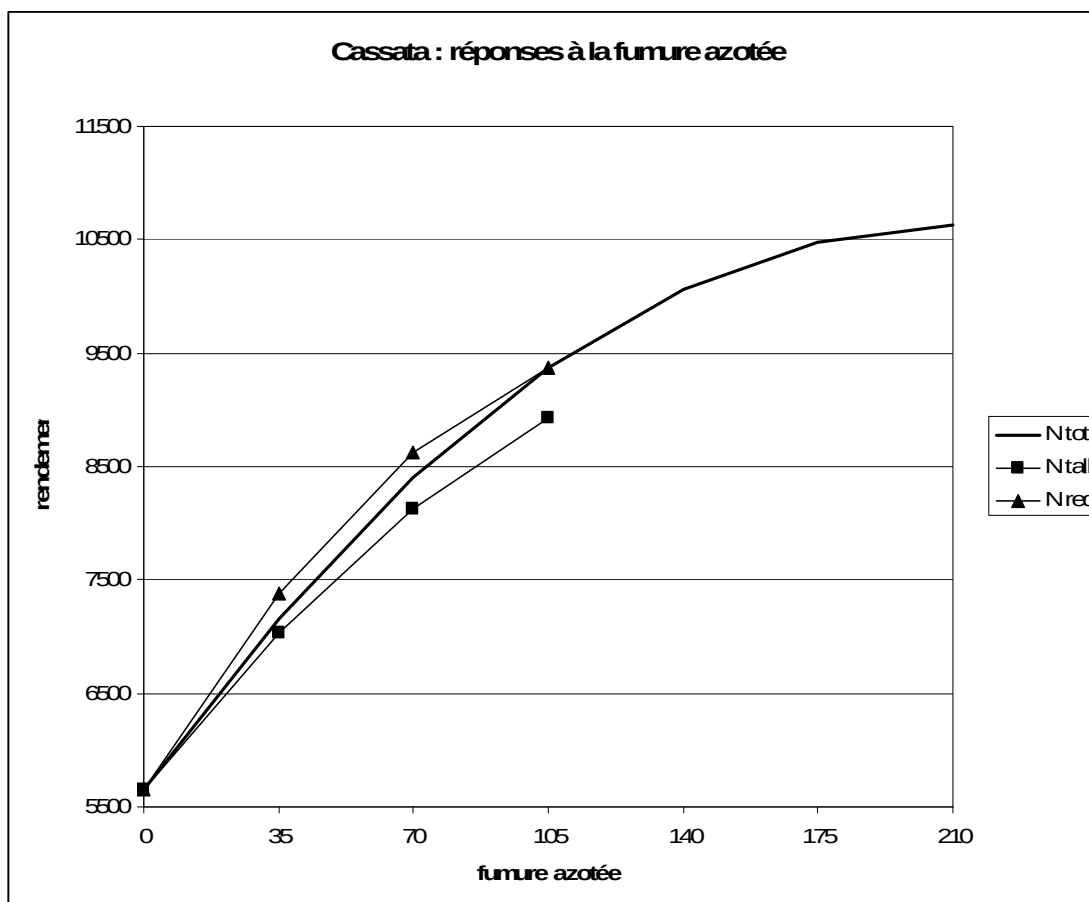


Figure 4.1 – Réponses des rendements à la fumure azotée en 2010 – Variété 2R Cassata.

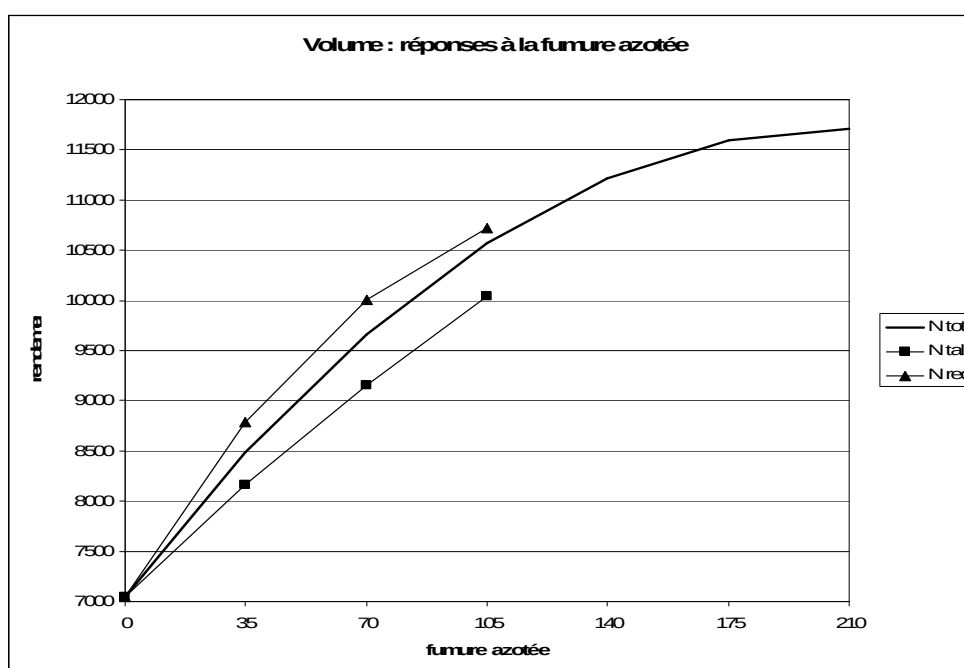


Figure 4.2 – Réponses des rendements à la fumure azotée en 2010 – Variété 6R Volume.

L'analyse statistique des essais a déterminé que les fumures maximales (indépendantes des prix) des essais étaient de 211 N pour Cassata, donnant un rendement phytotechnique maximal de 106 qx/ha pour Cassata et 208 N donnant 117 qx/ha pour Volume.

Tableau 4.3 – Fumures azotées maximales et optimales recalculées et les rendements correspondants dans les essais ES10-04 et ES10-05.

Essai - variété	N max	RDT max	N opt	RDT opt
ES10-04 : Cassata 2R	211 N	10624 kg	190 N	10576 kg
ES10-05 : Volume hyb	208 N	11717 kg	186 N	11667 kg

Avec un prix de vente de l'escourgeon de 160 €/t et un coût de l'ammonitrate à 200 €/t les fumures optimales étaient de 190 et 186 N.

2.2.2 Evolution de la fumure azotée économiquement optimale quand les prix de vente de la récolte ou d'achat de l'engrais azoté varient

Le tableau 4.4 fournit pour les essais « fumure » des 7 dernières années à Lonzée :

- 1) les fumures donnant les rendements phytotechniques maximums (Nmax),
- 2) les fumures donnant les rendements financiers optimaux (Nopt) lorsque le prix d'achat de l'ammonitrate 27 % est de 200 €/tonne et le prix de vente de l'escourgeon (PV) respectivement à 160 €/tonne (2007, 2010) ou à 90 €/t (2008, 2009),
- 3) les rendements correspondants.

La figure 4.3 met en graphique la réponse moyenne des rendements (2004 à 2010) des escourgeons à la fumure azotée.

4. La fumure azotée

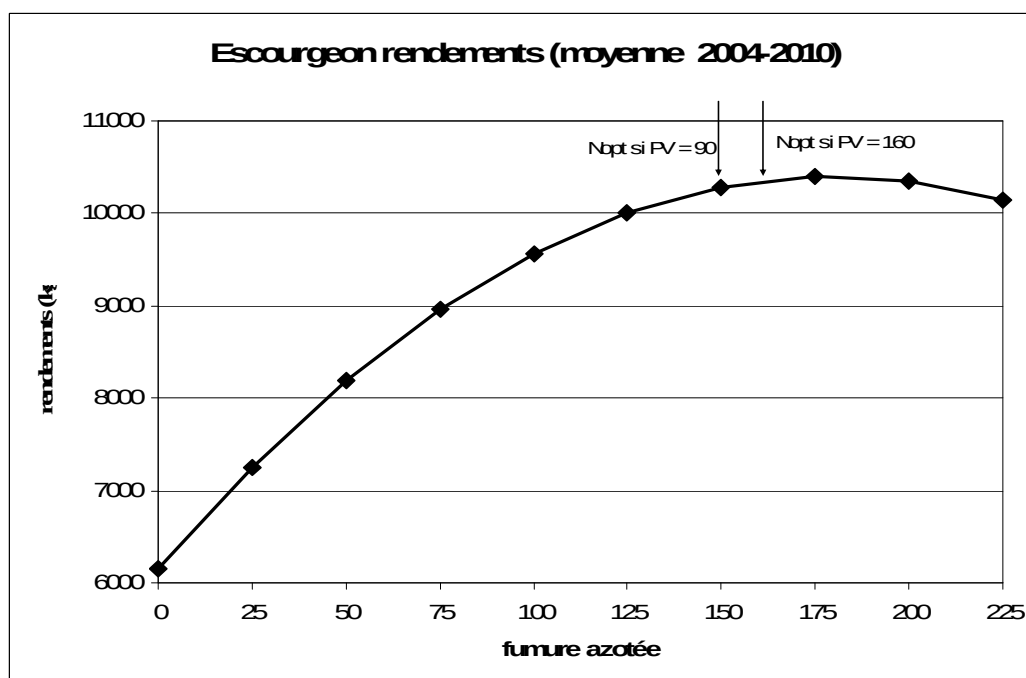


Figure 4.3 – Evolution des rendements en fonction de la fumure azotée à Lonzée.

Tableau 4.4 – Fumures maximales et optimales de 2004 à 2010 et rendements correspondants.

année	variété	Nmax	RDTmax	PV = 160 €/t		PV = 90 €/t	
				Nopt	RDTopt	Nopt	RDTopt
2010	Cassata	211 N	10624 kg	190 N	10576 kg	174 N	10473 kg
2010	Volume	208 N	11717 kg	186 N	11667 kg	170 N	11560 kg
2010	moyenne	181 N	11521 kg	166 N	11485 kg	154 N	11408 kg
2009	Cervoise	189 N	11694 kg	176 N	11665 kg	167 N	11603 kg
2008	Cervoise (a)	146 N	9548 kg	129 N	9509 kg	116 N	9424 kg
2008	Cervoise (b)	201 N	9350 kg	176 N	9286 kg	157 N	9164 kg
2007	Cervoise	169 N	11237 kg	10 N	11194 kg	135 N	11099 kg
2006	Adline	178 N	8983 kg	158 N	8936 kg	142 N	8833 kg
2006	Sequel	170 N	8161 kg	145 N	8104 kg	126 N	7980 kg
2005	Marado	178 N	11536 kg	164 N	11504 kg	153 N	11434 kg
2004	Lomerit	161 N	10556 kg	147 N	10523 kg	135 N	10450 kg
moyenne		180 N	10403 kg	162 N	10362 kg	148 N	10274 k

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

(b) précédent froment en zone de parcelle peu fertile

Par rapport à l'an passé, l'engrais azoté a augmenté de 25 €/t, ce qui entraîne une diminution des fumures optimales des années antérieures à 2010 ; par contre les besoins élevés en fumure azotée de Cassata et Volume entraînent finalement une légère augmentation des fumures moyennes comparativement à l'an passé.

Indépendamment des prix, la fumure donnant le rendement maximal moyen (104 qx/ha) a été de 180 N (N=kgN/ha). La fumure économiquement optimale dépend à la fois des prix de vente de la récolte et du prix d'achat de l'azote ; elle a été en moyenne, dans les conditions de marché décrites, respectivement de 162 N (PV 160 €/t) et 148 N (PV 90€/t). 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).

Depuis la fin du printemps 2010, les prix de l'engrais azoté ont tendance à s'envoler (prix actuel de l'ammonitrate 27% à 265 €/t, contre 200 €/t retenus pour l'interprétation des essais de 2010. Les prix actuels de l'escourgeon sont également très élevés (autour de 200 €/t). Le tableau 4.5 et figures 4.4 et 4.5 font le point de l'évolution de la fumure optimale quand ces prix varient.

Tableau 4.5 – Evolution des fumures optimales, rendements et revenus quand les prix varient (réponse moyenne des rendements à l'azote à Lonzée de 2004 à 2010).

Evolution quand le prix de vente de la récolte augmente (achat de l'azote 27 % à 265 €/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	142	10220	927	100 (*)	169	10388	1350
150	155	10322	1453	150 (*)	164	10368	1348
200	161	10357	1976	200	158	10341	1344
250 (*)	165	10374	2498	250	153	10307	1340
300 (*)	167	10383	3020	300	147	10264	1334

(*) : prix irréels mais nécessaires pour tirer la tendance des figures 4.4 & 4.5.

La fumure optimale diminue linéairement quand le coût de l'azote augmente (figure 4.4). Dans le cas de la réponse moyenne des escourgeons à la fumure azotée dans les essais réalisés de 2004 à 2010 à Lonzée, et pour un même prix de vente (130 €/t dans la 2^{ème} partie du tableau 4.5), la fumure optimale diminue de l'ordre de 6 N quand le prix de l'azote augmente de 50 €/t, et cette adaptation protège relativement bien le revenu (perte minime de quelques euros par ha).

Par contre, la fumure optimale tend à se rapprocher asymptotiquement de la fumure maximale (180 N pour la moyenne des essais de 2004 à 2010) quand le prix de vente de la céréale augmente (figure 4.5). Mais une diminution de 50 €/t du prix de vente (de 150 à 100 €/t par exemple) demande d'adapter la fumure en la réduisant de 13 N (6N quand le prix de vente varie de 200 € à 150 €), et engendre une perte de revenu qui est très importante (500 €/ha). A noter que les revenus renseignés dans les tableaux ne tiennent compte que des prix de vente et des intrants faisant l'objet de l'étude, ils ne tiennent pas compte des autres frais variables et fixes ni des aides PAC.

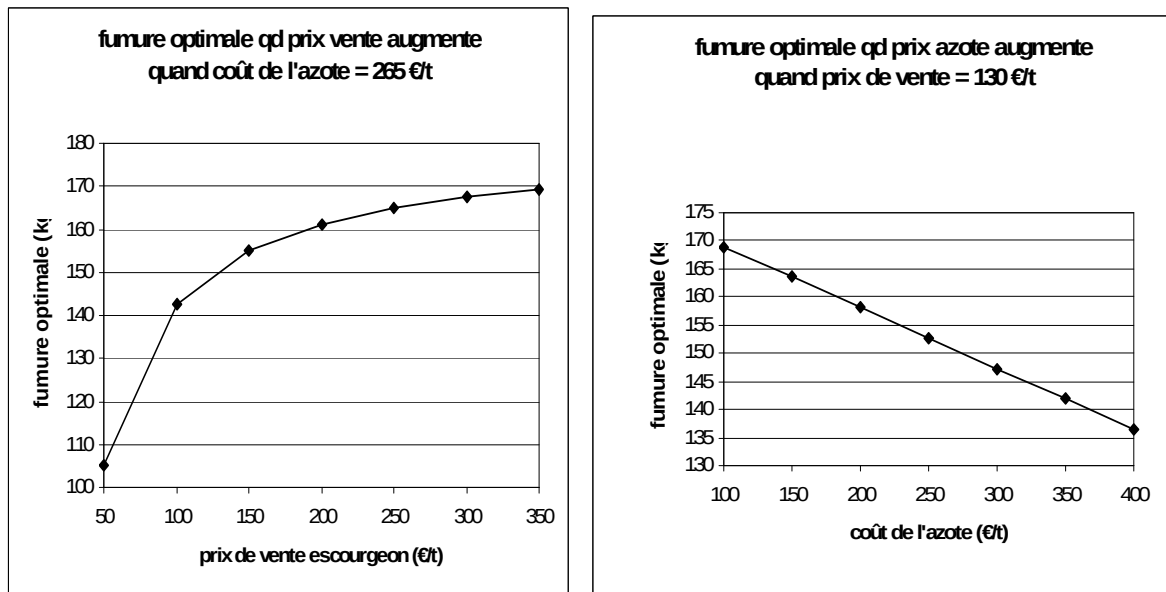


Figure 4.4 et 4.5 – Evolution des fumures optimales quand les prix de vente de l'escourgeon ou le prix de l'azote augmentent (réponse moyenne des rendements à l'azote à Lonzée de 2004 à 2010).

2.3 Les recommandations pratiques

2.3.1 Conditions particulières de 2011, profil en azote minéral du sol en escourgeon

Des prélèvements ont été effectués dans 6 situations. En moyenne, le profil en azote du sol est bien utilisé. Comparativement aux profils sous froment de deuxième paille, l'escourgeon a prélevé une trentaine d'unités supplémentaires pour son développement.

Tableau 4.6 – Profils moyens en azote minéral du sol observés sous culture d'escourgeon.

	Printemps 2011(6)	Printemps 2010 (5)	Printemps 2009 (4)	Printemps 2008 (4)
Profondeur (cm)	kgN /ha	kgN /ha	kgN /ha	kgN /ha
0-30	10	9	9	10
30-60	12	7	7	16
60-90	10	9	10	25

Cette répartition de l'azote dans le sol (proche de 2009 et 2010) et ainsi que les essais menés en 2009 et 2010, nous amènent à conseiller la fumure de base suivante :

- o **Tallage : 20**
- o **Redressement: 70**
- o **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

La fumure azotée doit être raisonnée pour chaque parcelle individuellement.

La fumure de référence moyenne n'évolue pas par rapport à 2010. Elle reste donc :

Fumure de référence pour l'escourgeon :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : 20 N

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : 70 N

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

2.3.4 Les modalités d'application de la fumure azotée

2.3.4.1 La fraction au tallage

En région limoneuse et sablo-limoneuse, les conditions favorables devraient conduire le plus souvent à faire l'impasse de la fumure de tallage en cumulant la dose prévue à ce stade avec la fumure de redressement. La fumure de référence devient alors : 0N – 90 N – 60 N.

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

Il ne convient pas de supprimer complètement la fumure de tallage dans les parcelles peu fertiles ou trop froides, même en Hesbaye. Mais une dose d'azote trop importante (au delà de 50 unités) aurait comme effet de provoquer un développement de talles surnuméraires, non productives et génératrices 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 l'apport post-hivernal de tallage doit coïncider avec la reprise de la végétation. Intervenir plus tôt ne s'est jamais concrétisé par un bénéfice à la culture, au contraire une telle pratique présente des risques pour l'environnement et pour la culture.

2.3.4.2 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, ...). Pour ces raisons, **la somme des fractions tallage et redressement ne devrait pas dépasser 115 N.**

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 de référence à épandre à cette période est fixée à 60 kg N/ha.

2.3.5. Calcul de la fumure azotée pour 2011

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

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : 20 N

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : 70 N

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

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

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>	

4. La fumure azotée

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

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. 60)		
	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
Inscrire ici la classe ORGA correspondant à votre cas	

2.2 Détermination des valeurs de N.ORG pour chaque fraction

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

Vos parcelles	N. ORGA RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 60)		
	1^{ère} fraction	2^{ème} fraction	3^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			
Parcelle 3			

3 Détermination de N.PREC, fonction du précédent

	N. PREC. POUR		
	1^{ère}	2^{ème}	3^{ème}
PRECEDENT CULTURAL	FRACTION		
Chaumes	0	0	0
Pailles avec azote	0	0	0
Pailles sans azote	+ 25	+ 15	0

4. La fumure azotée

Vos parcelles	N. PREC RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 60)		
	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
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

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

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

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

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
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

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 50 unités par hectare. Si la culture présente trop de facteurs défavorables (terre mal drainée, à très mauvaise structure, précédent paille sans azote, densité insuffisante, plantes déchaussées), le potentiel de rendement de la culture est affaibli. Dans ce cas, tout excès de fumure contribuerait à le réduire encore.

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

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

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

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

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)
Au tallage	20						
Au redress.	70						
A la dern. fe.	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, F. Henriët⁴ et B. Bodson¹

1	Froment d'hiver	2
1.1	2010 : dégâts d'orage plutôt que verse classique	2
1.2	Résultats d'essais, nouveautés et perspectives.....	2
1.2.1	<i>Les meilleurs résultats sont obtenus sur une plante en pleine croissance.....</i>	2
1.2.2	<i>Quels produits choisir ?.....</i>	4
1.2.3	<i>Sensibilité variétale à la verse</i>	4
1.2.4	<i>Le Medax Top, un nouveau produit sur le marché</i>	6
1.3	Recommandations pratiques	7
1.3.1	<i>Les précautions : les bonnes pratiques agricoles.....</i>	7
1.3.2	<i>Les traitements régulateurs de croissance.....</i>	8
2	En escourgeon et orge d'hiver	11
2.1	2010 : l'escourgeon échappe à la verse.....	11
2.2	Résultats d'expérimentation.....	11
2.2.1	<i>Effet des régulateurs de croissance</i>	11
2.2.2	<i>Les variétés et leur sensibilité à la verse</i>	12
2.2.3	<i>Les variétés et les bris de tiges en 2010.....</i>	12
2.3	Les recommandations	12

¹ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

² Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGARNE du Ministère de la Région Wallonne

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

⁴ CRA-W – Dpt sciences du vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

1 Froment d'hiver

1.1 2010 : dégâts d'orage plutôt que verse classique

L'hiver froid et long suivi d'une période de sécheresse de la mi-avril au 5 mai ont abouti à des froments particulièrement courts et peu sensibles à la verse. Toutefois, les orages de juillet ont été d'une telle violence, que des champs entiers ont versé en bien des régions. Les pluies nombreuses et abondantes qui ont suivi, ont parfois littéralement aplati les céréales et entraîné une très forte dégradation de la qualité des récoltes. Face à ces conditions climatiques extrêmes, aucune méthode ne pouvait protéger les froments. Plutôt que de verse classique, il faudrait parler de « dégâts d'orage ».

1.2 Résultats d'essais, nouveautés et perspectives

Les essais dédiés aux régulateurs de croissance, implantés à Lonzée par le PIC GxABT et à Walcourt par l'Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie du CRA-W poursuivaient différents objectifs :

- détermination du stade idéal d'application de différents régulateurs de croissance,
- comparaison de l'efficacité des produits disponibles sur le marché,
- influence de la date de semis et du traitement régulateur sur la sensibilité variétale.

1.2.1 Les meilleurs résultats sont obtenus sur une plante en pleine croissance

L'essai présenté ci-dessous a été mené à Walcourt par le CRA-W. La variété Ararat a été choisie pour son caractère sensible à la verse ainsi que pour sa grande taille. L'essai a été implanté le 18 octobre 2009 après un précédent maïs. Une dose totale de 170 kg N/ha a été appliquée en trois fractions respectivement 70, 60 et 40 kg N/ha. Les conditions climatiques lors des applications de régulateurs de croissance sont reprises dans le tableau 5.1..

Tableau 5.1. – Dates des traitements régulateurs, température(°C) et humidité de l'air (%) au moment du traitement – Walcourt 2010.

Stade d'application	Date	T°	Humidité relative
BBCH 30 (épi 1 cm)	29 avril	24.3°C	33.3%
BBCH 31 (stade 1 ^{er} nœud)	18 mai	14.3°C	64.7%
BBCH 32 (stade 2 ^{ème} nœud)	21 mai	17.2°C	60.4%

L'indice de verse été calculé suite aux observations réalisées le 15 juillet. Cet indice est calculé en multipliant le pourcentage de la surface versée au sein de la parcelle par l'angle d'inclinaison des plantes. La hauteur des plantes a été mesurée à la récolte et exprimée en mm.

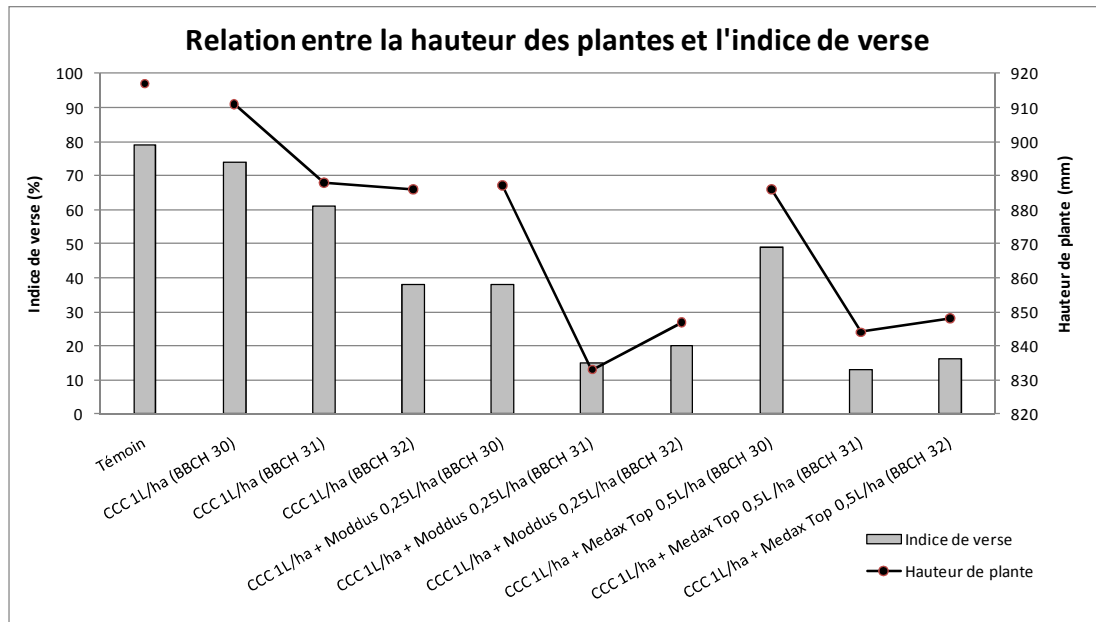


Figure 5.1. – Hauteur des plantes(cm) mesurée le 22 août et indice de verse(%) observé le 15 juillet – Walcourt 2010 – CRA-W.

L'observation de la Figure 5.1., montre clairement que :

- l'indice de verse était plus faible lorsque la plante était de plus petite taille,
- les mélanges CCC 1L/ha + Moddus 0.25L/ha et CCC 1L/ha + Medax Top 0.5L/ha ont présenté les indices de verse les plus faibles,
- pour un même traitement, les applications réalisées aux stades 31 et 32 (1^{er} et 2^{ème} nœud) ont été plus efficaces.

Les moins bons résultats obtenus en termes de raccourcissement de la plante avec les applications au stade 30 (redressement – épi à 1 cm) peuvent être mis en relation avec, d'une part un état de stress de la plante et, d'autre part le fait qu'une application trop précoce peut s'avérer moins efficace sur le raccourcissement des tiges, parce qu'elle opère sur les premiers entrenœuds dont l'allongement est naturellement plus court.

Dans l'essai de cette année, lors des premiers traitements régulateurs, la croissance des plantes était freinée par un manque d'eau et par des vents desséchants. Le retour des pluies le 7 mai a permis une reprise de la croissance de la culture et donc une meilleure efficacité des régulateurs appliqués aux stades 31 et 32. Espacées de seulement trois jours et ayant été réalisées dans des conditions comparables de température et d'humidité, ces deux dernières applications montraient des efficacités équivalentes.

Ces résultats nous rappellent l'importance de toujours appliquer les régulateurs sur une culture en pleine croissance, lors de bonnes conditions climatiques (éviter les périodes de stress hydriques, de températures trop faibles ou encore lors de fortes amplitudes thermiques).

1.2.2 Quels produits choisir ?

La gestion de ce second essai mené à Walcourt par le CRA-W était identique à celle menée dans l'essai présenté au point 1.

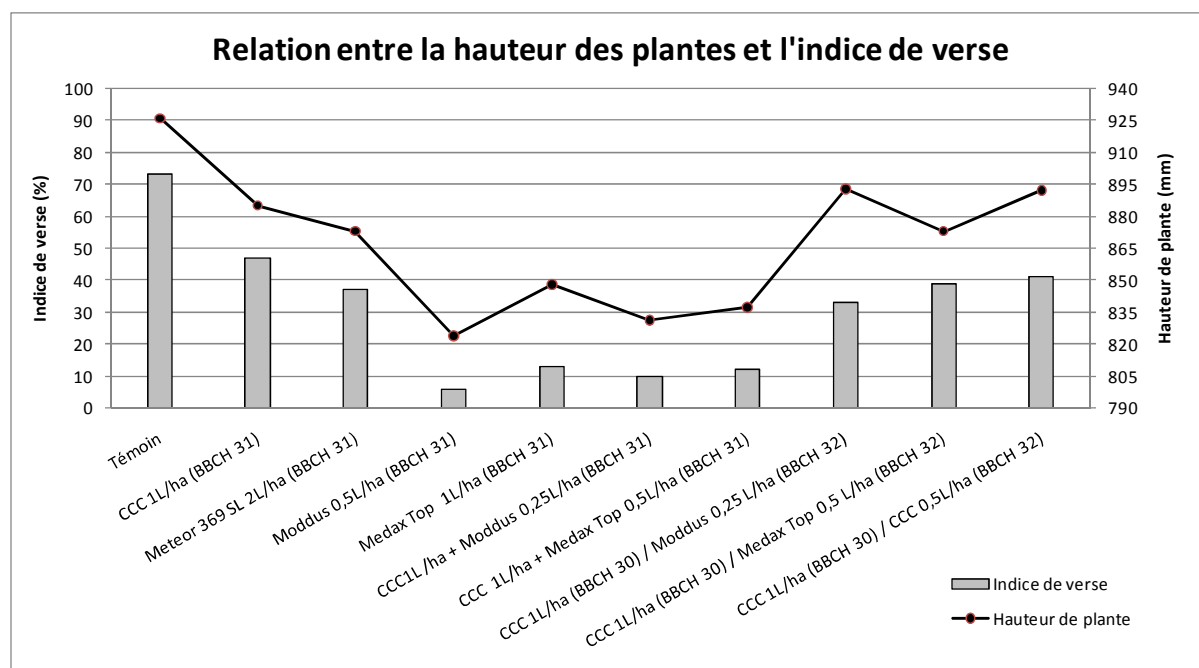


Figure 5.2. – Hauteur des plantes et indice de verse observés dans l'essai "comparaison de produits" de Walcourt – CRA-W.

Les résultats obtenus montrent que :

- le Moddus et le Medax Top, utilisés seuls ou en mélange avec CCC, ont réduit significativement, tant la taille des plantes que l'indice de verse,
- le fractionnement des mélanges en deux passages n'a pas permis d'améliorer l'efficacité du traitement,
- les applications à base uniquement de CCC présentent dans l'essai de moins bons résultats.

1.2.3 Sensibilité variétale à la verse

La verse est observée dans tous les essais variétés menés sur la plateforme de Loncée (GxABT). Les deux essais présentés dans les tableaux 5.2. et 5.3. ont été implantés le 28 octobre à une densité de 275 grains/m² sur précédent betterave. Deux apports d'azote ont été réalisés : 80 kg N/ha (BBCH30) et 100 kg N/ha (BBCH39). L'application de 1L/ha de CCC a été réalisée le 22 avril au stade BBCH 31 (1^{er} nœud). La température moyenne, l'insolation, l'humidité relative et les précipitations observées autour du 22 avril sont reprises dans le tableau 5.2..

Tableau 5.2. – Conditions climatiques observées au moment de l'application du régulateur de croissance – Données d'Ernage.

	Température	Insolation	Humidité	Précipitation
	moyenne		relative	
	°C	H et min.	%	mm
20-avr	7,8	10,6	77	0
21-avr	5,8	2,3	78	0
22-avr	5,1	13,1	73	0
23-avr	7,9	13,2	64	0
24-avr	11,3	13,1	57	0
25-avr	13,5	4,1	68	0,3

Dans les tableaux 5.3. et 5.4., les variétés sont classées par indice de verse décroissant pour la modalité sans régulateur de croissance (colonne de gauche). Lors de l'application d'1L/ha de CCC, ce même classement n'est pas ou peu modifié (colonne de droite). Rappelons ici que même lorsque le traitement régulateur est appliqué en parfaites conditions, il ne constitue pas une « assurance tous risques » ; son action ne permet que d'atténuer la sensibilité à la verse de la variété cultivée, d'où l'intérêt de préférer les variétés qui y résistent le mieux.

Tableau 5.3. et Tableau 5.4. – Indices de verse (en %) observés le 16 juillet dans les essais variétés de Lonzée en absence de régulateur de croissance ou avec une application de 1L/ha de CCC (BBCH 31) – Lonzée 2010 – GxABT.

FH10-04	Indice de verse %	
	Non régulé	CCC 1L 22-avr
Dorian	69	65
Expert	54	23
Fortis	76	40
Gravitas	41	12
Hekto	68	39
Invicta	25	16
Julius	65	30
Kelvin	70	18
Lear	42	26
Matrix	56	33
Nucleo	37	10
Popstart	90	86
Profilus	88	58
Tabasco	49	20
Zappa	13	12
Moy essai	56	33

FH10-05	Indice de verse %	
	Non régulé	ccc 1L 22-avr
Alves	55	33
Centenaire	72	54
Contender	14	1
Impression	60	26
Istabraq	61	37
Julius	64	31
Lear	44	23
Schamanne	72	49
Tabasco	40	12
Tuareg	90	80
Moy essai	57	34

*indice de verse de 0 à 100%, 0% étant une parcelle parfaitement droite

5. Les régulateurs de croissance

Dans les essais « dates de semis », les observations de verse ont été réalisées dans des parcelles ayant reçu 1L de CCC au 1^{er} nœud pour les semis d'octobre et de janvier, et entre les stades 1^{er} et 2^{ème} nœud pour les semis de novembre.

Les observations (Tableau 5.5.) montrent que le report de la date de semis n'a pas influencé le classement des variétés quant à leur sensibilité de verse. Les plus faibles niveaux de verse observés dans les semis du mois de janvier (13%) sont liés à un développement nettement moindre de la biomasse de ces cultures et à des rendements en grains de l'ordre de 20 % inférieurs à ceux observés dans les semis d'octobre. Cette croissance limitée des semis tardifs réduisait à elle seule la sensibilité à la verse de la culture.

Tableau 5.5. – Indices de verse observés (en %) le 16 juillet dans les essais « variétés x dates de semis » – Lonzée 2010 – GxABT.

Essais Semis	Indice de verse (%)		
	FH10-01 19-oct	FH10-02 18-nov	FH10-03 26-janv
Application CCC1L	22-avr	5-mai	18-mai
Stade	BBCH 31	BBCH 31-32	BBCH 31
Barok	86	84	48
Ararat	73	90	59
Scor	58	52	48
Azzerti	48	66	28
Homeros	23	25	1
Lear	21	54	13
Carenius	14	26	6
Altigo	14	46	2
KWS Ozon	11	31	7
Julius	10	26	1
Tabasco	8	21	2
Adequat	5	10	9
Henrik	5	7	1
Sahara	4	2	1
Amundsen	2	1	0
Boregar	1	4	2
Viscount	1	1	0
Scout	0	4	0
	22	32	13

Indice de verse de 0 à 100%, 0% étant une parcelle parfaitement droite

1.2.4 Le Medax Top, un nouveau produit sur le marché

Composition	50 g/L <i>prohexadione-calcium</i> + 300 g/L de <i>chlorure de mépiquat</i>
Formulation	Suspension concentrée
Dose et stade d'application	1 L/ha du 1 ^{er} au 2 ^{ème} nœud

Selon les informations fournies par la firme qui le commercialise, le Medax Top est un produit offrant une bonne réponse dose sur la réduction des tiges. Son application apporte un bon effet ressort de la plante, un épaississement des parois et donc une bonne tenue de la plante vis-à-vis de la verse.

Dans les essais de 2010, les premiers résultats obtenus (Figures 5.1. et 5.2.) montrent une efficacité supérieure à celle du CCC en terme de réduction de l'indice de verse et de hauteur des plantes. Ces résultats partiels devront être confirmés dans les essais ultérieurs. Suite à son coût plus élevé que le CCC, son utilisation se justifiera dans des situations à risque de verse particulièrement important (comme pour Moddus).

Le Medax Top n'a pas été testé dans nos essais en mélange avec des fongicides ou avec de l'azote liquide.

1.3 Recommandations pratiques

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

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

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

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

Le risque de verse est particulièrement à prendre en considération dans les semis précoces, dans des champs où l'on suspecte des disponibilités importantes en azote minéral, notamment dans le cas d'apports importants de matières organiques au cours de la rotation et/ou de précédent du type légumineuse, colza, pomme de terre, ou encore dans des systèmes de cultures excluant l'emploi d'anti-verse.

1.3.1 Les précautions : les bonnes pratiques agricoles

➤ Choisir une variété résistante à la verse :

Dans les situations à risque (forte disponibilité en azote) il est impératif de choisir une variété résistante à la verse.

5. Les régulateurs de croissance

Tableau 5.6. – Résistance à la verse des principales variétés recommandées dans les éditions du Livre Blanc de septembre 2007, 2008, 2009 et 2010.

Résistance à la verse	Variétés
Forte	Amundsen, Boregar, Celebration, Contender, Sahara, Tabasco, Tulsa, Toïsondor, Viscount, Waldorf
Moyenne	Altigo, Carenius, Corvus, Cubus, Deben, Dekan, Expert, Glasgow, Hattrick, Homeros, Impression, Istabraq, Julius, KWS Ozon, Lion, Manager, Mulan
Faible	Ararat, Centenaire, Fortis, Hekto, Kaspart, Lear, Patrel, Scor, 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 densités de végétation excessives. En cas de disponibilité importante en azote, **l'apport de la fumure azotée en deux fractions** sur une base de 80-105 unités d’N est conseillé, en veillant à bien apporter les corrections nécessaires lors du calcul de la fumure (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 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 à condition d'être appliqué dans de bonnes conditions.
- **En situation de risque élevé : variété sensible à la verse, densité de végétation trop forte, fumure élevée au tallage et/ou au redressement.**
Plusieurs possibilités existent :
 - une application fractionnée de produit à base de CCC ;

- o l'adjonction en mélange de CCC et de 0.2 à 0.25 L/ha de Moddus ou de 0.4 à 0.5 L/ha de Medax Top ;
- o l'application de l'association de CCC et d'imazaquin (Meteor 369 SL).

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

Un second traitement régulateur pourra être effectué :

- o une seconde application à 1/3 ou ½ dose avec un produit à base de CCC ou de Moddus ou de Medax Top (à condition de ne pas dépasser le stade 2^{ème} nœud !) ;
- o une application à ½ dose avec un produit à base d'éthéphon.

Les régulateurs de croissance constituent en fait un frein que l'on met temporairement à la croissance de la céréale. Il faut absolument que la céréale soit en phase de croissance active pour bien répondre au traitement. 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 le développement 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.	30-32	T° > 10°C	L'application fractionnée est réservée aux situations à hauts risques de verse : variété très sensible, fumure azotée trop élevée, densité de semis excessive
Application fractionnée 720 - 750 g s.a.	30		
360 - 375 g s.a.	32		
Le trinexapac-éthyl (250 g/L) => Moddus			
0.4 - 0.5 L/ha (en application seul)	31-32	L'efficacité est améliorée par temps lumineux.	<u>Déconseillé :</u> - en production de semences certifiées car le traitement peut induire une irrégularité de hauteur de tiges qui pourrait être confondue avec un manque de fixité de la variété ; - en utilisation seule à 0,4 L/ha - avec une fumure azotée sans apport au tallage.
0.2 - 0.25 L/ha (en mélange avec CCC 1L/ha)	31-32		
Le mélange prohexadione-calcium (50 g/L) + chlorure de mépiquat (300 g/L) => Medax Top			
1L/ha (en application seul)	31-32	L'efficacité est améliorée par temps lumineux ;	
0.4 -0.5 L/ha (en mélange avec CCC 1L/ha)	31-32	Applicable entre 2 et 25°C	
L'association de chlorméquat chlorure (368 g/l) et d'imazaquin (0.8g/L) => Météor			
2L/ha	30-32	T° > 10°C	
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	!!! à la sélectivité en cas de conditions de croissance défavorables	Le raccourcissement des entre-noeuds est souvent assez important. Lors de traitement tardif, l'épi reste proche du feuillage et est donc plus exposé à la contamination par les maladies cryptogamiques.

2 En escourgeon et orge d'hiver

2.1 2010 : l'escourgeon échappe à la verse

Dans la grande majorité des champs d'escourgeon, aucun phénomène de verse n'a été observé en 2010. Beaucoup de facteurs favorables se sont cumulés et peuvent expliquer cette absence totale de verse :

- les profils azotés de sortie d'hiver étaient de l'ordre de 25 kgN/ha, c'est-à-dire suffisants et sans excès ; à cette époque, le développement de la culture était satisfaisant, ce qui a permis de faire l'impasse de la fraction de tallage ;
- le climat sec en avril a limité l'élongation des tiges ;
- la plupart des récoltes d'escourgeon avaient eu lieu avant les violents orages de la mi-juillet.

2.2 Résultats d'expérimentation

2.2.1 Effet des régulateurs de croissance

Un essai visant à comparer différentes modalités de traitements aux régulateurs de croissance a été conduit à Lonzée sur la variété Cervoise. Leur impact a été mesuré sur la verse, puis sur le rendement (tableau 5.1.).

Tableau 5.1. – Rendements (qx/ha) et indice de verse (%) mesurés sur Cervoise – GxABT 2010.

	Traitements régulateurs et stades d'application		Rendement Qx/ha	verse (%)
	2 nœuds (19/04)	Dernière feuille (05/05)		
1	-	-	107	0
2	-	Ethephon 1 L/ha	107	0
3	-	Terpal M 2,5 L/ha	109	0
4	-	Terpal M 1,25 L/ha	107	0
5	Moddus 0,8 L/ha	-	108	0
6	Moddus 0,4 L/ha	-	110	0
7	Medax Top 1,5 L/ha	-	109	0
8	Medax Top 0,75 L/ha	-	108	0
9	Moddus 0,8 L/ha	Terpal M 2,5 L/ha	105	0
10	Moddus 0,4 L/ha	Terpal M 2,5 L/ha	105	0
11	Medax Top 1,5 L/ha	Terpal M 1,25 L/ha	106	0
12	Medax Top 0,75 L/ha	Terpal M 1,25 L/ha	107	0
	Moyenne		107	0

Aucune verse n'a été constatée dans l'essai, de même qu'aucune différence significative en termes de rendement. Ces résultats sont évidemment typiques de l'année 2010, très défavorable à la verse.

2.2.2 Les variétés et leur sensibilité à la verse

Depuis 2007, peu de phénomènes de verse ont été observés dans les essais à Lonzée. En 2010, la verse a même été totalement absente sur le site, y compris dans les parcelles aux plus hautes fumures azotées. Dans l'essai variétés, il n'y a pas eu de différence de rendement entre les parcelles non traitées et celles qui avaient reçu une application de régulateur à la dernière feuille. Même pour les variétés connues comme les plus sensibles à la verse de la collection, telles que Lomerit, le gain dû au régulateur a été nul en 2010, alors qu'il était de 10 quintaux en 2009 !

2.2.3 Les variétés et les bris de tiges en 2010

Comme les trois années précédentes à Lonzée, des bris de tige ont été observés en escourgeon. Ce phénomène n'a affecté que quelques variétés, et n'est survenu qu'en absence de protection fongicide. Ces bris n'ont pas entraîné de pertes de grains et ont donc été sans dommage pour les rendements.

L'application d'un régulateur ne diminue que peu le phénomène.

Tableau 5.2. – Sensibilité des variétés au bris de tiges en 2010 et/ou en 2009 à Lonzée.

Variétés sensibles au bris de tige
Cervoise, Limpid, Pelican, Saskia, Proval, Roseval, Volume

2.3 Les recommandations

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

- **Variétés**

Le tableau 5.3. résume les observations de ces dernières années. Le classement est indicatif de la sensibilité des variétés, mais ne préjuge pas du caractère dommageable de la verse : les essais ne permettent pas de mettre systématiquement en évidence une liaison sensibilité à la verse – amélioration des rendements par les régulateurs.

Tableau 5.3. – Sensibilité des variétés à la verse à Lonzée.

Les plus sensibles	Lomerit, Pelican, Yoole
Sensibles	Alinghi, Bivouac, (Gigga), (Saskia) Volume
Peu sensibles	Cervoise, (Hobbit), Marlène, (Méridian), Proval, Roseval (Tatoo)
Les moins sensibles	Heike, Shangrila

(variété entre parenthèses) : classement attribué selon des sources extérieures

- **Modérer la fumure au tallage**

Dans des conditions normales (conditions climatiques au printemps, population de talles suffisante), il est généralement possible d'éviter tout apport d'azote au tallage.

En conditions difficiles ou très froides, l'apport d'azote ne devrait jamais dépasser 50 Unités au tallage, ni 110 Unités pour le total des fumures tallage + redressement. D'une manière générale, il faut également éviter les surdoses d'azote dans les redoublages et les départs de rampe.

- **Connaissance de la parcelle**

Dans des champs où l'on suspecte des disponibilités importantes en azote minéral (apports importants de matières organiques dans la rotation, anciennes prairies...), il sera très difficile d'y maintenir un escourgeon debout. Il faut y réserver les variétés les plus résistantes, y être très économe avec la fumure azotée et y prévoir un traitement anti-verse en deux passages (2 nœuds – dernière feuille).

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

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

- **Pour les parcelles à fort risque de verse.**

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

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

6. Lutte contre les maladies

1	La saison 2010 et ses particularités.....	2
2	Résultats d'essais Interprétations, nouveautés et perspectives	4
2.1	Pour garder un bon contrôle de la septoriose malgré la résistance.....	4
2.2	Rouille jaune ; la vigilance s'impose sur toutes les variétés	7
2.3	Réduire la pression des maladies : impact pratique des « leviers agronomiques » ...	8
2.4	Les résultats des essais « protection fongicide » réalisés en escourgeon sur le site de Lonzée en 2010	20
2.4.1	Apports moyens des fongicides en 2010 et les années précédentes.....	20
2.4.2	Les variétés répondent différemment à la protection fongicide.....	21
2.4.3	Programmes fongicides en escourgeon : Un ou deux traitements ? Plaine dose ou demi-dose ?.....	23
3	Recommandations pratiques	24
3.1	Mesures prophylactiques générales	25
3.2	Connaître les pathogènes et cibler les plus importants.....	25
3.2.1	Le piétin-verse sur blé.....	26
3.2.2	Le piétin-échaudage en blé.....	26
3.2.3	La rouille jaune sur blé.....	27
3.2.4	L'oïdium sur blé.....	27
3.2.5	La septoriose sur blé	28
3.2.6	La rouille brune sur blé	28
3.2.7	Les maladies des épis de blé	29
3.2.8	L'helminthosporiose du blé	29
3.2.9	La rhynchosporiose en escourgeon	30
3.2.10	L'helminthosporiose en escourgeon	30
3.2.11	La rouille et l'oïdium en escourgeon	31
3.2.12	Grillures et ramulariose.....	31
3.3	Stratégies de protection des froments	32
3.4	Stratégies de protection des escourgeons	35
4	Recommandations pratiques en escourgeon.....	36

1 La saison 2010 et ses particularités

J.M. Moreau¹

En froment, des cultures particulièrement saines, des essais peu informatifs

Malgré sa relative longueur, l'hiver 2009-10 n'a que peu retardé l'apparition des maladies au printemps. Les trois semaines consécutives sans pluie du mois d'avril et les vents desséchants du mois de mai ont cependant fortement retardé, voire même souvent définitivement bloqué leur montée sur le feuillage supérieur.

Dans beaucoup de situations, il n'aura jamais été possible de distinguer visuellement les parcelles traitées de celles n'ayant pas reçu de fongicide. Sur les variétés les plus sensibles, ce n'est que fin juin-début juillet que l'effet des fongicides a pu être observé.

Cette très faible pression parasitaire n'a pas permis de tirer beaucoup d'enseignements pertinents de l'expérimentation menée en blé. De plus, les conditions sèches de la fin juin-début juillet ont créé une certaine irrégularité au sein des essais, rendant l'interprétation des résultats souvent assez délicate.

- **La septoriose** fut facilement repérée dès la sortie de l'hiver. Fin avril, malgré l'absence de pluie pendant plus de deux semaines, la septoriose était parfois bien présente sur les feuilles redressées. Ce constat pouvait laisser craindre une situation difficile à contrôler là où surviendraient des conditions favorables à la maladie, ce qui ne s'est jamais produit.

Dans les situations les plus touchées par la septoriose, les fongicides ont quand même permis de préserver de 10 à 15 qx/ha. Dans beaucoup de cas les gains de rendement ont cependant été bien en deçà.

La très faible pression de septoriose de l'année 2010 ne doit cependant pas laisser oublier que la situation est actuellement préoccupante en ce qui concerne la résistance de la septoriose aux fongicides de la famille des triazoles. Les observations faites en Belgique l'an dernier montrent que les molécules les plus efficaces (époxyconazole et prothioconazole) offrent encore une efficacité satisfaisante au champ, mais que les meilleures performances sont souvent obtenues avec des mélanges de triazoles, et même en renforçant ces mélanges avec un partenaire (chlorothalonil, prochloraz, boscalid).

Voir ci-dessous : *2.1 Pour garder un bon contrôle de la septoriose malgré la résistance*

- La **rouille brune** n'est apparue qu'au cours de la seconde semaine de juillet, un peu tard pour affecter significativement le rendement.

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

Voir ci-dessous : 2.3. *Réduire la pression des maladies : impact pratique des « leviers agronomiques »*

- En 2010, **La rouille jaune** aura surpris par sa discrétion, même sur des variétés reconnues comme très sensibles. Sa forte présence de 2007 à 2009, et son développement généralement rapide à chaque sortie d'hiver semblait pourtant indiquer qu'elle pouvait supporter l'hiver, même s'il était long et froid.

En 2011, il conviendra malgré tout de bien surveiller TOUTES les variétés dès le mois d'avril. En effet, une race baptisée « Solstice » sévit en Angleterre depuis deux ans et combine beaucoup de virulences lui permettant de contourner la résistance de plusieurs variétés ; en 2010, cette race a été identifiée en plusieurs endroits de France.

Voir ci-dessous : 2.4. *Rouille jaune ; la vigilance s'impose sur toutes les variétés*

- **L'helminthosporiose** du blé a parfois été détectée en 2010, mais toujours en toute fin de saison. Les symptômes de cette maladie ne doivent pas être confondus avec des tâches liées au stress hydrique des plantes, ce qui n'a pas toujours été facile en 2010.
- **La fusariose** a été quasi absente des épis en 2010.

En escourgeon la rhynchosporiose a été trop redoutée

Eu égard à la longueur de l'hiver, en 2010 la montaison des escourgeons fut assez tardive. Mi-avril la céréale n'était souvent encore qu'au stade premier nœud alors que la pression de rhynchosporiose devenait souvent forte. Les conditions sèches des trois dernières semaines d'avril n'ont cependant pas permis à cette maladie de se développer sur les feuilles déployées au cours de la montaison : jusqu'en fin de saison, il aura été très difficile d'observer des symptômes de cette maladie sur les trois dernières feuilles.

A partir de juin, l'helminthosporiose est devenue la principale maladie foliaire, mais avec des pressions fort variables selon les situations. La ramulariose s'est aussi développée de manière assez généralisée, mais assez tardivement, souvent après le 15 juin.

Une fois encore, les traitements effectués au stade « dernière feuille » se sont avérés déterminants pour le rendement en 2010, et ceci même lorsque la pression des maladies paraissait très faible. Ainsi, la réponse aux meilleures références fongicides appliquées au stade « dernière feuille » a-t-elle été en moyenne de 1.6 t/ha sur les deux plateformes du Département Sciences du Vivant du CRA-W (Lomerit et Pelikan). Par contre, le fractionnement de l'investissement en deux applications ne s'est pas avéré profitable, et les traitements supplémentaires au stade premier nœud n'ont apporté que 0.3 t/ha supplémentaire.

Voir ci-dessous : 2.4. *Les résultats des essais « protection fongicide » réalisés en escourgeon sur le site de Lonzée en 2010*

2 Résultats d'essais

Interprétations, nouveautés et perspectives

2.1 Pour garder un bon contrôle de la septoriose malgré la résistance

J-M. Moreau²

Différentes études réalisées indépendamment un peu partout en Europe démontrent que les populations actuelles du champignon responsable de la septoriose (*Mycosphaerella graminicola*) sont moins sensibles aux triazoles que ne l'étaient les populations collectées par le passé, avant que cette famille de produits ne soit utilisée. Toutes les molécules de cette famille chimique sont concernées par une diminution d'activité. Certaines, comme l'époxiconazole et le prothioconazole, sont encore suffisamment performantes pour contrôler la maladie en pratique. D'autres sont devenues moins performantes (cyproconazole, difénoconazole, metconazole) ou ont perdu tout leur intérêt sur cette maladie (tébuconazole) lorsqu'elles sont utilisées seules. L'utilisation de ces dernières en mélange reste pourtant souvent avantageuse.

Pour comprendre, il faut savoir que :

Le problème est complexe parce qu'il existe différentes mutations génétiques

Toutes les triazoles utilisées pour contrôler la septoriose ont le même mode d'action (*ce sont des inhibiteurs de l'enzyme C14 déméthylase intervenant dans la synthèse des stérols*). La diminution de sensibilité de la septoriose aux triazoles est la conséquence de mutations du gène codant pour cette enzyme (*gène CYP 51*). Plusieurs types de mutations ont été observés au niveau de ce gène. Leur impact en termes de résistance aux fongicides triazoles varie selon les produits.

Les différentes triazoles sont soupçonnées de sélectionner des mutations spécifiques au sein des populations du champignon, mais aucune étude n'est encore parvenue à établir un lien entre l'application aux champs des différentes triazoles et la sélection de mutations spécifiques. Ceci est entre autres lié au fait que plusieurs combinaisons de différentes mutations sont possibles, des phénotypes identiques pouvant être génétiquement différents. La seule observation actuellement confirmée est que l'application de triazoles conduit globalement à la sélection de souches moins sensibles à ces produits

Un second mécanisme de résistance peut conférer au champignon une forte résistance à toutes les triazoles

Parallèlement à l'érosion de la sensibilité de la septoriose aux triazoles décrite ci-dessus, des souches de septoriose hautement résistantes à l'ensemble des triazoles

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

utilisables pour la protection des froments sont aussi détectées depuis 2009 par nos collègues français de l'INRA. La résistance de ces souches « *Multi drugs resistant* (MDR) » n'est pas la conséquence d'une ou plusieurs mutations au niveau du gène CYP 51 modifiant l'enzyme C14 déméthylase, mais résulte vraisemblablement d'un phénomène de rejet des fongicides hors des cellules par un mécanisme impliquant des pompes situées au niveau de la membrane cellulaire du champignon.

Des « phénotypes émergents », plus résistants, sont détectés depuis 2 ans

Conséquence de la lente érosion de la sensibilité de *M. graminicola* aux triazoles, cela fait déjà quelques années que la grande majorité des souches collectées sont classées comme moyennement résistantes aux triazoles (TriMR selon la classification française). Depuis 2008 des souches hautement résistantes à certaines triazoles ont cependant été détectées, notamment en France. Ces souches actuellement baptisées « souches émergentes » par nos collègues français sont soit de type MDR, fortement résistantes à toutes les triazoles, soit de type « non MDR », fortement résistantes uniquement à certaines triazoles.

Alors que les phénotypes émergents n'étaient que rarement détectés en 2008, leur fréquence en 2010 a atteint 3.1 % en moyenne sur l'ensemble des échantillons français.

Toute l'Europe du Nord est concernée, mais des différences existent entre régions

Malgré que *M. graminicola* soit susceptible de se disséminer sur de grande distance, il apparaît que la fréquence des différentes mutations réduisant la sensibilité du pathogène aux triazoles n'est pas identique dans tous les pays européens. Une caractérisation des populations doit donc être poursuivie dans l'espace et dans le temps.

La situation en Belgique

La sensibilité de la septoriose a évolué depuis 2002 : les populations de champignon présentes dans les essais du Département Phytopharmacie ont été caractérisées entre 2002 et 2009 par le laboratoire de Phytopharmacie de l'UCL (prof. A. Legrève). Une perte progressive de sensibilité des souches a été observée d'année en année vis-à-vis des triazoles testées, mais la situation semble s'être stabilisée depuis 2006 pour certaines substances actives (époxyconazole par exemple), tandis qu'elle évoluait encore en 2009 pour d'autres (tébuconazole par exemple).

Les populations belges de M. graminicola restent assez sensibles à l'époxyconazole et au prothioconazole, de même qu'au prochloraz : en 2010 une collaboration a été établie entre l'Unité Protection des Plantes et Écotoxicologie du CRA-W et les collègues français d'Arvalis et de l'INRA. Quatre sites wallons ont ainsi été inclus au réseau performance d'Arvalis qui comprend plus de 110 essais visant à suivre les performances des triazoles et des produits partenaires sur septoriose. Des échantillons de ces quatre sites ainsi que de 4 autres sites d'essais ont été envoyés à l'INRA afin de caractériser la sensibilité des populations selon la méthodologie et les critères utilisés pour les essais français.

Il en ressort que :

- En Wallonie, la structure des populations de souches de septoriose est très proche de celles du nord de la France en ce qui concerne la résistance aux triazoles. Tous échantillons confondus (avant et après traitements), les fréquences moyennes observées sur les 8 sites étaient de :
 - 6% de TriLR (souches sensibles),
 - 89% de TriMR (souches modérément résistantes) dont 77% de TriR6 et 11% de Tri R7-R8 (TriR6 et Tri R7-R8 ; classification française non détaillée ici),
 - 4% de phénotypes émergents non MDR (souches fortement résistantes à au moins une substance active) ; détection dans 7 des 8 sites analysés,
 - 1% de souches MDR (fortement résistantes à toutes les triazoles), détectées dans 3 des 8 sites analysés.
- le spectre des phénotypes observés indique que les bonnes performances observées chez nous depuis quelques années avec le prothioconazole et l'époxiconazole semblent se maintenir, ainsi que l'intérêt du prochloraz comme partenaire.

Les recommandations pratiques pour assurer le meilleur contrôle de la septoriose

1. Associer les triazoles

Les différentes mutations n'ayant pas le même impact selon les triazoles, le mélange d'au moins deux triazoles lors d'un traitement et l'alternance des molécules utilisées au cours de la saison évite probablement de sélectionner trop directement certaines mutations. Ceci constitue le principal changement en termes de recommandation par rapport à la situation d'avant 2009.

Sur ce point il faut considérer le prochloraz comme une triazole, même si *sensu stricto* il n'appartient pas à cette famille chimique. En mélange, c'est un partenaire dont l'intérêt pratique reste clairement confirmé en Belgique. Néanmoins, soupçonné de sélectionner fortement certaines mutations, on évitera vraiment de l'utiliser plus d'une fois par saison.

2. Associer les modes d'action

Sur septoriose, les mélanges des triazoles avec des produits ayant un autre mode d'action allient performance de contrôle et stratégie anti-résistance. De même que le prochloraz (ci-dessus) il est vivement recommandé de les associer en mélange. Deux substances actives sont intéressantes :

Le chlorothalonil (Bravo) agissant de plusieurs façons au niveau du pathogène (action multisites), le risque de résistance vis-à-vis de ce produit est nettement plus faible que vis-à-vis des fongicides unisites tels que les strobilurines, les triazoles et le boscalid. Par contre, il s'agit d'un produit de contact et son action est donc strictement préventive. C'est dès lors en début de saison que son usage est le plus recommandé pour renforcer les triazoles sur septoriose.

Le boscalid est la première substance active disponible d'une famille chimique qu'on espère voir s'agrandir d'ici peu. Il offre un mode d'action totalement différent de celui des triazoles. Dans le contexte actuel il est un partenaire de choix, même si le risque de voir apparaître de la résistance vis-à-vis de cette molécule est considéré comme élevé. Disponible uniquement en mélange avec de

l'époxiconazole, nous rappellerons ici que c'est souvent au niveau du rendement qu'il a marqué la différence avec Opus.

3. *Si possible, n'appliquer les molécules à risque qu'une seule fois par saison*

On ne connaît pas exactement l'effet sélectif de chaque triazole sur les différentes mutations. En évitant d'appliquer plusieurs fois une même triazole au cours de la même saison on limite les risques de sélectionner trop sévèrement une mutation.

Le boscalid ayant un mode d'action unisite et étant également considéré à risque en ce qui concerne l'apparition de résistance, on évitera aussi de l'appliquer de manière répétée.

4. *Limiter le nombre des traitements tout en évitant les situations trop curatives*

Dans les conditions belges la septoriose se contrôle efficacement avec deux applications de fongicides. L'intérêt de stratégies visant à multiplier les interventions avec de petites quantités de produits n'a jamais pu être démontré dans nos essais.

Le contrôle préventif de la septoriose reste cependant un gage de réussite d'une bonne protection. Il semble aussi que le contrôle préventif exercerait une pression de sélection pour la résistance aux fongicides moins forte que lorsque les produits sont appliqués sur une population déjà bien installée. Le moment idéal d'intervention dépend évidemment à la fois des conditions de la saison et de la sensibilité variétale.

2.2 Rouille jaune ; la vigilance s'impose sur toutes les variétés

Les essais variétaux menés de 2007 à 2009 ont permis de caractériser la sensibilité des variétés vis-à-vis des races de rouille jaune présentes chez nous. Une assez bonne stabilité des résultats fut observée à travers ces trois années. Cette relative stabilité de la virulence de la rouille jaune n'a cependant pas été observée partout en Europe. En effet, en Angleterre des changements importants ont ainsi été observés en 2008 et 2009, avec l'apparition d'une race de rouille jaune baptisée « Solstice », du nom de la variété de blé largement répandue outre-Manche, et qui fut subitement très fortement attaquée par la maladie. Cette race de rouille jaune possède plusieurs gènes de virulence (V1, 2, 3, 4, 6, 9, 17, 32) lui permettant de se développer sur plusieurs variétés anglaises jusqu'alors résistantes. Le phénomène a été d'une grande ampleur, et en 2010 plus de 60 % des surfaces de blé Anglaises étaient emblavées avec des variétés sensibles à la rouille jaune.

La race Solstice a été détectée en France en 2010

Nos collègues Français de l'INRA ont détecté la race de rouille jaune Solstice en plusieurs endroits de France en 2010. Des symptômes de rouille jaune ont également été rapporté sur la variété Okley, jusqu'alors résistante, en Picardie et dans le Nord Pas-de-Calais.

La vigilance est de rigueur sur toutes les variétés en 2011

En 2010, après 3 années consécutives de forte présence, la rouille jaune n'aura été que rarement aperçue en Belgique sur des variétés précédemment connues comme sensibles. Elle

ne s'y est jamais réellement développée. Il est dès lors difficile de savoir si la race Solstice a déjà atteint nos régions. Sur base de l'expérience vécue en 2007 avec la race Robigus, il est cependant tout à fait possible que la race Solstice s'étende en 2011, si les conditions le lui permettent.

Etant donné que la race Solstice n'était pas présente chez nous les années antérieures, le comportement des variétés actuellement emblavées en Belgique est difficile à prévoir. Pour ne pas être surpris, dès lors que le CADCO signalera le développement de la maladie, il conviendra donc d'être vigilant avec toutes les variétés.

Le contrôle chimique de la rouille jaune ne pose pas de problème à ce jour. Certes, des différences d'efficacité existent entre les produits classiquement utilisés durant la montaison de la céréale (époxyconazole > cyproconazole > prothioconazole). En appliquant une dose complète des résultats satisfaisants ont cependant toujours été obtenus, même avec le prothioconazole. Sur les variétés très sensibles et/ou en cas de pression très forte, on privilégiera quand même l'époxyconazole.

2.3 Réduire la pression des maladies : impact pratique des « leviers agronomiques »

B. Seutin³, F. Vancutsem⁴, G. Jacquemin⁵, L. Couvreur⁵, J.M. Moreau⁶

Contexte

Certaines maladies aussi dommageables que la septoriose du blé semblent développer de plus en plus de résistance aux fongicides. Faute de disposer de produits de structures chimiques ou de modes d'action nouveaux, cette évolution impose que d'autres leviers soient actionnés pour limiter la pression des maladies : résistance ou tolérance variétale, gestion adéquate des apports d'azote, impact de la date de semis, ... : ces leviers agronomiques sont identifiés. Le présent article vise à faire le point sur leur intérêt pratique et sur leurs limites.

Impact très variable des maladies selon l'année

Les céréaliculteurs le savent : la pression des maladies cryptogamiques, autant que le rendement des blés, peut être très variable d'une année à l'autre. La figure 6.1. illustre l'ampleur de la variabilité mesurée ces 10 dernières années sur le site de Lonzée. Elle reprend les résultats de rendement de 18 variétés annuellement choisies comme représentatives des variétés emblavées en Belgique, et cultivées en parcelles non traitées, ou bien traitées une seule fois à la dernière feuille, ou encore traitées deux fois (2 nœuds + épiaison).

³ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGARNE du Ministère de la Région Wallonne

⁴ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

⁵ CRA-W – Dpt Productions et Filières – Unité Stratégies phytotechniques

⁶ CRA-W – Dpt Sciences du Vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

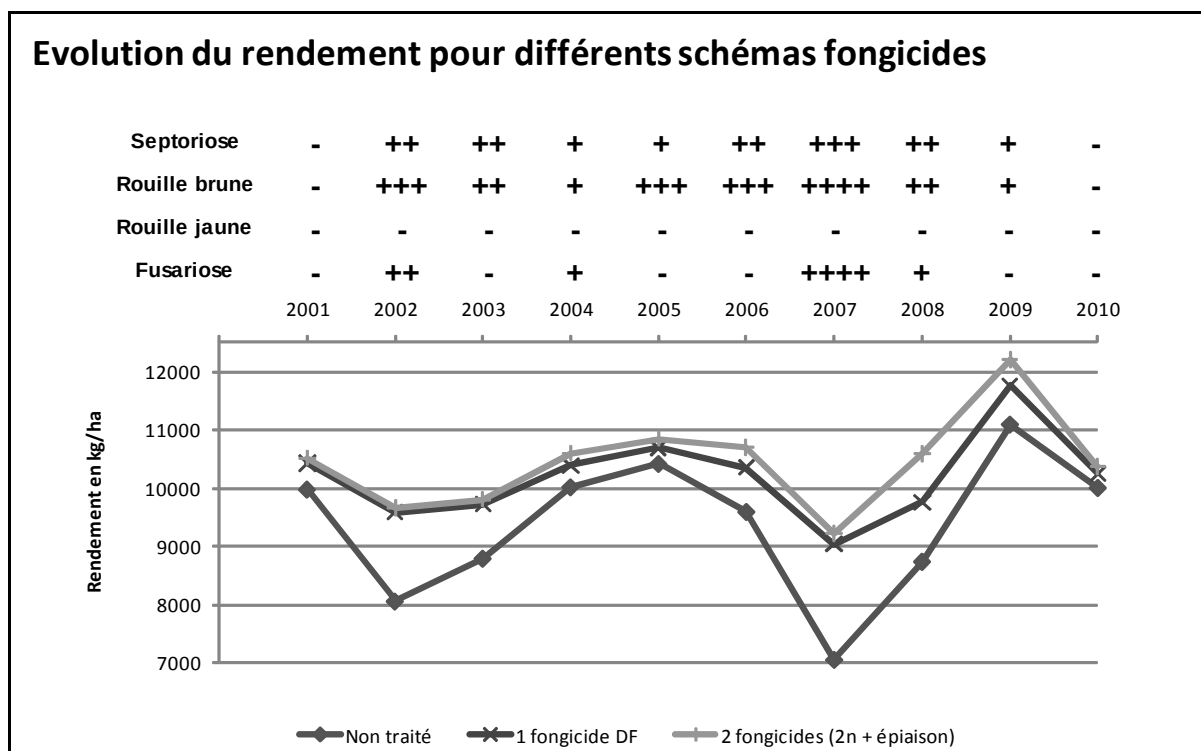


Figure 6.1. – Evolution du rendement moyen (kg/ha) de 18 variétés de froment d'hiver cultivées sur le site de Lonzée au cours des 10 dernières années. Les variétés ont été choisies annuellement pour être représentatives des variétés cultivées en pratiques. GxABT Lonzée 2001 à 2010.

Sur le haut de la figure sont reprises les pressions des principales maladies foliaires annuellement observées sur le site de Lonzée ; - pas de maladie ; ++++ très forte pression de la maladie.

Même si on ne peut évidemment pas agir sur le facteur année, force est de constater que près de 3000 kg/ha séparent la meilleure année (2009) de la moins bonne (2007), en parcelles protégées par deux traitements fongicides. Il n'existe cependant pas de relation évidente entre la pression des maladies, et donc la réponse aux fongicides, et le rendement des parcelles protégées par les fongicides.

Une nuance mérite d'être relevée par rapport aux résultats de la figure 6.1. : le site de Lonzée a été quasi totalement épargné par la rouille jaune de 2007 à 2009, alors qu'en de nombreux endroits de Belgique cette maladie était très présente.

En moyenne sur les 10 dernières années, toutes variétés confondues, un traitement unique réalisé à la dernière feuille a permis un gain de rendement de 9 qx/ha. Des différences sensibles ont bien évidemment été observées selon la pression de maladie annuelle.

Par contre, un double traitement ne s'est pas que rarement justifié en moyenne sur toutes les variétés. La figure 6.2. montre cependant que des différences méritent d'être relevées selon les variétés.

La figure 6.2. reprend, pour les 3 dernières années, les différences de rendement entre des stratégies à un ou deux traitements fongicides appliqués sur 9 variétés de sensibilité contrastée aux maladies.

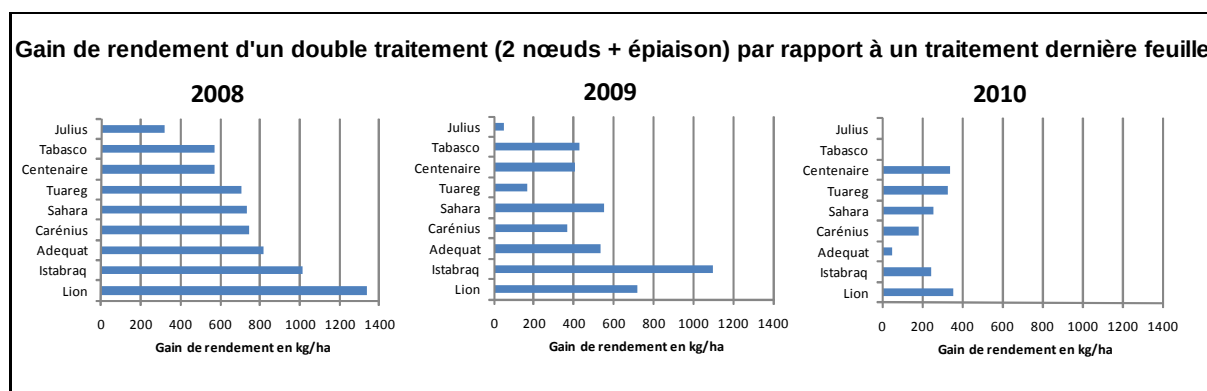


Figure 6.2. – Gains de rendement (kg/ha) obtenus avec un double traitement fongicide (2 nœuds + épiaison) par rapport à un traitement fongicide unique à la dernière feuille - GxABT Lonzée 2008, 2009 et 2010.

Ainsi, dans une année à faible pression maladie, comme en 2010, le gain de rendement supplémentaire d'un double traitement fongicide par rapport à un traitement unique n'a été significatif pour aucune variété. En 2009, année à pression maladie modérée, le double traitement s'est justifié sur les variétés sensibles à la septoriose. En 2008, année à plus forte pression septoriose, un deuxième traitement a par contre été justifié sur la plupart des variétés.

La variété : le choix est important

Idée fausse : « les variétés sensibles ont un meilleur potentiel de rendement »

Un argument souvent invoqué pour justifier le choix d'une variété sensible à une ou plusieurs maladies est son potentiel de rendement lorsqu'elle est bien protégée par une ou deux applications de fongicide.

A travers le réseau d'essais sur variétés annuellement mis en place en Wallonie par le CRA-W il apparaît pourtant qu'**aucune relation** ne peut être clairement établie entre la résistance des variétés à l'une ou l'autre maladie et son potentiel de rendement (figure 6.3.). Les gammes de variétés testées ces 5 dernières années contenaient toujours des variétés à la fois résistantes à au moins une maladie, et de très bon potentiel de rendement.

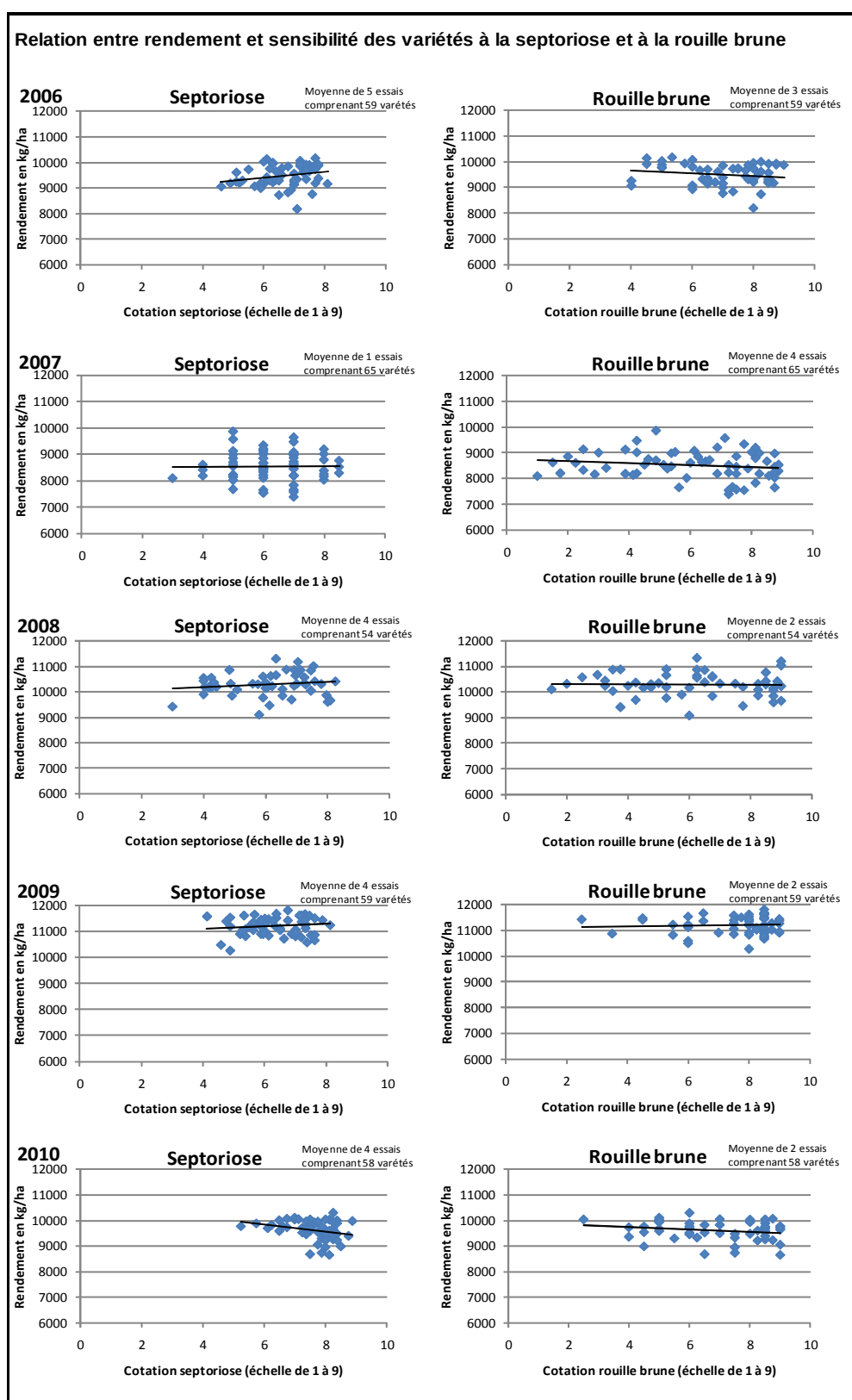


Figure 6.3. – Relation entre le rendement (kg/ha) des variétés protégées par deux applications de fongicide et leur comportement vis-à-vis de la septoriose ou de la rouille brune (Echelle de 1 à 9 : 9 = absence de maladie). Essais variétés du CRA-W 2006 à 2010.

Des sensibilités contrastées aux différentes maladies : bien connaître les variétés

Les variétés présentent des comportements différents vis-à-vis des maladies. Il est donc important de bien connaître le comportement de la variété vis-à-vis des différentes maladies, comme l'illustre les figures 6.4. et 6.5.

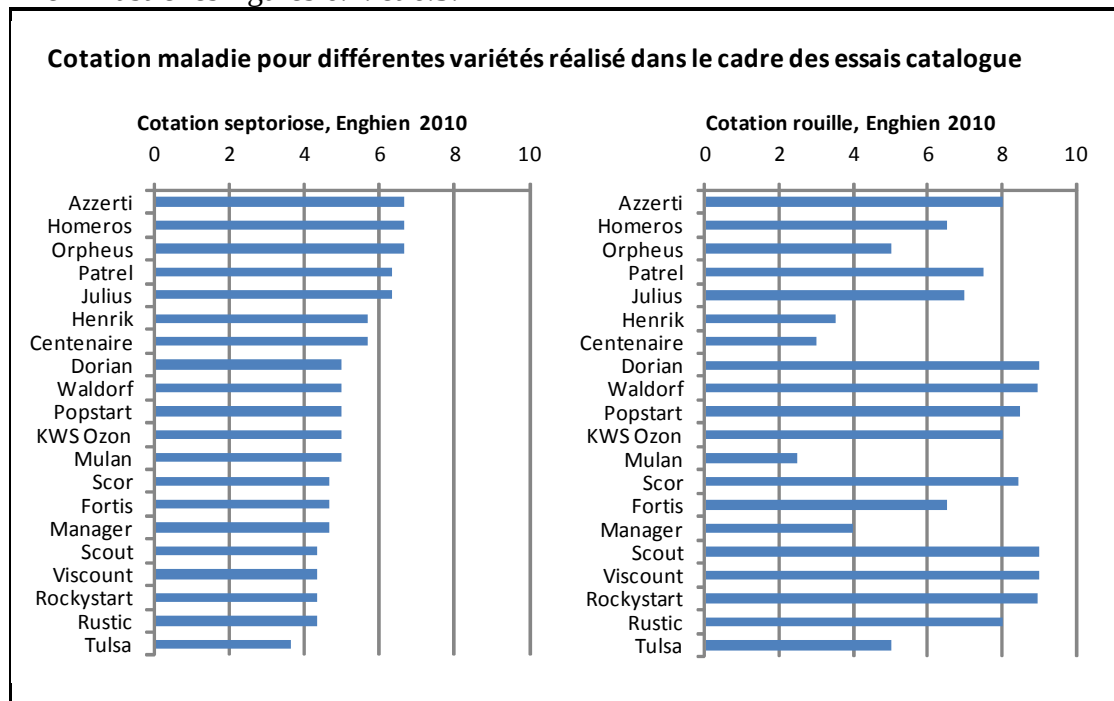


Figure 6.4. – Sensibilité à la rouille brune et à la septoriose de variétés testée dans le cadre des essais du catalogue national. Échelle de 1 à 9 : 9 = absence de maladie. CRAW - Enghien 2010.

L'assortiment variétal actuel est large et permet de faire un choix que l'on peut adapter à l'exploitation et même à la parcelle. La connaissance de la réaction des variétés aux maladies est certainement un point capital pour une meilleure stratégie de lutte fongicide.

Parmi la gamme des variétés, citons notamment :

- Les variétés à bon comportement vis-à-vis de la septoriose et de la rouille brune : Azzerti, Carénus, Célébration, Homéros, Invicta, Julius, Lear, Sahara, Waldorf, etc.
- Les variétés à bon comportement vis-à-vis de la septoriose mais sensibles à la rouille brune : Alves, Ararat, Manager, Discus, Impression, Schamane, etc.
- Les variétés à bon comportement vis-à-vis de la rouille brune mais sensibles à la septoriose : Fortis, Expert, Garant, Altigo, Selekt, Adequat, Qplus, Prémio, Paladain, etc.
- Les variétés sensibles à la septoriose et à la rouille brune : Lion, Kaspart, Mercato, Amundsen, Centenaire, Winnetou, etc.

Lors du choix variétal, il faudra également tenir compte des autres caractéristiques de la variété : précocité, verse, qualité.

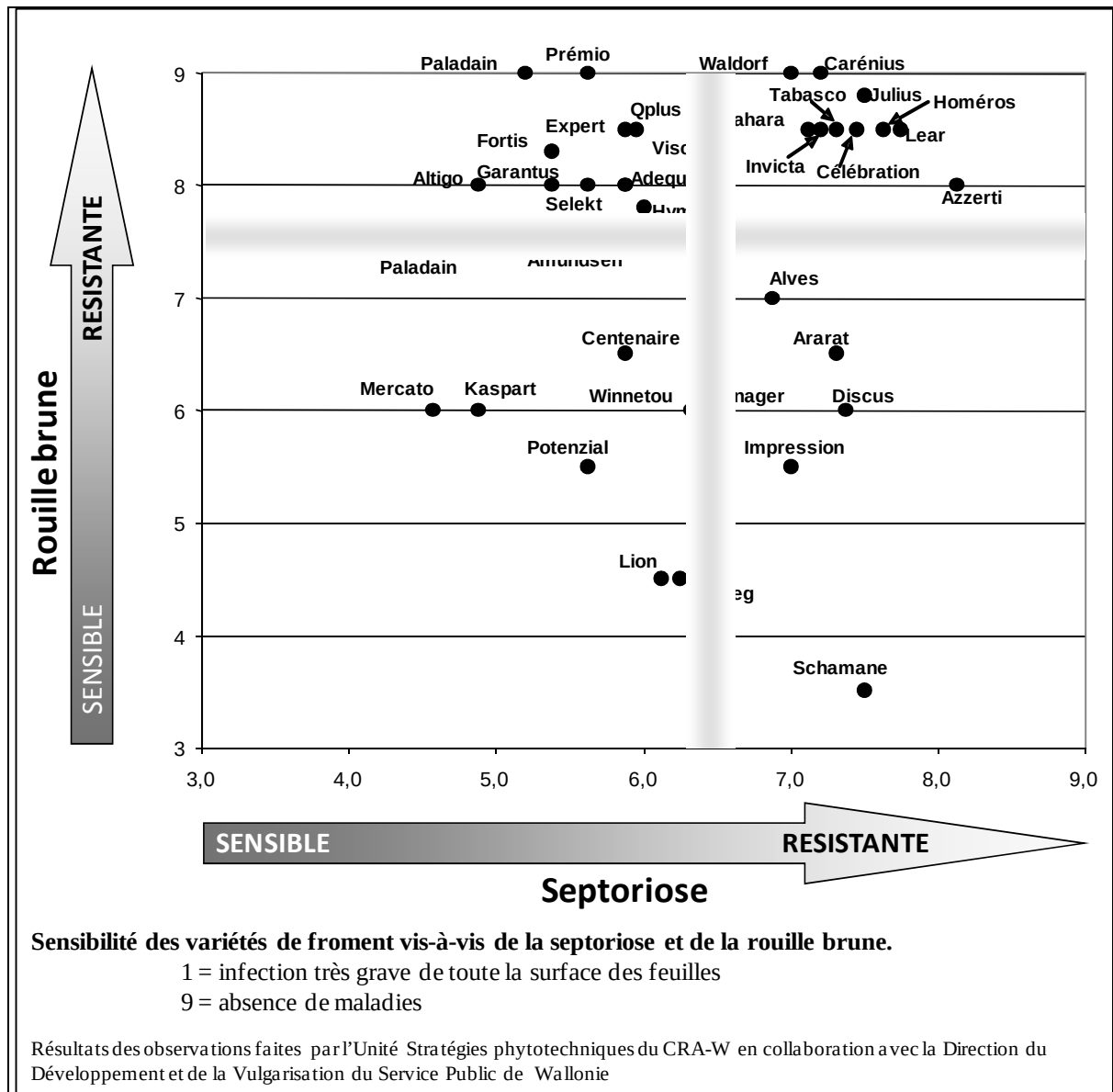


Figure 6.5. – Sensibilité des variétés de froment vis-à-vis de la septoriose et de la rouille brune – CRA-W.

Interaction variété et protection fongicide : des tendances existent, mais elles sont difficiles à chiffrer

Depuis 5 ans, un protocole identique d'une quinzaine de stratégies fongicides a été appliqué sur les différents couples de variétés comprenant toujours une variété sensible aux maladies et une variété peu sensible. Les schémas de traitements comprenaient des applications de fongicide aux stades 2^{ème} nœud, dernière feuille, épiaison et floraison, des programmes à un ou deux traitements, à des doses pleines ou réduites.

Ces différentes stratégies ont été regroupées en 4 groupes : le témoin non traité, les traitements uniques à la dernière feuille, les doubles traitements 2^{ème} nœud + épiaison et les doubles traitements dernière feuille + floraison.

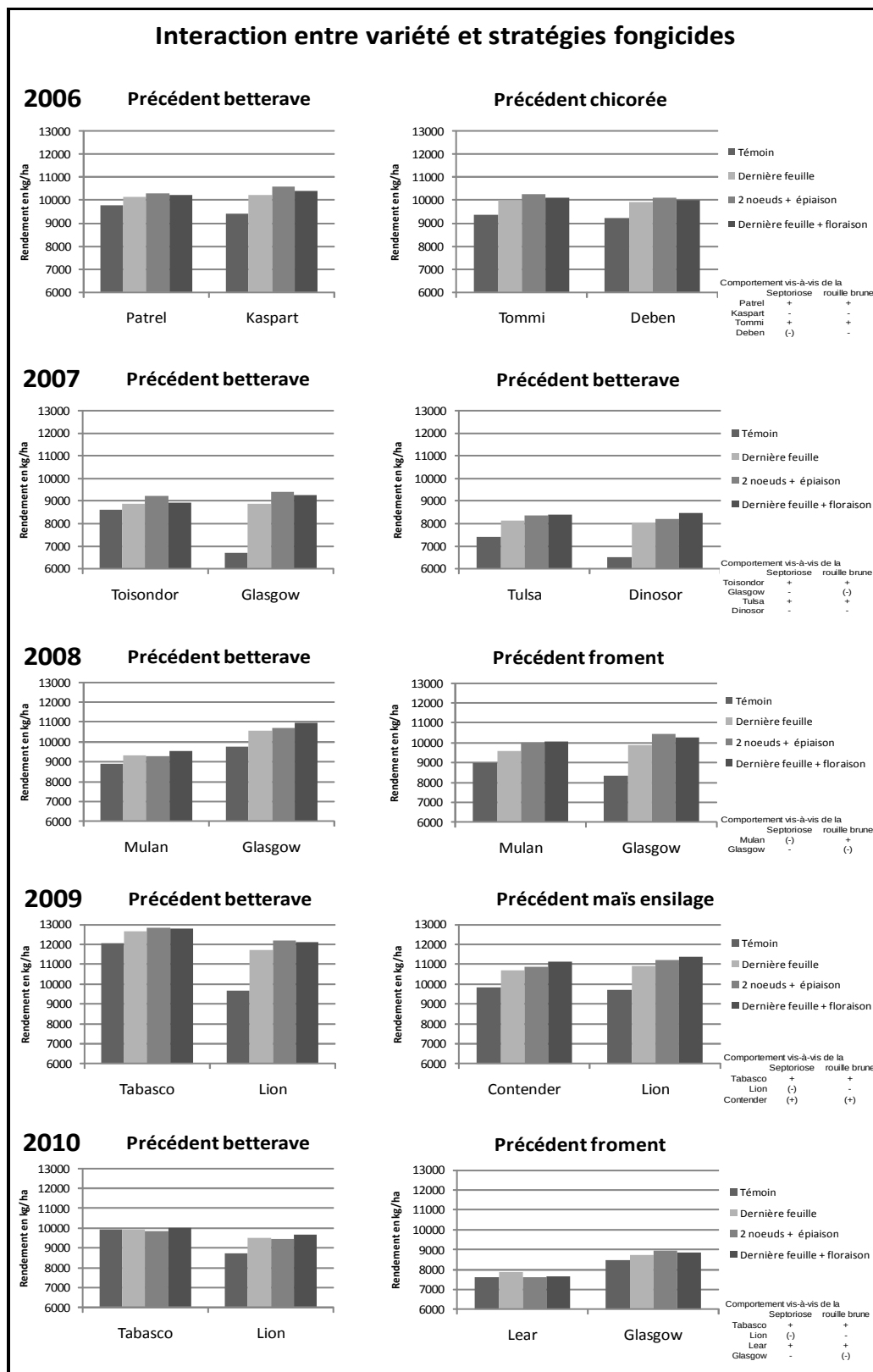


Figure 6.6. – Rendements moyens (kg/ha) obtenus pour différentes stratégies fongicides appliquées sur des couples de variétés de blé cultivées côte à côte et comprenant chaque fois une variété sensible et une variété peu sensible aux maladies foliaires- GxABT Lonzée 2006 à 2010.

Une variété résistante permet une plus grande souplesse dans la gestion de la protection fongicide. En effet, lorsque les conditions climatiques rendent le traitement impossible, le traitement fongicide peut être postposé avec moins de risques quant au développement très rapide de la maladie.

Un traitement unique à la dernière feuille permet généralement des gains de rendement appréciables. L'intensification de la stratégie fongicide permet généralement une augmentation du rendement, mais celle-ci n'est pas rentable dans toutes les situations. Dans le cas d'une augmentation de la pression maladie en cours de saison, si le choix était de traiter à la dernière feuille, un deuxième traitement à la floraison permet d'atteindre d'aussi bon rendement qu'un double traitement « dernière feuille + floraison ».

La date de semis : un impact favorable sur les maladies, mais défavorable sur le rendement

Les semis tardifs sont moins touchés par la septoriose

Très souvent, plus le semis est précoce, plus les augmentations de rendement liées à l'usage de fongicide sont importantes. Dans le cas de la septoriose ceci s'explique par une plus longue exposition de la culture aux différents cycles de multiplication de la maladie.

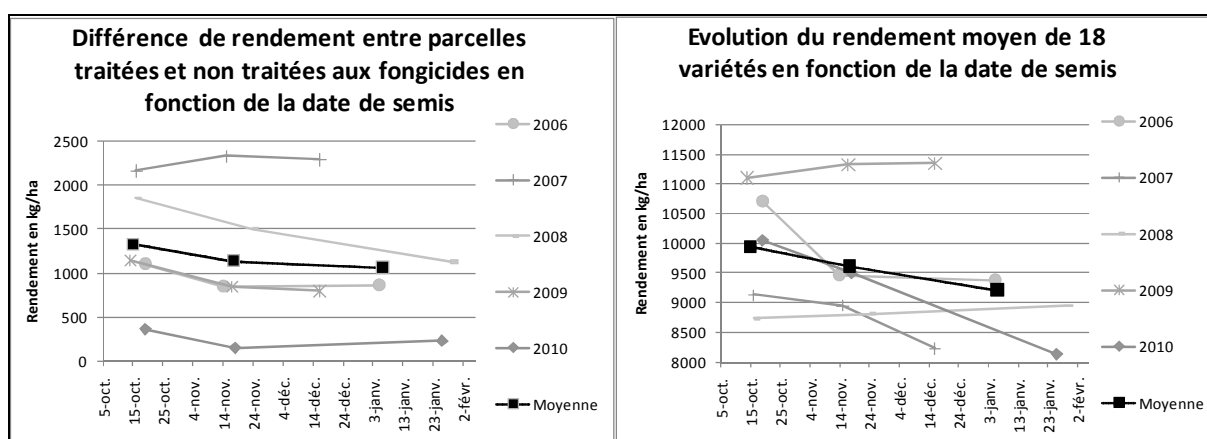


Figure 6.8. – (à gauche): Différences de rendement (kg/ha) obtenues entre une stratégie à deux applications de fongicide et des parcelles témoin n'ayant pas reçu de fongicide. Résultats moyens sur 18 variétés annuellement semées à 3 dates différentes – GxABT, Lonzée 2006 à 2010.

Figure 6.9. – (à droite) : Evolution du rendement moyen (kg/ha) de 18 variétés en fonction de la date de semis – GxABT, Lonzée 2006 à 2010.

La figure 6.10. présente le pourcentage de surface nécrosé par la septoriose pour différentes variétés semées à trois dates différentes. Les variétés présentent systématiquement plus de symptômes en semis de mi-octobre par rapport aux semis plus tardifs.

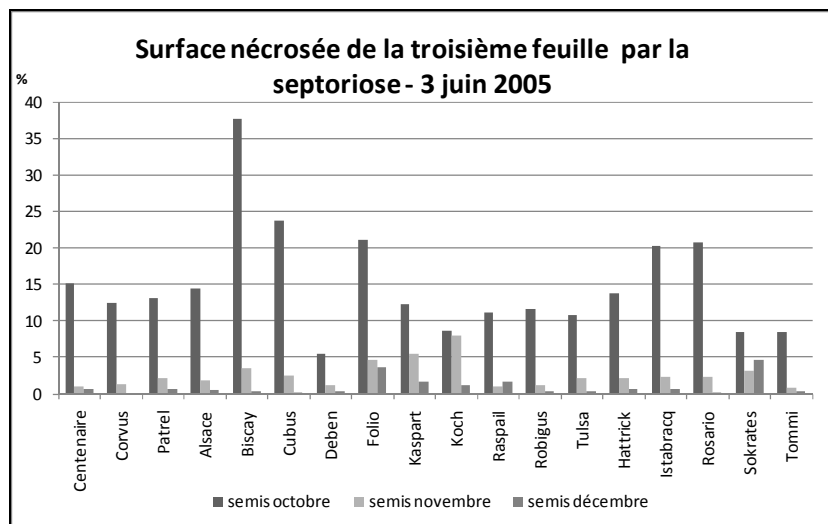


Figure 6.10. – Surface nécrosée de la troisième feuille par la septoriose - GxABT, Lonzée 2005.

Les semis tardifs sont parfois plus affectés par la rouille brune

Etant donné les conditions de température nécessaire à son développement, la rouille brune ne se développe que rarement avant le début du mois de juin en Wallonie. A cette époque de l'année, les blés semés tardivement sont en général moins avancés que ceux semés plus tôt. Outre le fait qu'il est fréquent de voir que la rouille brune s'y développe plus fortement (Figure 6.11.), ces blés plus tardifs sont également plus longtemps affectés par la maladie.

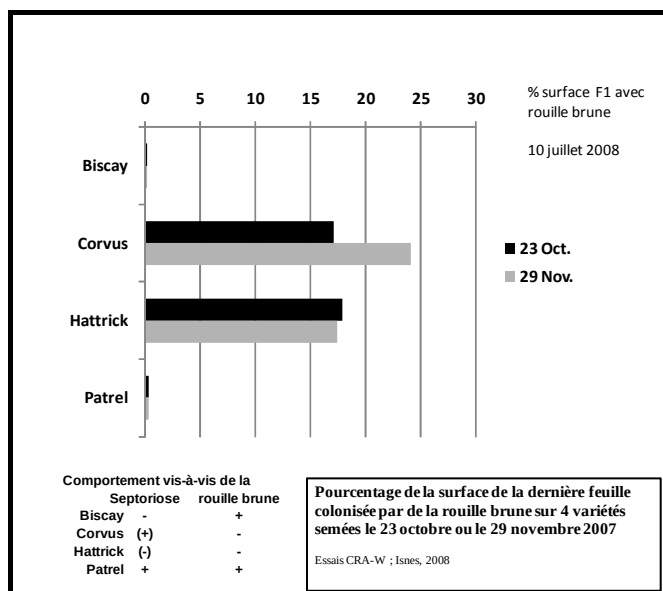


Figure 6.11. – Pourcentage de la surface de la dernière feuille colonisée par de la rouille brune sur 4 variétés de blé semées le 23 octobre ou le 29 novembre 2007 – CRAw, Les Isnes 2008.

Les rendements moindres occasionnés par un semis tardif ne sont que partiellement compensés par une protection fongicide allégée

Le conseil n'est pas de retarder la date de semis. La probabilité de rencontrer des conditions moins favorables de semis (sol plus froid, ressuyage des sols plus lent) est en effet plus importante. De plus, le recul de la date de semis peut entraîner certaines années une diminution du potentiel de rendement (Figures 6.9. et 6.12.). Ce fut notamment le cas l'an dernier, avec des semis de novembre trop peu développés pour affronter les rigueurs de l'hiver. Les semis de fin janvier 2010, quant à eux, présentaient un enracinement faible qui a limité l'approvisionnement en eau lors de la période sèche de fin juin – début juillet.

D'un point de vue économique, la plus faible pression de maladie sur les semis tardifs permet une protection fongicide moins intensive. Cette différence de rendement ne compense cependant que très partiellement la perte de rendement occasionnée par le fait d'avoir semé tardivement (figure 6.12.).

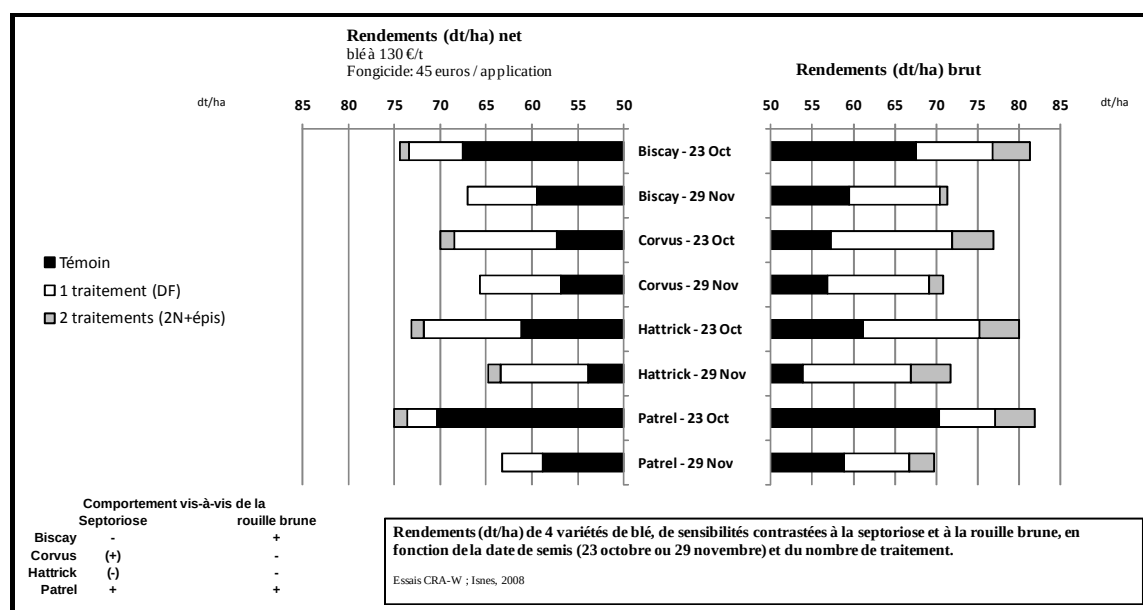


Figure 6.12. – Rendement (dt/ha) de 4 variétés semées le 23 octobre et le 29 novembre 2007 et ayant reçu un ou deux traitements fongicide – CRA-W, Les Isnes 2008.

La fumure précoce favorise la montée de septoriose

Les apports d'azote modérés durant le tallage et la montaison de la céréale ont tendance à réduire l'intensité du développement de maladies. C'est, entre autres, le cas pour la septoriose (figure 6.13.). Ceci est très probablement la conséquence d'une végétation moins dense et donc moins confinée. Le passage en deux apports n'est cependant pas conseillé dans toutes les situations (voir chapitre 4 : La fumure en froment). Ces résultats ont été confirmés par des observations effectuées d'autres années.

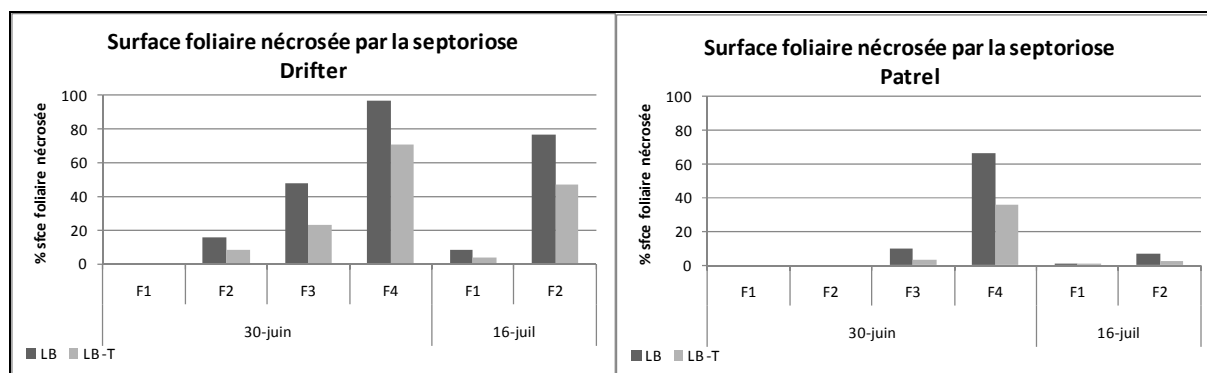


Figure 6.13. – Surface foliaire nécrosée par la septoriose sur les variétés Drifter (à gauche) et Patrel (à droite) pour deux modes du fractionnement de l'azote ; soit en 3 apports (LB = fumure Livre Blanc 50-60-75) soit en 2 apports (LB-T = Fumure Livre Blanc avec report de la fraction de tallage à la dernière feuille 60-125) – GxABT, Lonzée 2004.

Un itinéraire technique raisonné de la culture limite les risques

Une densité de semis et l'utilisation des régulateurs raisonnées, combinées à une fumure optimale, assure un bon potentiel de rendement, limite les risques de verse, mais influence également le développement des maladies.

Une fumure excessive accentue le risque de verse et nécessite donc une utilisation plus importante de régulateurs de croissance. La diminution plus importante de la longueur des entre-nœuds qui en résulte facilite la montée de la septoriose à l'étage foliaire supérieur.

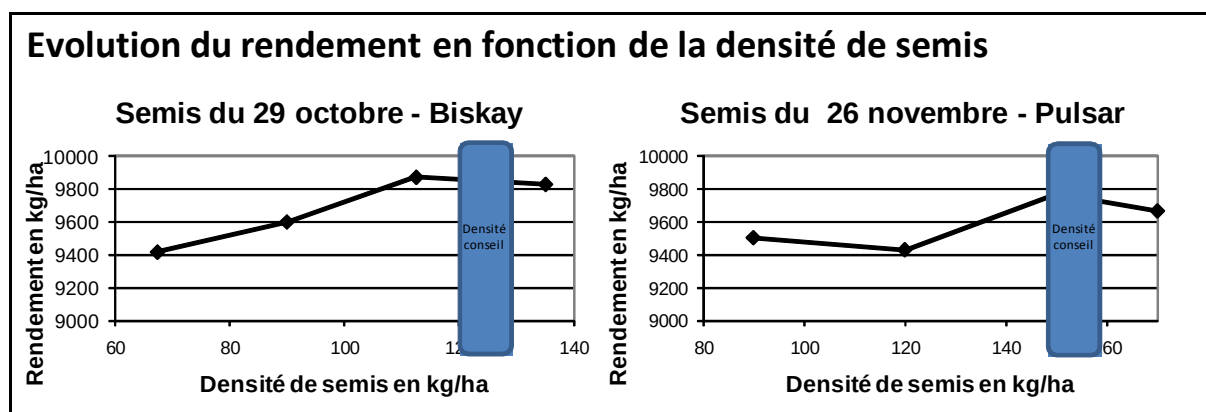


Figure 6.14. – Evolution du rendement selon la densité de semis. Essai réalisé en 2003 sur la variété Biskay (semis du 29 octobre) et sur la variété Pulsar (semis du 26 novembre) – GxABT 2003.

Une densité de semis trop élevée peut engendrer une densité de végétation trop importante. Les densités de semis sont à adapter à la date et aux conditions de semis (voir chapitre 1 : Implantation des cultures). Les densités conseillées permettent d'atteindre un potentiel de rendement optimum. Comme l'illustre la figure 6.14., en conditions de semis correct, une densité de semis réduite de moitié par rapport à la norme n'engendre pas de perte significative de rendement. Ces données proviennent d'un essai réalisé en 2003, année où le gel hivernal a engendré beaucoup de dégâts.

Le travail du sol et la rotation : pour mieux gérer les résidus et les repousses, sources de contaminations

Les froments après froment, mais aussi les rotations courtes accentuent le développement des champignons du sol tel que le piétin échaudage. La présence fréquente de la céréale en rotation permet au pathogène de conserver un taux d'inoculum suffisant. Dans le cas de la rouille jaune où l'infection arrive par des spores transportées par le vent sur de longues distances, la rotation à la parcelle a peu d'influence.

Les repousses et les résidus du précédent sont des sources de contamination pour l'année suivante. C'est notamment le cas pour la fusariose des épis en froment après maïs. Cependant la présence de résidus ne signifie pas systématiquement qu'il y aura infection il faut que plusieurs conditions soient rencontrées : présence de l'inoculum, concomitance entre stade de développement du froment (floraison), pluviosité et hygrométrie suffisante.

Il faudra donc veiller à éviter les rotations courtes et les froments après froments et effectuer un travail du sol adapté en fonction du type et de la quantité de résidus ou de repousses.

Conclusion

Certains leviers agronomiques peuvent avoir un impact plus ou moins important sur le développement des maladies foliaires. Exploités de manière réfléchie et combinée, ils permettent de réduire le recours aux produits fongicides dans certaines situations, mais rarement de s'en passer totalement.

Tout le monde se souviendra de 2010 comme une année à très faible pression de maladies qui ne nous a enseigné que bien peu de choses en matière de stratégie d'utilisation des fongicides. Il est cependant apparu que, même lors d'une telle année, l'exploitation de leviers agronomiques pour réduire la pression de maladie peut s'avérer avantageuse. Le risque lié à la réduction des traitements est en effet moindre, quelles que soient les conditions climatiques durant le reste de la saison, ce qui facilite fortement certaines décisions, entre autres lorsqu'il faut décider de l'opportunité d'un traitement en montaison.

2.4 Les résultats des essais « protection fongicide » réalisés en escourgeon sur le site de Lonzée en 2010

B. Monfort⁷

2.4.1 Apports moyens des fongicides en 2010 et les années précédentes

Le tableau 6.1. résume les résultats des apports moyens des traitements fongicides observés depuis 2004 dans les essais annuels de comparaisons variétales. Ces essais intègrent chaque année environ 20 variétés plus ou moins sensibles aux maladies. Seules les meilleures en termes de potentiel de rendement et/ou de facilité de conduite de culture, sont présentes plusieurs années dans les essais.

L'année 2010 est exceptionnelle à la fois pour le niveau de rendement et pour l'apport le plus faible d'un double traitement fongicide. Il faut remonter à 2004, et dans une moindre mesure à 2007, pour retrouver une année où les traitements fongicides ont été aussi peu valorisés.

En 2005, année aussi exceptionnelle pour les rendements, les fongicides avaient permis une amélioration plus conséquente, en moyenne 13 qx/ha pour la modalité à deux traitements fongicides.

Par contre, 2009 a été l'année où les fongicides ont été les mieux rentabilisés avec un gain de plus de 16 qx/ha en moyenne sans compter que, suite à la forte présence du complexe grillure – ramulariose, les rendements auraient encore pu être améliorés d'environ 6 qx/ha si les traitements avaient été réalisés avec des produits contenant du chlorothalonil, capable de juguler ce complexe de maladies (voir LB 2010 tableau 6.7).

Tableau 6.1. – Rendements moyens (en kg/ha), toutes variétés confondues, en fonction du régime de traitements fongicides (essais « variétés » ; Lonzée - GxABT).

Année	Sans fongicide	1 fongicide dernière feuille	2 fongicides montaison + dernière feuille	Apport 2 fongicides	PPDS 0.05 (*)
2010	10 741	11 278	11 631	880	94
2009	9 166	10 105	10 817	1 651	144
2008	8 106	8 899	9 513	1 407	125
2007	9 577	10 516	10 624	1 047	138
2006	7 389	8 453	8 739	1 350	98
2005	10 376	11 350	11 716	1 340	122
2004	9 536	10 051	10 451	915	159
moyenne	9 270	10 093	10 499	1 229	

(*) ppds : plus petite différence de rendement significative

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

2.4.2 Les variétés répondent différemment à la protection fongicide

Le tableau 6.2. donne les rendements de la vingtaine de variétés les plus cultivées ou nouvellement proposées à la culture, présentes dans les essais en 2009 et en 2010 à Lonzée.

Tableau 6.2. – Rendements de différentes variétés et gains de rendement en fonction du nombre de traitements fongicides (exprimés en qx/ha) en 2010 et 2009.

	2010			2009		
	Rendement (qx/ha)	Gain de rdt par rapport au témoin (qx/ha)		Rendement (qx/ha)	Gain de rdt par rapport au témoin (qx/ha)	
		1 fongicide DF*	2 fongicides 2N et DF*		1 fongicide DF*	2 fongicides 2N et DF*
Alinghi	113	1	5	106	9	15
Bivouac	113	6	13	109	16	20
Cervoise	117	8	14	106	8	21
Ericas	112	3	5	106	3	9
Heike	115	3	7	106	9	15
Hobbit (hyb)	116	5	6			
Lomerit	121	6	8	114	21	33
Malabar	118	9	13			
Marcorel	114	8	10	113	10	21
Marlène	112	2	4			
Méridian	119	2	5			
Milore	110	3	5			
Pelican	121	7	12	112	11	18
Proval	119	5	9	102	7	10
Robinson	112	6	12	105	9	17
Roseval	118	3	5	108	6	13
Saskia	120	4	5			
Shangrila	116	9	14	108	12	16
Volume (hyb)	122	6	9	119	9	18
Yoole	118	9	12	116	9	18
Moyenne	116	5	9	109	9	16

* 2010 Fongicide 2^{ème} nœud : Stereo 1L/ha + Punch 0.7L/ha

Fongicide dernière : Fandango 1 l/ha + Bravo 1L/ha

2009 Fongicide 2^{ème} nœud : Input Pro 0.8 1L/ha

Fongicide dernière : Opéra 1.2L/ha

A Lonzée, les maladies ont été plutôt anecdotiques en 2010 jusqu'à fin juin mais, malgré tout, certaines variétés ont pu améliorer notablement leur rendement avec une double protection fongicide. En 2009, la pression des maladies était nettement plus importante et, de plus, on avait observé une présence importante du complexe « grillures- ramulariose ».

6. Lutte contre les maladies

Certaines variétés comme Alinghi, Ericas, Heike, Proval et Roseval se sont bien comportées, à la fois en 2009 et 2010 ; d'autres, comme Lomerit et Volume, ont donné de bons résultats en 2010, mais nettement moins bons en 2009.

Le tableau 6.3. reprend les résultats de rendement d'un essai mené à Lonzée (en 2010 uniquement), où la fumure azotée (0-90-50N) était inférieure de 20 unités à celle (0-90-70 N) des essais dont les résultats sont présentés au tableau 6.2.

Tableau 6.3. – Rendements (en qx/ha) de quelques variétés (complémentaires à celles du tableau 6.2.) en fonction du régime de traitements fongicides.

	Rendement (qx/ha)	Gain de rdt par rapport au témoin (qx/ha)	
		1 fongicide DF	2 fongicides 2N et DF
Cervoise	115	6	8
Franziska	108	1	8
Gigga	116	2	1
Limpid	114	6	9
Megane	116	5	7
Tatoo (hyb)	120	4	5
Moyenne	115	4	6

* 2010 Fongicide 2^{ème} nœud : Stereo 1L/ha + Punch 0.7L/ha
Fongicide dernière : Fandango 1 l/ha + Bravo 1L/ha

Quoique les fumures soient inférieures dans cet essai, les rendements moyens sont très proches de ceux du tableau 6.2. (116 qx/ha en moyenne) pour 2010. Cervoise, seule variété commune aux 2 essais y a été moins affectée par les maladies et améliore même ses rendements en absence de fongicide (107 qx/ha avec 140 N au lieu de 103 qx/ha avec 160 N) ou avec un seul traitement au stade dernière feuille (113 qx/ha avec 140 N au lieu de 111 qx/ha avec 160 N). Ceci est l'indice qu'un renforcement de la fumure azotée même à la dernière feuille influence le développement des maladies, même à des doses proches de l'optimum pour les rendements.

Les variétés Tatoo et surtout Gigga apparaissent nettement moins sensibles que les autres variétés de l'essai.

Le tableau 6.4. donne un classement pour les 15 variétés les plus performantes dans les essais en 2010.

Tableau 6.4. – Classement en 2010 à Lonzée des variétés pour la réponse au fongicide en montaison, le fongicide en dernière feuille étant toujours appliqué.

1. Variétés présentant un bon rendement et ayant le moins valorisé une double protection fongicide (montaison – DF) Gigga, Hobbit, Meridian, Roseval, Saskia, Tatoo
2. Variétés présentant un bon rendement et ayant le plus valorisé une double protection fongicide (montaison – DF) Bivouac, Cervoise, Pélican, Proval, Shangrila, Volume, Yoole

Un premier groupe comprenant **Gigga, Hobbit, Meridian, Roseval, Saskia** et **Tatoo**, rassemble les variétés les plus performantes avec une protection fongicide modérée. A ces variétés peuvent être ajoutées **Heike** et **Lomerit**.

Les variétés du groupe 2 comprenant **Bivouac, Cervoise, Pélican, Proval, Shangrila, Volume** et **Yoole** devaient recevoir une double protection fongicide en 2010 pour exprimer un bon potentiel de rendement.

2.4.3 Programmes fongicides en escourgeon : Un ou deux traitements ? Pleine dose ou demi-dose ?

L'objectif des essais « programmes fongicides » est de comparer l'efficacité de traitements uniques (appliqués à la dernière feuille) ou doubles (en montaison, puis à la dernière feuille), à dose agréée ou à demi-dose ; l'objectif n'est pas de déterminer les meilleures associations de produits. Au cours des quatre saisons d'essais, plusieurs associations de fongicides ont été utilisées pour tester les « programmes ». Dans chaque association, les substances actives sont différentes pour les traitements montaison et dernière feuille. Elles sont reprises dans le tableau 6.5.

Tableau 6.5. – Combinaisons de fongicides utilisées pour comparer les « programmes fongicides » (Lonzée 2007 à 2010).

Associations étudiées	
Montaison	Dernière feuille
Input Pro Set	Opera (+ Bravo en 2010)
Opus	Fandango
Stéréo	Acanto
Stéréo	Opera
Venture	Fandango
Input Pro Set	Venture

Ces associations n'étaient pas toutes présentes chaque année (généralement trois associations de fongicides sont utilisées par an). Le tableau 6.6. présente des résultats moyens des trois associations utilisées, obtenus pour chaque « programme ».

Tableau 6.6. – Rendement moyen (qx/ha) en fonction de la dose et du nombre d'applications ; (Lonzée : 2007 à 2010).

Montaison	Dernière feuille	Rendements moyens (qx/ha)				
		2007 :	2008 :	2009 :	2010	Moyennes
-	-	91	78	94	101	91
-	Dose normale	107	86	103	108	101
-	Demi-dose	106	83	102	108	100
Demi-dose	Demi-dose	107	88	108	110	103
Demi-dose	Dose normale	110	89	108	113	105
Dose normale	Dose normale	111	92	110	114	107

En 2007, l'essai était réalisé sur la variété Shangrila. En 2008, 2009 et 2010, la variété utilisée pour ces essais était Cervoise. Ces deux variétés nécessitent souvent deux traitements fongicides, en raison de leur sensibilité élevée aux maladies.

Sachant qu'un fongicide à 60 €/ha (dose normale) coûte 375 kg quand le prix de vente de l'escourgeon est de 160 €/t, la meilleure rentabilité est obtenue, en 2010 et en moyenne, avec le programme « ½ dose à la montaison + dose normale à la dernière feuille ». Pour un prix de vente de l'escourgeon de 100 €/t (coût de 600 kg pour le fongicide), il en va de même en moyenne, mais en 2010, le programme « ½ dose de montaison + ½ dose de dernière feuille » suffisait.

3 Recommandations pratiques

J.M. Moreau⁸

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

⁸ CRA-W – Dpt Sciences du Vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

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 générale.

- 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 diversité 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 sont efficaces contre la rouille jaune. Des différences d'efficacité existent entre les produits classiquement utilisés à ce stade de la céréale (époxyconazole > cyproconazole > prothioconazole), mais à une dose correcte des résultats satisfaisants ont été obtenus même avec le prothioconazole. Sur les variétés très sensibles et/ou en cas de pression très forte, on privilégiera quand même l'époxyconazole.

3.2.4 L'oïdium sur blé

Très connu parce que très visuel, l'oïdium est détecté presque chaque année. En Wallonie, très rares sont cependant les situations où la maladie s'est véritablement développée ces dernières années. La conduite correcte de la culture reste certainement un moyen prophylactique très important pour diminuer les risques de développement de cette maladie.

L'oïdium est spectaculaire et incite facilement à intervenir tôt avec un traitement fongicide spécifique. La plupart du temps de telles interventions se révèlent inutiles. Un traitement contre cette maladie ne doit être envisagé que lorsque les dernières feuilles complètement formées sont contaminées. Il faut suivre l'évolution de la maladie. L'oïdium qui reste dans les étages inférieurs ne doit pas être traité.

Le manque de maladie 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 quinoxifène. Leur utilisation préventive est recommandée. Elles seront préférées en cas d'intervention

spécifique, mais des problèmes de résistance sont possibles pour les quatre 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 > cyproconazole >> fluquinconazole > tébuconazole. 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 $\gg$ prothioconazole). 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 (des *Microdochium* et des *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 de *Fusarium*).

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. Les *Microdochium* (qui ne produisent pas de mycotoxines) étaient jusqu'il y a peu principalement contrôlé avec des strobilurines telles que l'azoxystrobine et la dimoxystrobine. Ces champignons ayant développé de la résistance vis-à-vis de cette famille de produits, actuellement c'est principalement avec du prothioconazole qu'on parvient à les contrôler.

3.2.8 L'helminthosporiose du blé

L'helminthosporiose du blé est causée par *Pyrenophora tritici-repentis* (anamorphe *Drechslera tritici-repentis*, abrégé DTR). Excepté quelques cas ponctuels, en Belgique cette maladie n'a toujours eu qu'une très faible importance jusqu'à présent. Elle a été fréquemment détectée dans les champs ces dernières années, mais les niveaux d'attaques étaient toujours anecdotiques, bien en deçà d'un seuil pouvant causer des dégâts économiques. En 2009 par

contre, plusieurs situations avec de fortes infestations ont été détectées, principalement là où du blé était cultivé après du blé, sans labour.

La maladie se conservant sur des résidus de céréales infectés, les cultures du blé après blé combinées à l'abandon du labour créent des conditions très favorables pour la multiplication du DTR. Avec l'augmentation des surfaces cultivées de la sorte on peut donc s'attendre à un accroissement des situations concernées par cette maladie.

Un peu à l'instar de la septoriose, l'helminthosporiose se développe du bas vers le haut des plantes. Son temps de multiplication étant relativement court, il convient d'enrayer la maladie rapidement.

L'expérience belge, certes assez mince, semble montrer qu'un traitement réalisé à l'épiaison permet souvent de contrôler le DTR. En cas d'infection tardive de la maladie, le traitement d'épiaison devient vite décevant.

Le DTR peut être contrôlé au moyen de triazoles (prothioconazole >= propiconazole >= tébuconazole). De la résistance vis-à-vis des strobilurines existe chez ce champignon, mais les essais menés chez nos voisins semblent indiquer que cette famille chimique garde encore une certaine efficacité sur le terrain (picoxistrobine >= autres strobilurines).

3.2.9 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.

3.2.10 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 quelques années, des souches d'helminthosporiose résistantes aux strobilurines ont été détectées dans plusieurs pays touchés par la maladie. Le gène concerné induirait une résistance moins forte que celle observée avec la septoriose en froment. Des pertes d'efficacité peuvent cependant être observées.

3.2.11 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.

3.2.12 Grillures et ramulariose

Depuis le début des années 2000, des « brunissements » se développent régulièrement et de manière très importante dans les escourgeons. Des « grillures » polliniques, des « taches physiologiques » aussi appelées « taches léopard » et de la ramulariose. En 2006 cette dernière maladie a de fait été pour la première fois formellement identifiée un peu partout en Belgique, en toute fin de saison.

La ramulariose en escourgeon tend à se généraliser dans les pays voisins depuis quelques années. En Belgique aussi nous l'observons de plus en plus régulièrement. Elle forme de petites taches de 2 à 5 mm de long qui suivent les nervures et sont visibles sur les 2 faces de la feuille. Il n'est pas facile de la distinguer des grillures polliniques, si ce n'est qu'elle provoque rapidement une sénescence des feuilles.

La ramulariose est toujours impressionnante visuellement, mais son impact sur le rendement semble varier assez fortement en fonction de la précocité de son développement. Les symptômes apparaissent généralement de manière très soudaine à un moment qui varie de l'épiaison à la maturation de la céréale.

L'utilisation de prothioconazole et/ou de chlorothalonil lors du traitement effectué à la dernière feuille permet de réduire le développement de ramulariose. Ce contrôle n'est cependant pas toujours parfait. Etant donné qu'on ne peut prédire le développement de cette maladie, l'utilisation systématique de ces molécules peut être envisagée. La ramulariose est résistante aux strobilurines.

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 plus 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 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 :

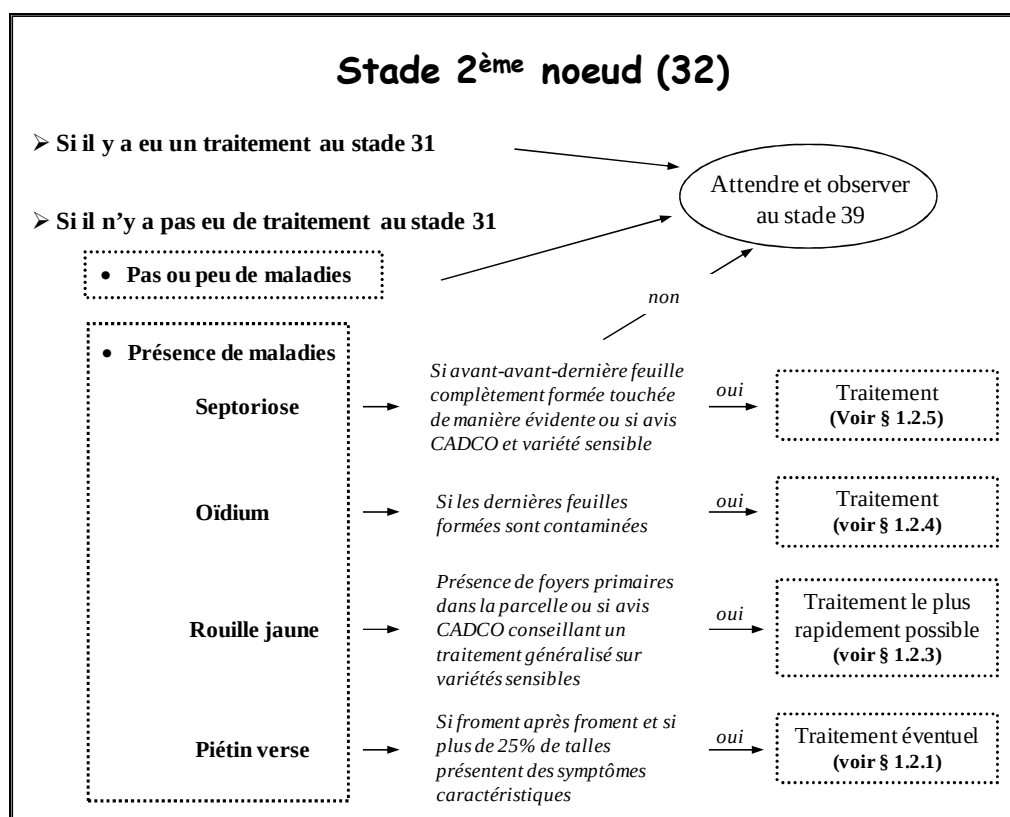
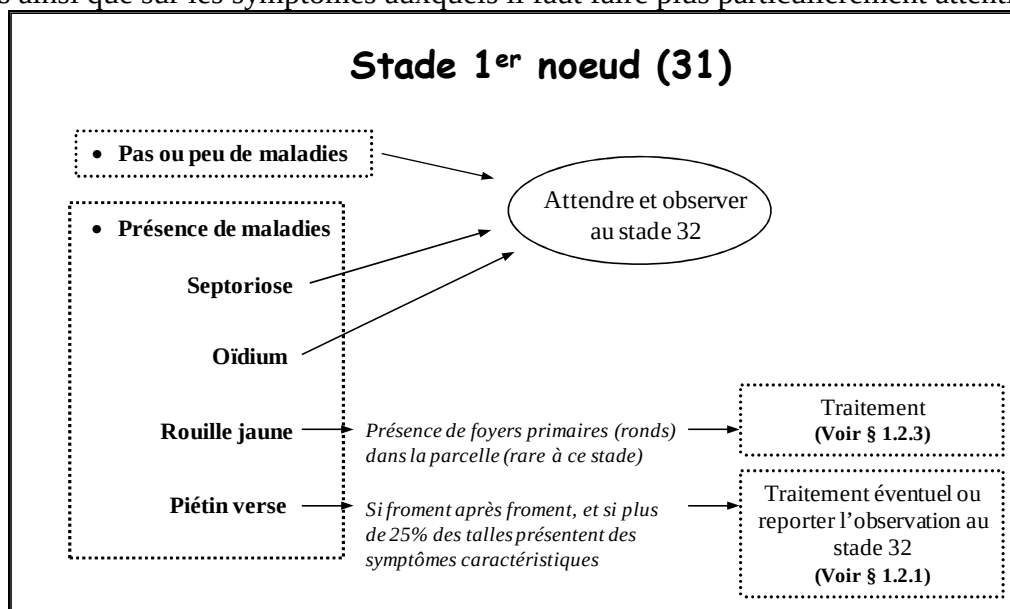
Une application avant le stade dernière feuille peut être justifiée en cas de rouille jaune ou de forte pression de septoriose ou d'oïdium. Lors d'un traitement réalisé à ce stade le choix du produit tiendra compte des éventuels risques de piétin-verse.

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.



Stade dernière feuille étalée (39)

➤ Si il y a eu un traitement au stade 31 ou 32

- Variété sensible à la septoriose

Faire un traitement 'relais' 3 à maximum 4 semaines après le premier traitement (voir § 1.2.5)

- Variété sensible à la rouille brune

Faire un traitement 'complet' (voir § 1.2.6). Peut être postposé, **avec vigilance**, en cas d'absence de maladie.

➤ Si il n'y a pas eu de traitement au stade 31 ou 32

- Absence de maladies ou très faible pression

Le traitement complet peut être postposé, **avec vigilance**.

- Présence de maladies

Traitement complet
(Voir § 1.3)

Stade épiaison (55 - 59)

➤ Si il y a eu un traitement au stade 39

Ne plus traiter

Sauf avis de traitement contre les maladies de l'épi (Voir § 1.2.7)

➤ Si il y a eu un traitement au stade 31 ou 32 et pas de pression parasitaire

Ne plus traiter

Situation rare. Programme à réaliser **avec vigilance** (Voir § 1.3)

➤ Si il n'y a pas eu de traitement jusque là

Traitement complet
(voir § 1.3)

Stade floraison (65)

➤ Si il y a eu un traitement au stade 59

Ne plus traiter

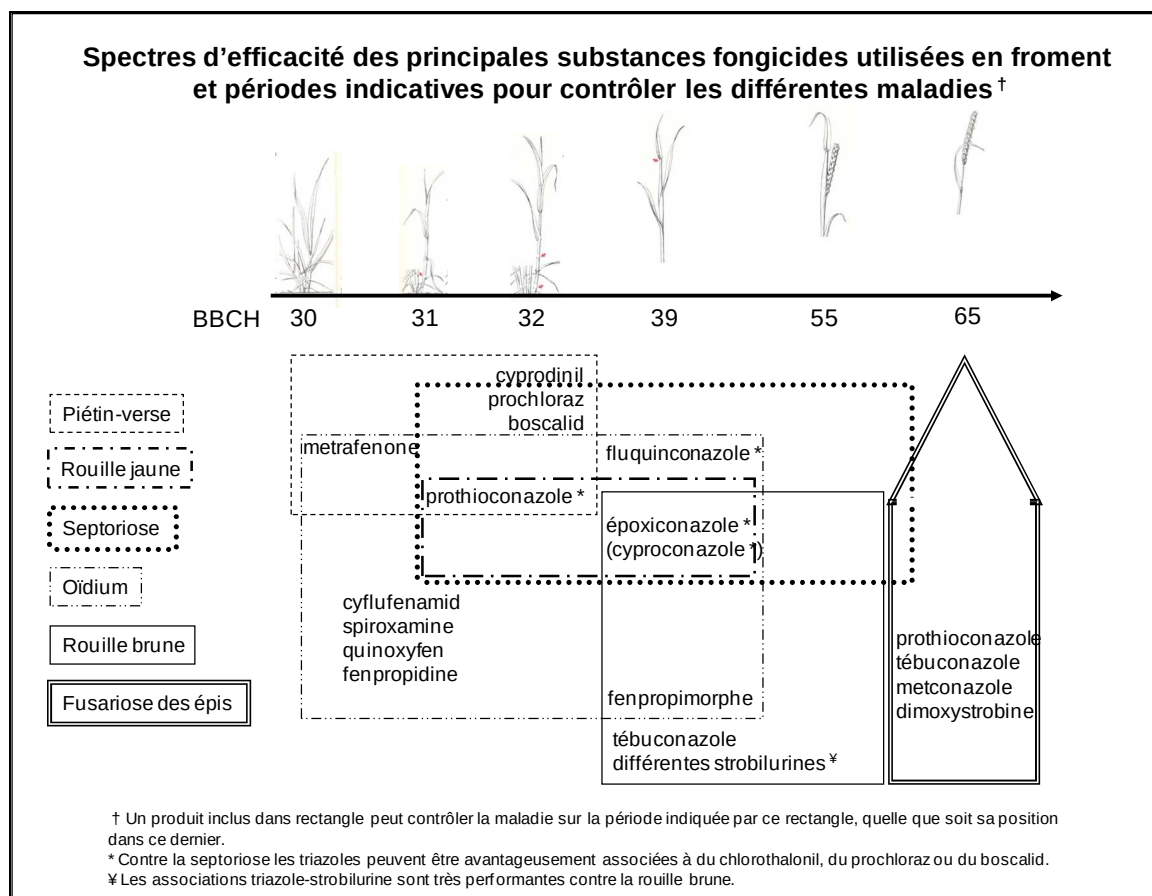
➤ Si il n'y a plus eu de traitement depuis le stade 39

- Si risque de fusariose

Traitement (voir § 1.2.7)

- Si variété très sensible à la rouille brune et pression très forte

Traitement envisageable, surtout à prendre en compte si risque de fusariose (voir § 1.2.6)



3.4 Stratégies de protection des escourgeons

Compte tenu du risque élevé de développement de rhynchosporiose, d'helminthosporiose, de ramulariose, de rouille et d'oïdium en fin de végétation, un traitement fongicide actif sur l'ensemble des maladies doit être systématiquement effectué dès que l'ensemble du feuillage est déployé. Selon le spectre de sensibilité aux maladies de la variété, ce traitement sera réalisé avec un mélange strobilurine-triazole. L'ajout de chlorothalonil s'avère de plus en plus régulièrement nécessaire pour contrôler la ramulariose.

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.

4 Recommandations pratiques en escourgeon

B. Monfort⁹

La volatilité des prix ne facilite pas les prises de décision en ce qui concerne la protection fongicide en escourgeon qui n'est pas coté sur Euronext, et dont il est difficile d'estimer le prix avant la récolte.

Privilégier les variétés les plus résistantes est la première mesure préventive

Il est certain que l'agriculteur a toujours intérêt à privilégier les variétés les mieux classées pour la résistance aux maladies, moyen le plus simple pour augmenter ses chances de pouvoir se passer du traitement fongicide en montaison. De plus, en cas de longue période de pluie, c'est-à-dire de longue période d'impossibilité d'application du fongicide, les variétés les plus sensibles seront plus affectées par les maladies que les variétés résistantes.

Semer à une densité peu élevée est la troisième mesure préventive

En général les semis d'escourgeon sont réalisés dans une période favorable pour travailler en de bonnes conditions de préparation du sol, la levée est souvent rapide et le tallage démarre tôt. Très souvent une densité de semis sans dépasser 225 gr/m² est largement suffisante, surtout avec les semoirs de précision. Cela a sans doute beaucoup moins d'influence que une fumure de tallage inopportune en sortie d'hiver, par contre l'économie est bien réelle.

Ne pas intensifier exagérément la fumure azotée est la deuxième mesure préventive

Il ne faut pas rechercher absolument les rendements les plus élevés, surtout avec les variétés les plus sensibles à la verse ou aux maladies. Viser l'optimum de fumure permet de moins stresser la céréale. L'erreur la plus fréquente en sortie d'hiver est d'apporter une fumure tallage alors que la population des talles est déjà suffisante. Dans cette situation, l'impasse de la fumure de tallage améliore très sensiblement la résistance à la verse et diminue nettement la sensibilité aux maladies du feuillage pendant la montaison.

Le traitement fongicide de dernière feuille :

On ne prendra sans doute jamais le risque de ne pas traiter un escourgeon, même si en 2010 cela était tout-à-fait possible pour certaines variétés.

Le traitement fongicide de « Dernière feuille » à base de strobilurine ou de boscalid reste donc systématiquement conseillé, au moins à dose réduite si les prix sont annoncés très faibles et les maladies peu présentes, à dose normale et agréée si le marché reste bon ou si les maladies sont fort présentes. Un complément de chlorothalonil est conseillé pour maîtriser le complexe grillures- ramulariose.

Le traitement de montaison :

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

⁹ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGARNE – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

parcelle. Ce traitement ne doit être appliqué qu'en présence inquiétante de maladies. Ce devrait être le cas pour les variétés les plus sensibles (voir tableau 6.4.). Il faut empêcher que ces maladies ne s'installent sur les deux dernières feuilles. Si la croissance de la culture est rapide durant cette période et du fait qu'un second traitement sera réalisé dans les jours suivants, la rémanence n'est pas primordiale. Pour alterner les substances actives, on privilégiera à ce stade un fongicide à base de triazole ou de cyprodinil. En présence faible de maladies et/ou de marché défavorable, on pourrait se contenter d'une dose réduite de fongicide à ce stade.

7. Protection contre les ravageurs

Animateur : Michel De Proft¹

1	Saison passée, saison en cours	2
1.1	Pucerons : le creux de vague se poursuivra-t-il ?	2
1.2	Cécidomyie orange : variétés tardives touchées	4
1.3	Tenthrede du blé	5
1.4	Cécidomyie équestre.....	5
1.5	Criocères ou « lémas ».....	5
2	Nouveautés, résultats	6
2.1	La cécidomyie équestre : un ravageur oublié refait surface.....	6
2.1.1	Biologie	6
2.1.2	Plantes hôtes, dégât.....	6
2.1.3	Un ravageur qui se laisse oublier.....	6
2.1.4	Situation en 2010.....	7
2.1.5	Cécidomyie équestre, quelle menace pour les années à venir ?	8
2.2	Les insectes parasitoïdes des cécidomyies : des alliés utiles ?	9
3	Recommandations pratiques	10
3.1	Protection contre les ravageurs en début de culture	11
3.1.1	Oiseaux	11
3.1.2	Ravageurs du sol : taupins, tipules, etc.....	11
3.1.3	Limace grise et limaces noires.....	11
3.2	Les « mouches ».....	12
3.2.1	Mouche grise (<i>Delia coarctata</i>).....	12
3.2.2	Autres diptères	13
3.3	Pucerons vecteurs de jaunisse nanisante.....	13
3.4	Cicadelle vectrice du virus des « pieds chétifs du blé ».....	14
3.5	Ravageurs du froment en été	14
3.5.1	Puceron de l'épi et puceron des feuilles	14
3.5.2	Autres ravageurs du froment en été	16

¹ CRA-W. – Dpt Sciences du vivant

1 Saison passée, saison en cours

1.1 Pucerons : le creux de vague se poursuivra-t-il ?

Pour la troisième année consécutive, l'hiver est assez froid pour détruire les pucerons présents dans les céréales, et pour interrompre l'extension de la jaunisse nanisante. Par ailleurs, c'est aussi la troisième année consécutive que les pullulations de pucerons d'été ont été maîtrisées très tôt, et à niveaux très bas par les insectes auxiliaires.

Cette situation avantageuse au plan agronomique a été observée dans toute la partie nord-ouest de l'Europe. Toutefois, rien ne permet de dire qu'elle se prolongera. En effet, en été, la multiplication des pucerons est explosive et, sans l'intervention des nombreux ennemis naturels (parasites, prédateurs, mycoses), des populations de pucerons à peine détectables peuvent en quelques semaines se transformer en infestations très graves.

La prévision des pullulations de pucerons d'été est quasi impossible, tant sont nombreuses et complexes les interactions entre les organismes qui régissent la dynamique des populations de pucerons. Tout au plus peut-on, à partir d'observations effectuées en mai et juin, prévoir l'évolution sur quelques jours, en fonction de la présence dans les champs, non seulement des pucerons, mais surtout de leurs ennemis naturels.

Il en va différemment en ce qui concerne la prévision des épidémies de jaunisse nanisante. En effet, lorsqu'au printemps il y a peu de plantes infectées, et qu'au cours de l'été les pucerons susceptibles de disperser le virus sont rares, alors la probabilité est faible d'observer des infections importantes dans les semis d'automne : d'une saison à l'autre, les situations saines favorisent les évolutions saines, et inversement. C'est ainsi que les dégâts importants de jaunisse nanisante des 35 dernières années ont été le plus souvent observés par vagues de plusieurs années consécutives (tableau 7.1.).

La dernière vague a débuté en 2004, grâce aux très fortes pullulations de pucerons au cours de l'été en froment et en maïs. Cette abondance de pucerons a permis une large dispersion du virus à partir des rares foyers présents au début du printemps. Puis, la vague s'est éteinte au cours l'hiver 2007-08, suffisamment froid pour tuer les pucerons dans les céréales. Depuis lors, il n'y a plus eu de pullulation importante de pucerons, et le risque de jaunisse nanisante est resté faible. Le CADCO a donc pu recommander d'éviter les pulvérisations d'insecticides et, a fortiori, les traitements insecticides de semences, coûteux, et ...nécessairement préventifs !

Le printemps 2011 démarre donc bien : il n'y a plus rien à redouter concernant la jaunisse nanisante. Quant à l'été, aucune prévision ne peut être émise actuellement, et des observations seront nécessaires dès les premiers pucerons présents, pour déterminer le risque de voir leurs populations atteindre des niveaux nuisibles en juin ou juillet (voir avis du CADCO).

Tableau 7.1. – synoptique des épidémies de jaunisse nanisante en escourgeon depuis 1975.

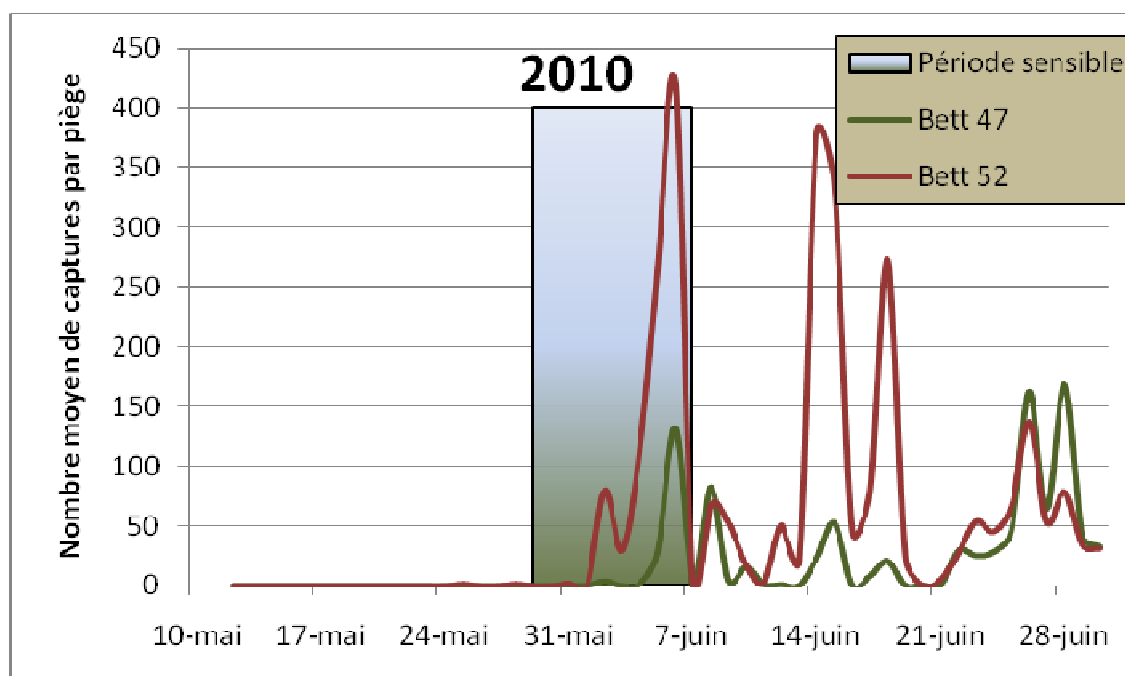
Tableau 1 : synoptique des épidémies de jaunisse nanisante en escourgeon depuis 1975	OUEST	CENTRE	EST / CONDROZ
<u>D'après Cl. Maroquin (CRA-W)</u> Au cours de cette période où le maïs, plante relais pour le virus, est encore assez rare en Belgique, deux années seulement sont marquées par des dégâts significatifs de jaunisse nanisante en céréales d'hiver (presqu'exclusivement l'escourgeon). Aucun avertissement n'est émis à destination des agriculteurs.	1975-76		
	1976-77		
	1977-78		
	1978-79		
	1979-80		
	1980-81		
	1981-82		
	1982-83		
	1983-84		
	1984-85		
<u>D'après G. Latteur et M. De Proft (CRA-W)</u> La jaunisse nanisante se manifeste plus fréquemment, et par vagues de plusieurs années consécutives, entrecoupées de périodes de plusieurs années d'absence. La virose touche plus fréquemment et plus intensément l'ouest du territoire. En 1990, des dégâts très graves sont observés, même en froment (survie des pucerons à l'hiver, puis printemps hyper-précoce). Le CRA-W émet des avertissements via la presse (« Gembloux-Céréales-Infos »).	1985-86		
	1986-87		
	1987-88		
	1988-89		
	1989-90		
	1990-91		
	1991-92		
	1992-93		
	1993-94		
	1994-95		
<u>D'après le CADCO</u> Les observations, les analyses virologiques et les avertissements se formalisent et se systématisent. Elles constituent un système d'aide à la décision structuré, grâce à la participation de plusieurs institutions, sous la coordination du CADCO. Les risques de jaunisse sont détectés et donnent lieu à des avis dont la pertinence est systématiquement vérifiée par des essais de validation. La jaunisse nanisante exerce une pression intense et précoce entre 2004 et 2008.	1995-96		
	1996-97		
	1997-98	30/10/97	30/10/97
	1998-99		
	1999-00	14/10/99	
	2000-01		
	2001-02	06/11/01	06/11/01
	2002-03	08/10/02	
	2003-04		
	2004-05	06/10/04	06/10/04
	2005-06	11/10/05	11/10/05
	2006-07	13/10/06	13/10/06
	2007-08	09/10/07	09/10/07
	2008-09	04/11/08	
	2009-10		
	2010-11		

Les cellules en gris foncé correspondent à des dégâts de jaunisse nanisante dans les champs non traités ; les cellules non grisées correspondent à l'absence de dégâts, même sans traitement. Les dates correspondent à l'émission d'un avis de traitement lancé par le CADCO, et l'absence de date (à partir de 1997), à une recommandation de non-traitement.

1.2 Cécidomyie orange : variétés tardives touchées

Pour commettre des dégâts, la cécidomyie orange du blé doit pouvoir pondre sur des blés entre l'éclatement des gaines et la fin de la floraison. Cette coïncidence obligatoire ne se produit pas chaque année. En effet, les froments échappent aux attaques lorsqu'ils traversent la phase sensible de leur développement après ou *-ce qui arrive plus fréquemment-* avant les vols de l'insecte. En 2010, l'émergence des adultes a pris du retard sur le développement du blé, principalement en raison de la sécheresse en avril. Les premiers vols importants se sont produits le 5 juin. A ce moment, beaucoup de variétés étaient déjà hors de danger ; seul un bon tiers des variétés, les plus tardives, traversaient alors la phase vulnérable de leur développement (figure 7.1.).

Figure 7.1. – Courbes d'émergence de cécidomyie orange du blé, et période vulnérable des froments en 2010.



Les courbes d'émergence ont été établies grâce à des pièges à phéromones placés dans deux champs « sources ». Les champs choisis étaient cultivés en betteraves, car c'est dans cette culture que le sol se réchauffe le plus vite au printemps et que les émergences de cécidomyie orange sont les plus précoces.

Selon les sites, l'intensité de l'attaque a été tantôt nulle ou négligeable, tantôt assez sévère (jusqu'à 8-10 larves/épi). Les champs les plus atteints étaient ceux dans lesquels la cécidomyie orange avait pu se multiplier au cours des deux ou trois années antérieures, et avait constitué une réserve dans le sol. Les champs voisins de ces « sources » ont également pu être assez sévèrement attaqués.

Globalement, les dégâts de cécidomyie orange n'ont pas été importants en 2010. Toutefois, la multiplication a été efficace et l'insecte a pu constituer de nouvelles réserves. Le risque de dégâts de cécidomyie est donc en phase ascendante, et il faudra y être attentif au cours du prochain été.

1.3 Tenthrede du blé

Au cours de la première quinzaine de juin, des larves vert pâle, ressemblant fort à des chenilles de papillons, ont été observées en assez grands nombres (plusieurs individus/m²) dans les champs de froment un peu partout en Wallonie. Il s'agissait de la larve d'une tenthrede du genre *Dolerus*. L'espèce est vraisemblablement *Dolerus haematodes* (Schrank 1781). Cet insecte appartient à l'ordre des hyménoptères (ordre des abeilles, des fourmis et des guêpes). Sa larve se comporte comme une chenille de lépidoptère (ordre des papillons), dont elle se distingue par le nombre de fausses-pattes abdominales. La tenthrede du blé se nourrit de feuilles, qu'elle entame par leur extrémité, et qu'elle ronge méthodiquement, dans un mouvement de va-et-vient d'un bord à l'autre. Une feuille touchée finit par se présenter comme si elle avait été tranchée légèrement en oblique.

Figure 7.2. – « fausse-chenille » de tenthrede du blé.



A moins de populations extrêmement élevées, dont on n'imagine pas qu'elles soient possibles, cet insecte ne doit pas être considéré comme un ravageur, mais plutôt comme une pure curiosité. Il est signalé depuis quelques années dans les départements du nord de la France. En Belgique, même si l'insecte est détecté depuis longtemps par les entomologistes, c'est apparemment sa première incursion significative dans les cultures. Les raisons ne sont pas connues.

1.4 Cécidomyie équestre

Peu avant le début des moissons, des observations effectuées dans les essais autour de Gembloux ont révélé la présence de cécidomyie équestre : *Haplodiplosis marginata* (von Roser). Ce ravageur avait fait parler de lui aux Pays-Bas et en Belgique au cours des années soixante. En revanche, à partir du milieu des années septante, il avait pratiquement disparu.

En 2010, il a été remarqué en assez grande abondance dans plusieurs champs de froment de la région de Gembloux et a également été signalé à la Côte belge, où il aurait fait des dégâts sensibles (voir article spécifique sur ce thème au point 2.1).

1.5 Criocères ou « lémas »

Dans la grande majorité des champs, les criocères ont été peu nombreux en 2010. Toutefois, certains champs en ont été assez fortement infestés. Les raisons de cette disparité ne sont pas connues. Néanmoins, les fortes infestations ont toutes été observées dans des semis tardifs, ou dans des céréales de printemps. Ceci donne à penser que la date de semis ou, plus vraisemblablement, le stade atteint par la culture lors des migrations printanières, détermine partiellement l'installation des criocères.

2 Nouveautés, résultats

2.1 La cécidomyie équestre : un ravageur oublié refait surface

M. De Proft², G. Jacquemin³ & S. Chavalle²

En 2010, la cécidomyie équestre, Haplodiplosis marginata (von Roser), a été remarquée en assez grande abondance dans certains champs de froment de Wallonie. Elle a également été signalée à la Côte belge où elle aurait fait des dégâts sensibles. Elle a également occasionné des dégâts quelquefois sévères dans le sud-est de l'Angleterre. Dans cette dernière région, des dégâts importants avaient déjà été observés en 2004.

2.1.1 Biologie

Comme la cécidomyie orange du blé, la cécidomyie équestre passe l'hiver sous forme de larve dans le sol. Les adultes émergent généralement au cours de la montaison du blé, et les femelles pondent leurs œufs sur la face supérieure des feuilles. Une fois les œufs éclos, les jeunes larves se glissent le long de la tige, à l'intérieur de la gaine foliaire, et entament leur phase alimentaire aux dépens de la tige. En réaction, cette dernière produit à chaque point d'attaque un renflement qui rappelle la forme d'une selle d'équitation, d'où le nom de cécidomyie « équestre ». Malgré son caractère très spécifique, ce symptôme est rarement détecté parce que, une fois les larves abritées dans les gaines, rien n'apparaît de l'extérieur, à moins d'une attaque importante et précoce affectant la taille des tiges.

Figure 7.3.



Symptôme en « selle de cheval »
provoqué par *H. marginata*

2.1.2 Plantes hôtes, dégât

A l'exception de l'avoine, toutes les céréales peuvent être attaquées. Les céréales de printemps sont plus vulnérables que les céréales d'hiver, et les semis tardifs, plus que les précoces. En effet, moins une plante est développée lorsqu'elle subit une attaque de cécidomyie équestre, plus elle en souffre. La littérature signale également qu'une attaque de cécidomyie équestre couplée avec des conditions climatiques humides peut induire des pourritures autour des lésions, suivies de bris de tiges très nuisibles au rendement.

2.1.3 Un ravageur qui se laisse oublier

La cécidomyie équestre avait fait parler d'elle aux Pays-Bas et en Belgique au cours des années soixante, en commettant des dégâts quelquefois graves. En revanche, à partir du milieu des années septante, elle avait pratiquement disparu. Lors de cette pullulation d'une

² CRA-W – Dpt Sciences du vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

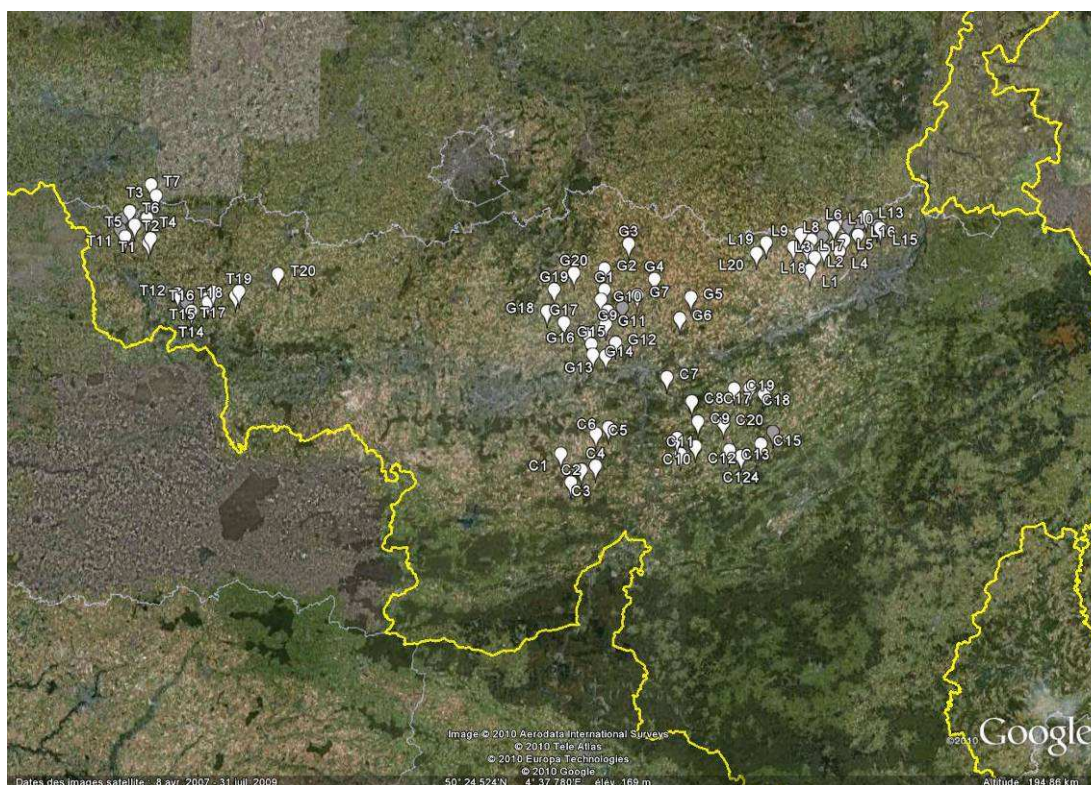
³ CRA-W – Dpt Productions et filières – Unité Stratégies phytotechniques

quinzaine d'années, la cécidomyie équestre avait été considérée comme un ravageur quasi invasif, c'est-à-dire venu d'ailleurs et étendant sa distribution géographique à de nouveaux territoires. Il est pourtant beaucoup plus vraisemblable que cet insecte soit indigène dans toute la partie ouest de l'Europe du nord, mais que sa présence ne se remarque que lors des pullulations les plus fortes. En effet, des écrits datant de la fin du XVII^e siècle rapportent qu'en Bavière, des « vers rouges » avaient anéanti les récoltes d'orge et de blé. Ces vers rouges ne pouvaient être que des larves de cécidomyie équestre. Cet insecte a donc la capacité de se faire oublier pendant quelques décennies, puis de se manifester, éventuellement avec fracas, avant de s'évanouir à nouveau.

2.1.4 Situation en 2010

Afin d'avoir une idée de la distribution géographique actuelle des populations et de leurs niveaux, une prospection a été organisée au début du mois d'août dans 80 champs distribués dans 4 régions distinctes de Wallonie : Tournai, Gembloux, Waremme et Condroz. Dans chaque champ, les coordonnées géographiques ont été enregistrées à l'aide d'un GPS, et une centaine de tiges ont été récoltées et mises en bottes. Au cours de l'hiver, ces tiges ont été examinées une à une. Les feuilles et les gaines ont été ôtées jusqu'à la base, afin de dégager les tiges et de pouvoir visualiser les dégâts de cécidomyie équestre.

Figure 7.4. – Localisation des champs de blé échantillonnés (100 tiges prélevées) en août 2010.



Les résultats de cette enquête révèlent des dégâts de cécidomyies équestre dans les quatre régions prospectées (figure 7.5.). Les champs atteints sont fréquents, voire très fréquents autour de Liège et de Gembloux (75 et 85 % des champs), assez fréquents autour de Tournai (35 %), et plutôt rares dans le Condroz (15 %). En moyenne, l'intensité des dégâts est faible

7. Protection contre les ravageurs

dans les quatre régions. Autour de Gembloux, région la plus infestée, une moyenne 5.88 % des tiges par champ infesté a été observée (figure 7.6.).

Figure 7.5.

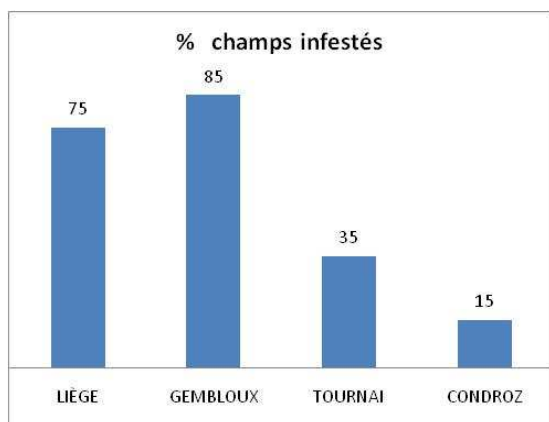
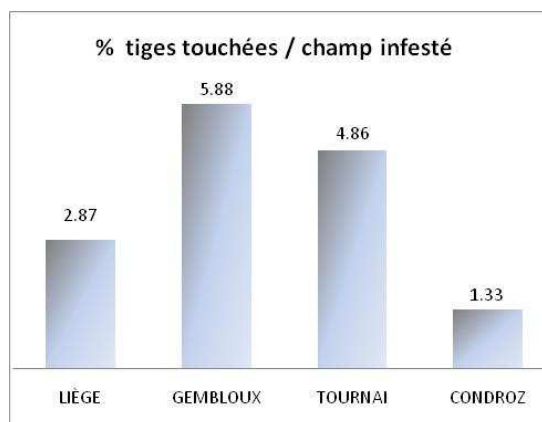


Figure 7.6.



D'autre part, les nombres de « selles de cheval » observées par 100 tiges dans les champs infestés sont faibles, eux aussi : en moyenne 27.65 selles/100 tiges autour de Gembloux, ce qui ne peut porter qu'un préjudice insignifiant à la culture (figure 7.7.).

Ces valeurs moyennes, plutôt rassurantes, cachent toutefois une forte diversité de situations. Ainsi, les 5,88 % de tiges touchées par champ infesté autour de Gembloux, représentent une moyenne de valeurs dont les extrêmes sont 1 et 24 %. De même, les 27.65 selles observées/100 tiges infestées sont une moyenne de valeurs allant de 1 à 99. Certains champs sont donc assez fort infestés, au moins dans les régions de Liège, Gembloux et Tournai.

Figure 7.7.

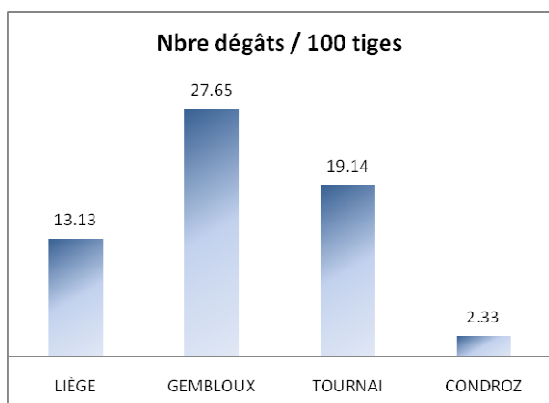
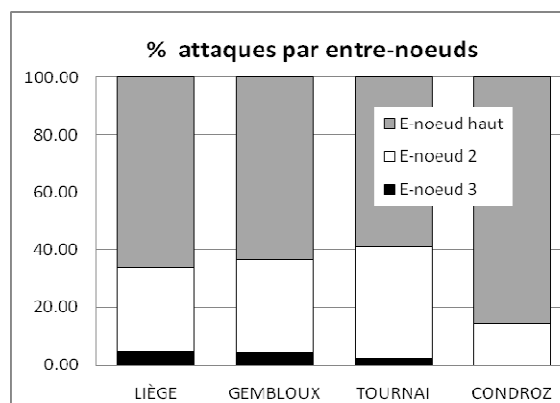


Figure 7.8.



En 2010, les attaques ont touché principalement les deux derniers entre-nœuds, ce qui témoigne d'une attaque tardive -et donc peu nuisible- par rapport au développement de la plante (figure 7.8.).

2.1.5 Cécidomyie équestre, quelle menace pour les années à venir ?

D'après l'enquête menée au cours de l'été dernier, les infestations de cécidomyie équestre ne semblent pas avoir atteint de niveaux tracassants en Wallonie. Cependant, ce ravageur remonte en puissance et tire vraisemblablement profit des mêmes conditions favorables que la

cécidomyie orange : moins de labour, charge en céréales plus importante dans les assolements, climat globalement plus humide et plus chaud. Désormais, l'une et l'autre méritent d'être prises en compte dans les programmes d'observation et d'avertissements.

Il serait prématuré de déclarer qu'une vague de dégâts de cécidomyie équestre aussi importante que celle des années soixante et septante est amorcée. Dans l'immédiat, ce sont surtout les champs dont les assolements sont les plus chargés en céréales qu'il convient de surveiller : certains d'entre eux ont vraisemblablement donné lieu à des multiplications successives, jusqu'à constituer dès à présent des réserves susceptibles de nuire.

La saison qui s'annonce sera mise à profit pour préciser, tant la localisation et le niveau des infestations, que les mesures utiles à mettre en œuvre.

2.2 Les insectes parasitoïdes des cécidomyies : des alliés utiles ?

M. De Proft⁴, S. Chavalle⁴ & G. Jacquemin⁵

Au cours des 4 dernières années, une recherche financée par la Région Wallonne⁶ a permis de mieux appréhender les risques que la cécidomyie orange entraîne pour les céréales et à jeter les bases d'une gestion intégrée. Outre la mise en évidence de variétés de blé résistantes, le développement de techniques de mesure des populations (dans le sol et lors des vols) et la possibilité de prévoir la période des vols, cette étude avait permis d'identifier plusieurs espèces d'insectes parasitoïdes. Ces insectes semblent exercer sur les populations de cécidomyies une pression importante. En effet, il a été observé que plus de 30 % des larves de cécidomyie orange du blé extraites d'un sol pouvaient quelquefois être parasitées.

Ces observations ont conduit à un nouveau projet accepté par la Région wallonne et destiné à étudier l'impact de ces auxiliaires, non seulement sur la cécidomyie orange du blé, mais aussi sur les autres cécidomyies nuisibles en grandes cultures, notamment la cécidomyie équestre.

Un aspect important de cette étude sera de déterminer ce qui, dans les pratiques culturales et phytosanitaires, s'avère favorable ou défavorable à ces insectes.



Macroglènes penetrans, un parasitoïde de cécidomyie orange abondant en Wallonie

⁴ CRA-W – Dpt Sciences du vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

⁵ CRA-W – Dpt Productions et filières – Unité Stratégies phytotechniques

⁶ Département du Développement ; Direction de la Recherche

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 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 noeud 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				
					Cécido équestre		Cécidomyies des épis			
						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 frugilenus*) 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.

Plus aucun répulsif à appliquer sur les semences

Depuis le retrait de l'anthraquinone, plus aucun véritable répulsif contre les oiseaux n'est disponible en céréales.

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 émietée.

Après la levée, elle effiloche les feuilles, en commençant par les extrémités. Tant qu'il n'atteint pas le cœur des plantes, le dégât de limace grise est bien toléré.

En céréales, les limaces noires (*Arion sylvaticus* et *Arion distinctus*) sont plus rares que 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 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, un insecticide à base de téfluthrine peut être utilisé par traitement des semences pour protéger les semis contre la mouche grise. Ce traitement n'est efficace que si le semis est assez tardif pour permettre à l'insecticide d'être toujours présent en concentration efficace dans le sol lorsque l'attaque a lieu.

3.2.2 Autres diptères

3.2.2.1 Mouche des semis (*Delia platura*)

Au cours des dernières années, des dégâts de mouche des semis n'ont été observés que 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 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).

Même lorsque la pression est très élevée (vols de pucerons intenses et prolongés, forte proportion de pucerons virulifères), la protection des emblavures contre la jaunisse nanisante est toujours possible par des pulvérisations en automne. Il n'y a aucune obligation à opter pour le traitement des semences, coûteux et nécessairement préventif. Lors d'automne « calmes » (faibles vols, faible présence du virus), il n'est même pas utile de pulvériser. La protection contre la jaunisse nanisante peut donc être assurée à très peu de frais en utilisant les informations données par le CADCO. La seule contrainte est la disponibilité pour d'éventuelles pulvérisations qui s'avèreraient nécessaires au cours de l'automne.

3.4 Cicadelle vectrice du virus des « pieds chétifs du blé »

Dans le centre de la France, un virus (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. 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.

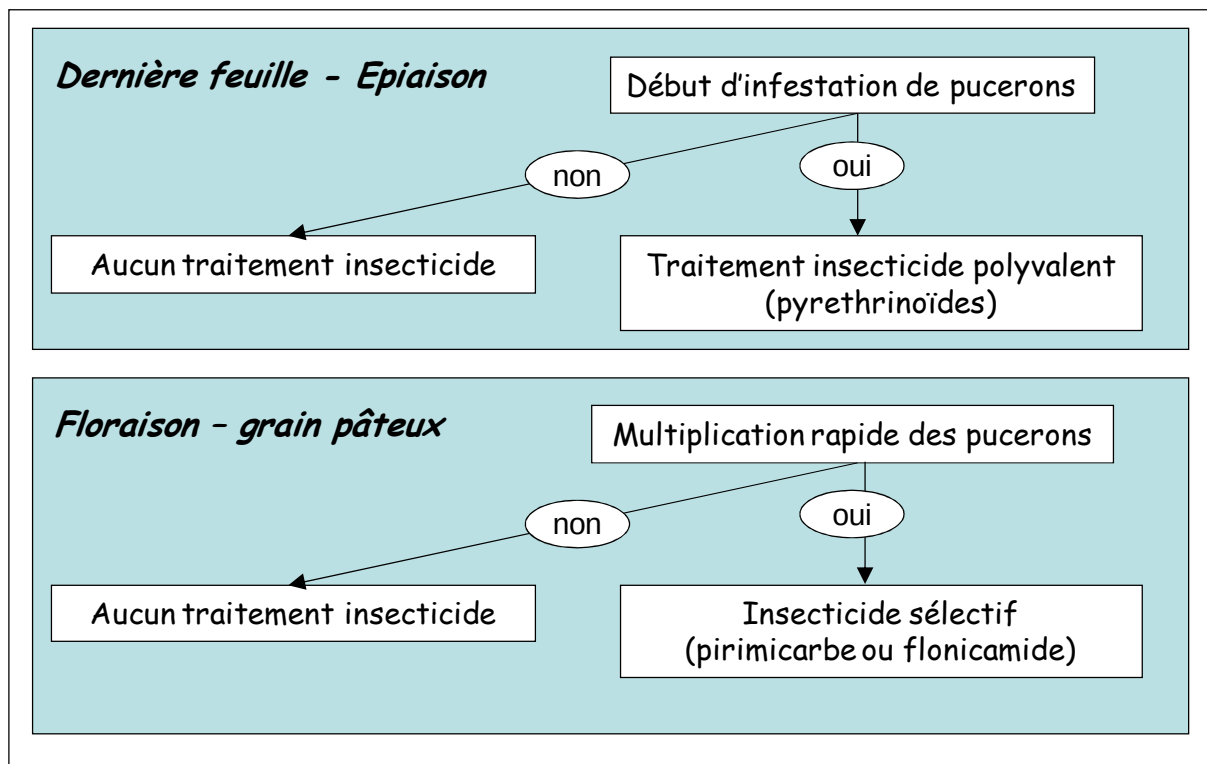
3.5 Ravageurs du froment en été

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 talles). En cas de forte pullulation, les dégâts peuvent dépasser les 2 tonnes par hectare.

Avant la fin de la floraison, les prévisions quant à l'évolution des populations de pucerons et à l'intérêt d'un traitement insecticide ne sont pas fiables. Or, l'expérience montre que des interventions insecticides effectuées avant ce stade sont fréquemment les plus rentables. Par ailleurs, des traitements effectués avec des insecticides polyvalents après la floraison peuvent s'avérer 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). 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.

Plusieurs variétés de blé sont totalement résistantes à la cécidomyie orange, et peuvent avantageusement être choisies dans les sites les plus exposés : Oakley, Contender, Robigus, Koreli, Glasgow et Altigo.

3.5.2.2 *Criocère ou « léma » (Oulema melanopa)*

Les criocères sont de petits coléoptères noir bleuté, qui colonisent les céréales en avril-mai. Ils semblent coloniser préférentiellement les semis les plus tardifs et les semis de printemps, et pondent de petits œufs orangés sur les feuilles vers la mi-mai. Les larves, d'abord très petites (1 mm) 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 justifient très rarement une intervention spécifique. Toutefois, dans le prolongement de la lutte contre les pucerons, ils peuvent être évités facilement 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, des thrips et même des rongeurs, des oiseaux ou des nématodes. Leur nuisibilité est globalement faible.

8. Orges brassicoles

B. Monfort¹

1	Introduction	2
2	Résultats d'expérimentations	4
2.1	Les variétés brassicoles.....	4
2.1.1	Les variétés brassicoles d'hiver : Cerveoise fait 70 % du marché français.....	4
2.1.2	Les variétés brassicoles de printemps.....	4
2.2	Résultats d'expérimentation sur la fumure en orge de brasserie	5
2.2.1	Fumure en orge de brasserie d'hiver	5
2.2.2	Fumure azotée en orge de brasserie de printemps	6
2.3	La protection fongicide en orge de brasserie	8
3	Recommandations pratiques	11
3.1	Choix des parcelles.....	11
3.2	Date de semis en orge de printemps	11
3.3	Densité de semis	12
3.4	Protection des semences et des jeunes semis.....	12
3.5	Insecticide contre les pucerons jusqu'au stade 1 ^{er} nœud	12
3.6	Fumure azotée.....	12
3.7	Désherbage : normalement pas de lutte contre le vulpin.....	13
3.8	Stratégie de lutte contre les maladies en orge de printemps.....	13
3.9	Les régulateurs de croissance	14
3.10	Récolte des orges de brasserie	14
3.11	Stockage des orges de brasserie.....	15

¹ Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGA – Ministère de l'Agriculture et de la Ruralité de la RW)

1 Introduction : production en baisse = début de pénurie = valeur des orges de brasserie en hausse

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 relatives 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.

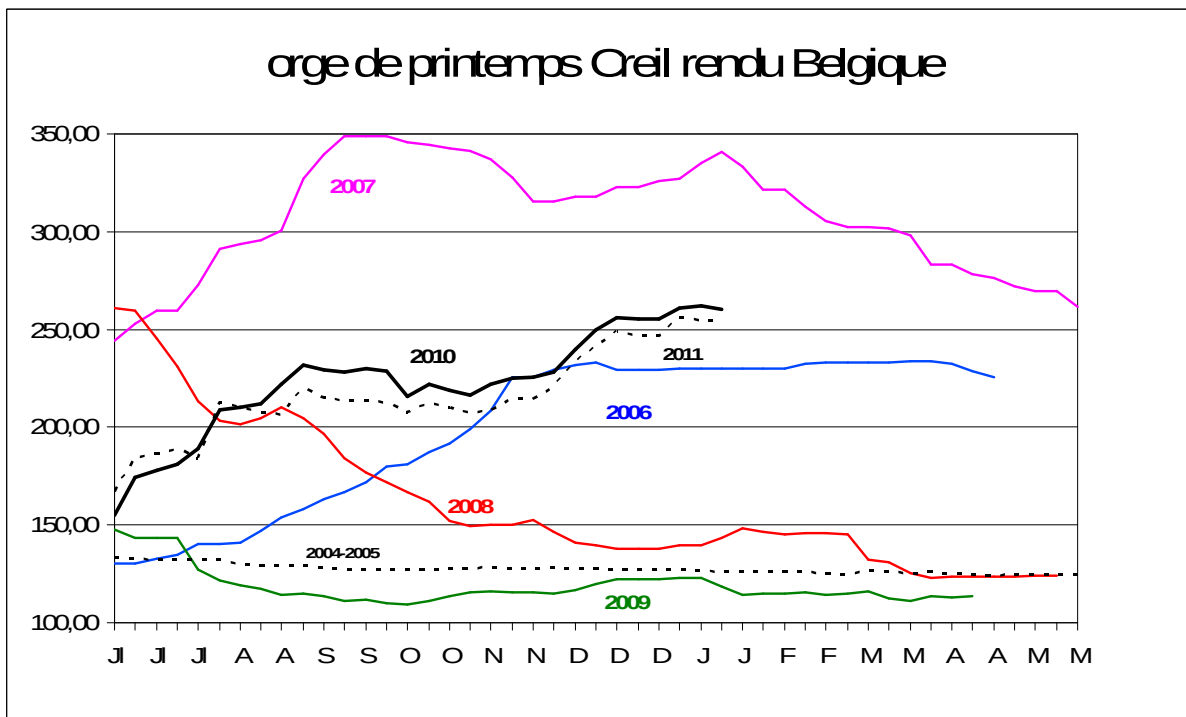
Les rendements en orge de brasserie d'hiver (104 qx en 2 rangs, 115 qx en 6 rangs) ont été excellents en 2010. Par contre en orge de printemps, les 80 qx de rendement en 2010 sont, sans être décevants, en retrait de 14 % comparés aux 92 qx de 2009 (essais de Lonzée). Cette baisse correspond assez bien aux déficits de rendements chez les agriculteurs qui signalent des rendements de 5 à 7-8t sans compter les parcelles complètement grêlées en Hainaut. En 2010, comme nous le pressentions, une diminution des emblavements a été constatée en réaction aux prix proposés par l'industrie, prix beaucoup trop bas pour compenser les coûts de production.

Ces caractéristiques de l'année en Belgique, à savoir baisse des rendements, accidents climatiques, diminution des emblavements, sont également les caractéristiques de l'année au niveau mondial. Les diminutions des emblavements étaient généralisées dans toutes les grandes régions productrices ; les rendements sont partout en baisse, sauf en Argentine et dans la partie ouest de l'Australie ; les pluies ont détruit la qualité au Canada, en Europe du Nord, en Europe Centrale, dans l'Est de l'Australie ; par ailleurs, une sécheresse excessive a détruit une partie des récoltes en Europe de l'Est (Russie, Ukraine,...) de même qu'en Chine et qu'au Brésil.

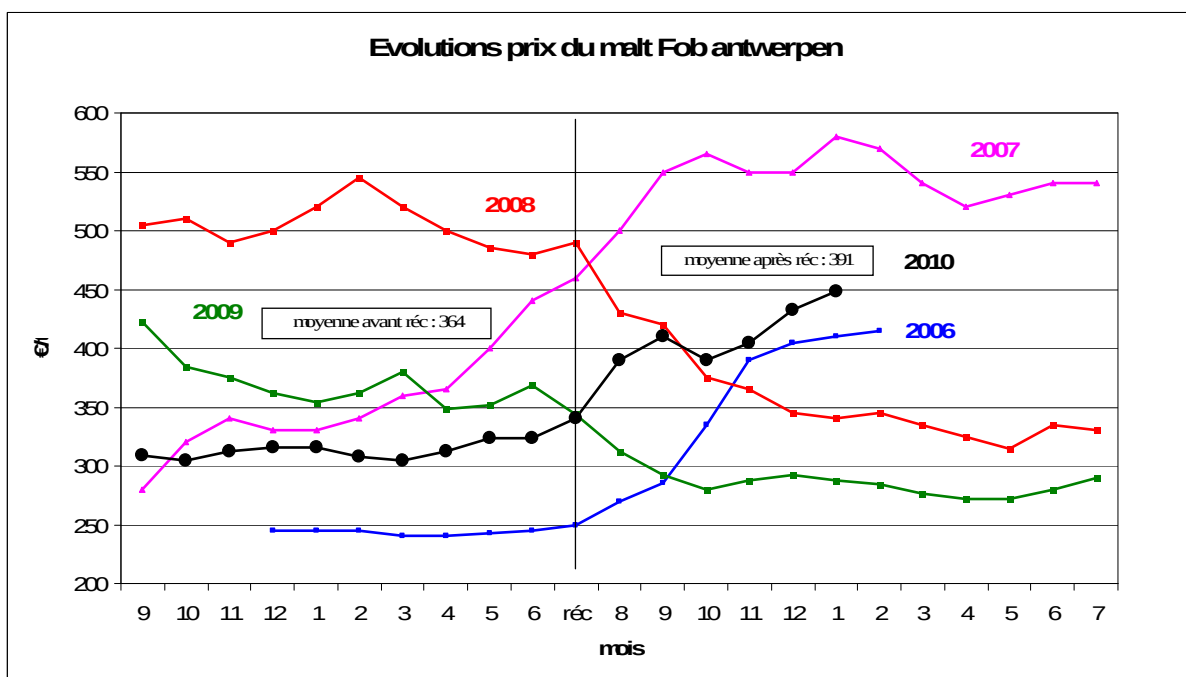
En fin de campagne 2009, les stocks de report étaient abondants d'où une pénurie d'orges de brasserie est limitée en récolte 2010. L'industrie ne se presse pas pour couvrir ses approvisionnements et les prix, qui sont néanmoins supérieurs à ceux de l'année 2006, ne suivent pas l'envolée des froments où la spéculation est plus active. Résultat ? Les agriculteurs préfèrent emblaver des froments que de l'orge de brasserie dont on prévoit encore une diminution des emblavements pour la récolte 2011. Pour peu que les rendements 2011 ne soient pas les meilleurs, ou qu'il y ait en 2011 de nouvelles catastrophes climatiques dans l'une ou l'autre grandes régions exportatrices d'orge de brasserie, les prix 2011 pourraient bien vite être ceux de la récolte 2007.

Sans viser ces prix exceptionnels, l'agriculteur a intérêt de bien faire ses calculs. En ce début février, la figure 8.1 montre que les prix annoncés en FOB Creil pour la récolte 2011 (255 €/t rendu Belgique en novembre 2011, moins 35 €/t de marge négoce pour le stockage, la préparation et le transport = 220 €/t agriculteur) devraient permettre des contrats très corrects

à ne pas sous-estimer pour une partie de la future récolte ! En tout cas pour de gros volumes de livraison.



La figure 8.2 suivante montre que les moyennes des cours du malt (étroitement liés aux cours de l'orge de brasserie) avant ou après récolte donnent un avantage de 27 €/t en moyenne pour les cotations en bourse après la récolte. En période de prix élevé du malt et donc de l'orge, on a intérêt à couvrir une partie de la future récolte par contrat, par contre en moyenne on a intérêt à cultiver en attendant les prix après la récolte.



2 Résultats d'expérimentations

2.1 Les variétés brassicoles

2.1.1 Les variétés brassicoles d'hiver : Cervoise fait 70 % du marché français

Paradoxal : La variété **Cervoise** a été retirée depuis deux ans, en raison d'une dormance plus longue que la moyenne, de la liste des variétés recommandées de l'IFBM (Institut Français de la Brasserie et de la Malterie) et est en conséquence absente des leurs données statistiques. Par contre Cervoise est toujours restée cotée en bourse FOB Creil, principal marché où s'approvisionne la malterie belge. Cervoise, avec 1,2 Mt de disponible, représente 70 % du marché français de l'orge hiver pour la malterie (voir tableau 8.1). La variété **Esterel**, régulièrement largement dépassée en rendement, trop sensible au froid et aux maladies, ne représente plus que 17 % de ce marché. **Cervoise** est donc bien la variété brassicole d'hiver la plus importante.

Arturio n'apporte pas d'avantage cultural sur Cervoise et s'installe difficilement dans ce marché français. La variété deux rangs **Cassata** recommandée en Grande-Bretagne est actuellement la seule alternative intéressante à la 2 rangs brassicole **Vanessa**, mais n'est malheureusement pas développée sur le continent. Les résultats de **Azurel** et **Cartel** sont donnés pour information : ces variétés ne présentent aucun intérêt cultural.

Par contre il convient de suivre le développement de **Gigga** qui a montré un très gros potentiel en 2010, de même qu'une très bonne résistance aux maladies (pas de perte de rendement en absence de fongicide en 2010). **Gigga** est présente sur la liste de l'IFBM.

Tableau 8.1 – Principaux résultats à Lonzée des variétés alternatives à Esterel (essais EBC). Rendements en quintaux/ha et importance relative de leur part de marché des orges hiver de brasserie françaises pour la malterie.

	2010	2009	2008	2007	2006	2005	France
Esterel	114	96	87	93	84	107	17 %
Cervoise	116	107	96	103	96		70 %
Arturio	114				98	109	7 %
Azurel			85	95			5 %
Cartel	104	94	88				
Cassata (2R)	104		97	103			
Gigga	116						

2.1.2 Les variétés brassicoles de printemps

Le tableau 8.2 résume les résultats des variétés brassicole en orge de printemps. Les rendements, de l'ordre de 76 qx en **Sébastien** et de 82-83 qx en **Quench**, **Concerto** et **Henley**, y sont corrects, quoique en retrait de 15 % par rapport à la récolte 2009. Seules ces 4 variétés sont proposées sur le marché des semences ce printemps. **Sébastien** est de loin la variété la plus cultivée en France (67 % du marché) ; elle est la variété de référence sur le marché Euronext de l'orge de brasserie qui peine à se mettre en place. **Quench**, la variété la

plus résistante aux maladies, se développe partout en Europe mais pas en France. Par contre **Concerto** et **Henley** sont reprises dans la liste des variétés recommandées de l'IFBM.

Pour son choix, l'agriculteur doit prendre contact avec son négociant – stockeur intermédiaire. En absence de marché à terme fonctionnel, 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.

Tableau 8.2 – Principaux résultats en orge de printemps. Essais EBC à Lonzée – Gx-ABT.

Récoltes EBC – orges de printemps - en % de de la moyenne											
	Récolte 2010			Récoltes 2009-2006							
	RDT %	Prot %	Calib % >2,5 mm	RDT 2009	Prot %	RDT 2008	Prot %	RDT 2007	Prot %	RDT 2006	Prot %
variétés brassicoles témoins											
Quench	104	11,7	92,4	103	10,0	99	11,1	101	11,1	99	10,7
Sebastian	96	11,2	94,9	97	9,6	101	11,2	99	11,8	101	10,9
autres variétés brassicoles reconnues											
Béatrix	101	11,8	92,2	94	10,0	105	10,8	106	11,0	97	10,8
Henley	103	11,7	97,5					99	10,9	99	10,8
Prestige	100	12,2	96,0	91	10,3	106	11,5	97	11,6	95	11,4
Tipple	100	11,5	89,2	94	9,8	102	11,4	93	11,0	99	10,7
variétés à potentiel brassicole en observation											
Concerto	103	11,4	96,5	94	10,0	106	11,2				
Grace	103	12,5	95,3	100	10,2						
Scrabble	99	12,2	92,0								
Sunshine	104	12,3	96,8	95	10,6						
Moyenne (1)	7959	11,4	94,3	9231	9,8	7151	11,2	6795	11,5	7798	10,8

(1) : rendements moyens des témoins en kg/ha; protéines ou calibrage des témoins en %

2.2 Résultats d'expérimentation sur la fumure en orge de brasserie

2.2.1 Fumure en orge de brasserie d'hiver en 2010

La fumure azotée de l'orge d'hiver brassicole Cervoise est présentée dans le point 2.2.2 de la partie escourgeon du chapitre de la fumure azotée de ce Livre Blanc. Pour rappel, dans l'essai ES10-03 la fumure donnant le rendement maximum de 115,5 qx était de 166N/ha, la fumure optimale pour un prix de vente de 160 €/t et un coût de l'engrais de 200 €/t s'élevant à 146 N donnant 114,7 qx. A ce niveau de fumure, les protéines étaient toujours parfaitement dans les normes.

Ces données sont résumées dans la figure 8.1 ci-dessous.

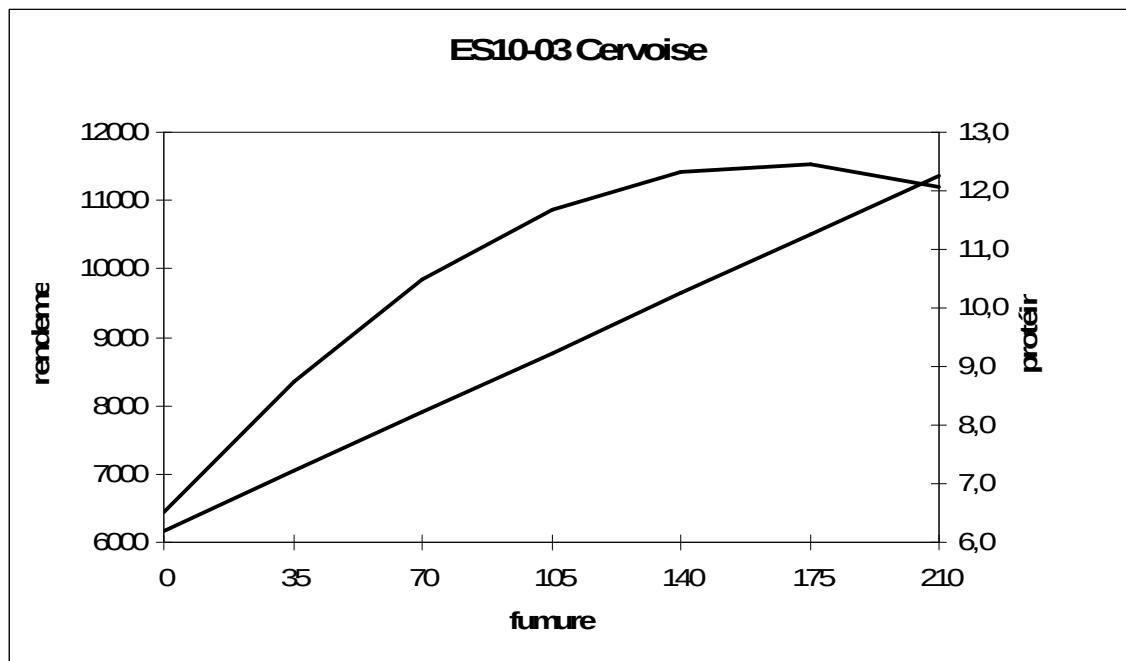


Figure 8.1 – Réponses des rendements et de la teneur en protéines à la fumure azotée (Lonzée ; 2010 : var. Cervoise).

2.2.2 Fumure azotée en orge de brasserie de printemps

2.2.2.1 La fumure azotée en orge de brasserie de printemps en 2010

En orge de printemps, deux essais sur le fractionnement ont été menés en 2010. Les résultats sont donnés dans le tableau 8.3 et les réponses du rendement à la fumure azotée qui y ont été observées sont représentées dans les figures 8.2 et 8.3 avec également leurs réponses respectives des teneurs en protéines. Le tableau 8.4 donne les valeurs caractéristiques de ces réponses.

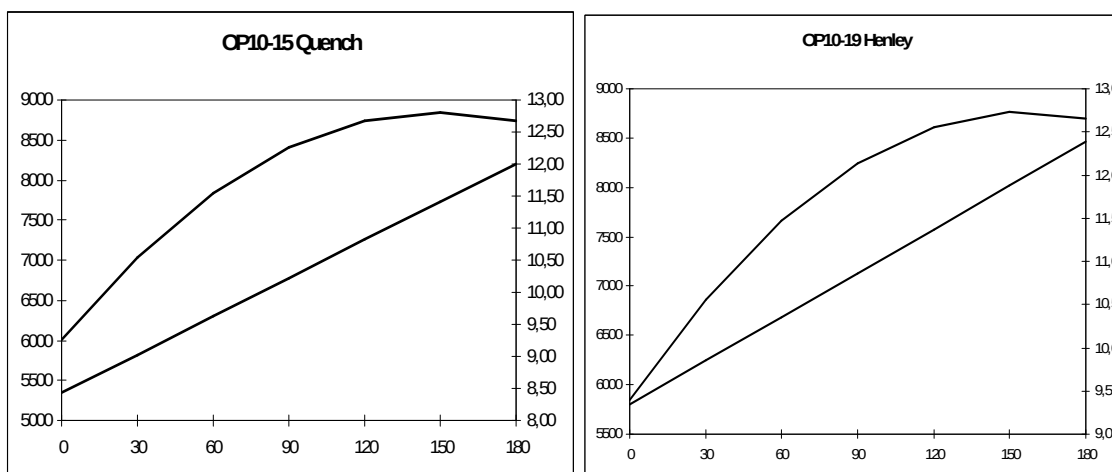


Figure 8.2 & 8.3 – Réponses des rendements et de la teneur en protéines à la fumure azotée croissante, variétés Quench et Henley à Lonzée en 2010,.

Tableau 8.3 – Fractionnement de la fumure azotée en orge de printemps. Essais OP10-15 & OP10-19 à Lonzée – Gx-ABT.

	fumures			OP10-15 Quench		OP10-19 Henley	
	3 f 12/4	red 19/5	tot	rdt	prot	rdt	prot
				kg/ha	%	kg/ha	%
1	0		0	6016	8,5	5847	9,2
2	60		60	8027	9,3	7756	10,5
3	90		90	8474	10,5	8259	10,8
4	120		120	8673	11,0	8502	11,3
5	150		150	8863	11,2	8843	11,9
6	180		180	8830	12,0	8746	12,2
7	30	60	90	8327	10,8	7825	11,0
8	30	90	120	8338	11,4	8173	11,7
9	30	120	150	8255	12,1	8029	11,9
10	60	30	90	8552	10,5	8103	10,9
11	60	60	120	8471	11,3	8175	11,0
12	60	90	150	8397	11,7	8446	11,8
13	60	120	180	8672	12,3	8481	12,4
14	90	30	120	8721	11,0	8586	11,5
15	90	60	150	8816	12,0	8599	11,6
16	90	90	180	8598	12,2	8724	12,0

Tableau 8.4 – Valeurs caractéristiques des réponses des figures 8.2 & 8.3. Essais OP10-15 & OP10-19 à Lonzée – Gx-ABT.

	Nmax	RDTmax	Nopt	RDTopt	prot
QUENCH	150	8850	131	8808	11,0
HENLEY	156	8766	137	8721	11,7

Les deux essais (l'un sur Quench, l'autre sur Henley) donnent des résultats très proches et concordants. Les rendements maximaux ont été atteints respectivement à 150 et 156 uN ; le rendement économiquement optimal, quand les prix de vente de la récolte sont à 160 €/t et d'achat de l'engrais 27% à 200 €/t, était à 131 uN pour Quench et à ce niveau la teneur en protéine était optimale (11 %) ; l'optimum économique et l'optimum pour la qualité coïncident pour Quench dans cet essai en 2010 à Lonzée. Pour Henley cette fumure optimale était de 137 uN mais à ce niveau les protéines étaient légèrement trop élevées et l'optimum pour la qualité ne devait pas dépasser les 120 uN (voir tableau 8.2).

Quand au mode d'application, les données statistiques montrent que le total de la fumure pouvait être appliqué dès la levée, mais que une double applications réparties en 90 uN à la levée suivie de 30 uN au redressement était aussi performant que le total de 120 uN mis à la levée, avec toutefois un passage en plus.

Les essais OP10-15 & OP10-19 sont confirmés dans l'essai OP10-11 réalisé sur 5 variétés et dont les données caractéristiques des réponses sont données dans le tableau 8.5 ; les réponses moyennes des 5 variétés pour les rendements et la teneur en protéines faisant l'objet de la figure 8.4.

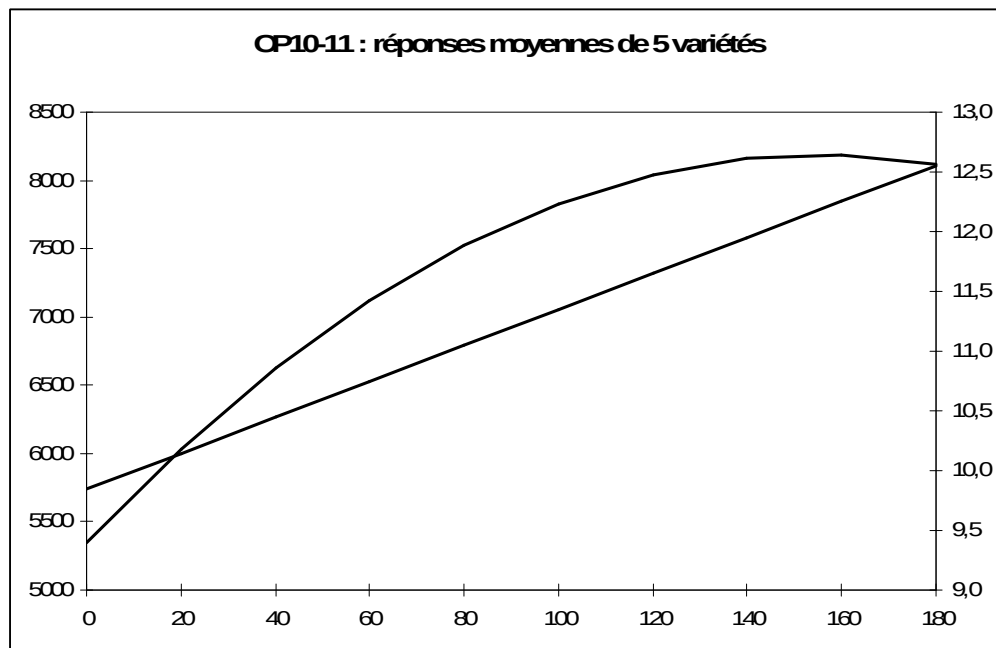


Figure 8.4 – Réponses des rendements et de la teneur en protéines de la moyenne des 5 variétés de OP10-11 à Lonzée en 2010 avec la fumure azotée croissante.

	Nmax	Rdt max	Nopt	Rdt opt	prot opt
Sebastian	158	8117	138	8071	12,1
Tipple	151	8052	133	8010	11,6
Beatrix	159	8229	138	8181	11,9
Quench	149	8257	129	8212	11,9
Henley	163	8316	142	8266	11,8
moyenne	156	8191	136	8145	11,9

Tableau 8.5 – Valeurs caractéristiques des réponses des 5 variétés et de leur moyenne – Essais OP10-11 à Lonzée – Gx-ABT.

Les teneurs excessives en protéines de Henley dans l'essai OP10-19 au niveau de la fumure économiquement optimale sont confirmées dans le tableau 8.5 pour toutes les variétés, tout comme dans le tableau 8.2 pour la plupart des variétés de l'essai OP10-10 où la fumure était de 120 N.

En moyenne, l'essai OP10-11 sur les 5 variétés (figure 8.4) nous renseigne qu'à Lonzée il ne fallait pas dépasser 100 uN ; les teneurs en protéines étant à ce niveau de fumure de 11,3 %. Les teneurs en protéines relativement élevées en 2010 par rapport à 2009, sont à relier aux minéralisations du sol décalées vers la fin de végétation suite aux déficits de pluies pendant la période allant du début tallage à la mi-juillet (récolte le 1^{er} août).

2.3 La protection fongicide en orge de brasserie

La protection fongicide des orges d'hiver a été étudiée dans la partie escourgeon où la variété en essais était Cervoise. En orge de printemps et vu la rapidité de la croissance et du développement, le problème se pose différemment des escourgeons même si les maladies sont communes, y compris le complexe grillures- ramulariose observé pour la première fois en

orge de printemps à Lonzée en 2009 et apparu après épiaison, 15 jours plus tard qu'en escourgeon. Comme en escourgeon le complexe grillures-ramulariose a été absent en 2010.

En moyenne sur les 6 dernières années, la période de montaison (entre le stade épi 1 cm et le stade dernière feuille étalée) a duré 12 jours en orge de printemps (13 jours en 2010) contre 31 jours en escourgeon.

On devine évidemment que dans ces conditions il est exceptionnel que le fongicide en montaison améliore suffisamment les rendements que pour en assurer sa rentabilité malgré les relativement fortes fumures apportées en début de végétation pour forcer la population de talles montant en épis mais qui devraient favoriser l'installation des maladies. Ce qui fut le cas en 2010 avec souvent la présence de rhynchosporiose et d'oïdium dès le début de la montaison.

L'efficacité des fongicides (à dose pleine) est reprise dans le tableau 8.6. En 2010, l'essai 1 donne l'efficacité moyenne des fongicides de l'essai de comparaison de 10 variétés. L'essai 2 a été réalisé sur la variété Quench, l'essai 3 sur la variété Sébastien et l'essai 4 sur la variété Henley.

Tableau 8.6 – Apports en kg/ha des traitements fongicides sur la dernière feuille (FDF) et fongicide en montaison (F1N) de 2005 à 2010.

		FDF (appliqué seul)	F1N (qd FDF)
2010	Essai 1	468	27
	Essai 2	161	(*)
	Essai 3	377	204
	Essai 4	335	53
2009	Essai 1	1347	(*)
	Essai 2	699	494
2008	Essai 1	707	217
	Essai 2	1058	205
2007	Essai 1	658	(*)
	Essai 2	558	(*)
	Essai 3	612	(*)
2006	Essai 1	69	108
	Essai 2	495	155
2005	Essai 1	226	158
	Essai 2	258	47
	Essai 3	269	1
moy		519	152

(*) : pas d'application de fongicide montaison dans cet essai

L'apport moyen du fongicide à la dernière feuille est généralement rentabilisé puisqu'il est de 519 kg/ha. Le tableau 8.7 nous renseigne que cette augmentation de rendement couvre le prix du fongicide, dès que le prix de vente de l'orge atteint 115 €/t. Par contre l'apport supplémentaire d'un fongicide en montaison n'est jamais rentabilisé à Lonzée (sauf 1 essai en 2009 sur du Sébastien particulièrement malade).

Tableau 8.7 – Coût d'une application fongicide de 60 €/ha exprimé en kg orge/ha et selon le prix de vente (PV) de l'orge (prix agriculteur).

PV	Fongicide de 60 € = (en kg/ha)
85	706
100	600
115	522
130	462
145	414
160	375
200	300

Cette faible valorisation des fongicides en orge de printemps pose la question de l'intérêt des doses réduites. Le tableau 8.8 compare pour 2009 et 2010, les efficacités des traitements fongicides de dernière feuille renforcés ou non par un fongicide en montaison, à pleine dose ou à demi-dose.

L'essai en 2009, l'essai était réalisé sur la variété Sébastien, variété la plus sensible aux maladies, qui avait particulièrement bien réagit aux traitement, et en 2010 sur Henley, variété également sensible aux maladies mais avec nettement moins de pression de maladies qu'en 2009. Le tableau présente le détail des rendements observés ces deux années. La 5^{ème} colonne résume les gains moyens de rendement permis par les différentes combinaisons de traitement. Les deux dernières colonnes compare les revenus (moyenne de 2009 et 2010) quand le prix de vente est de 130 ou 200 €/t.

Tableau 8.8 – Rendements (en kg/ha) et rentabilité des itinéraires techniques (en euros) selon le prix de vente (PV) ; 2009 (Var. Sébastien) et 2010 (Var. Henley), Lonzée.

		RDT 2009	RDT 2010	Gain moyen	Revenu ½ brut en €/ha	
F 1N	FDF	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	PV 130 €/t	PV 200 €/t
-	-	7565	7350		969	1492
-	Dose normale	8264	7685	517	977	1535
-	Demi- dose	8184	7660	465	1000	1554
Dose normale	Dose normale	8758	7738	791	952	1530
Demi- dose	Dose normale	8742	7707	767	979	1555
Demi- dose	Demi- dose	8582	7670	669	996	1564

A 130 €/t, le meilleur revenu est obtenu avec ½ dose sur la dernière feuille (Fdf). À 200 €/t, ½ dose supplémentaire en montaison (Fm) permet d'améliorer légèrement le revenu. Ces conclusions obtenues sur les moyennes de Sébastien et Henley, deux variétés sensibles aux maladies, ne sont pas à généraliser pour Quench, par exemple, qui n'a rentabilisé aucun fongicide en 2010.

Si on refait les calculs pour Sébastien (rdt 2009) on obtient à 130 €/t le meilleur revenu avec ½ dose en Fdf + ½ dose en Fm et à 200 €/t avec ½ dose en Fm + indifféremment ½ ou 1 dose en Fdf.

Si on refait les calculs pour Henley (rdt 2010) on obtient le meilleur revenu avec ½ dose en Fdf quand le prix est soit à 130 €/t soit à 200 €/t.

La tendance semble indiquer qu'en orge de printemps il ne faudrait travailler qu'avec des demi doses de façon systématique en Fdf ; précédée d'½ dose en Fm si les maladies sont très présentes en cours de montaison.

3 Recommandations pratiques

L'orge de printemps cultivée pour la malterie se caractérise par une utilisation optimale des intrants à un niveau faible et bénéficie de la prime agri-environnementale MAE 5 : cultures extensives de céréales. La valorisation de l'orge de printemps en malterie exige des soins à la récolte et une qualité de stockage particuliers (points 3.10 et 3.11).

3.1 Choix des parcelles

Les parcelles riches en humus actif (anciennes prairies, restitutions organiques abondantes ...) sont déconseillées pour une production brassicole.

D'autre part les parcelles trop filtrantes (séchantes et donc comportant des risques plus élevés d'échaudage) ou présentant des défauts de structure ne conviennent pas (les orges y sont plus sensibles que les froments). La place normale de l'orge de printemps est en 2^{ème} paille après un froment mais l'orge de printemps peut aussi suivre une tête de rotation. Dans cette situation, les précédents à forts reliquats azotés (pomme de terre, pois, légumes..) ne sont pas indiqués pour un débouché brassicole. L'orge de printemps peut aussi revenir sur elle-même.

Bien que théoriquement l'orge de printemps s'accommode aussi des « petites terres », il est préférable, pour un débouché brassicole, de lui réserver les bonnes terres à betteraves. Il ne faut évidemment pas espérer obtenir les meilleurs revenus financiers sur les plus mauvaises terres de la ferme.

3.2 Date de semis en orge de printemps

La date idéale de semis se situe autour du 15 mars.

Semer plus tôt (jamais avant le 10 février) dans de très bonnes conditions de ressuyage et d'ensoleillement devrait théoriquement permettre d'assurer une plus longue période de végétation, un meilleur enracinement et une meilleure résistance à une sécheresse éventuelle. Le principal avantage avéré des semis de février est d'atteindre le stade 1^{er} nœud avant les premiers vols de pucerons vecteurs de jaunisse nanisante au printemps.

Par contre, on rate beaucoup plus souvent un semis hâtif qui lève plus lentement et risque plus d'être ravagé par les pigeons et corvidés. En outre, dans ces semis, les vulpins peuvent être plus envahissants.

Il n'y a aucune raison de se presser avant le 15 mars si les conditions de semis ne sont pas vraiment bonnes. Par contre si les conditions sont très bonnes dans la seconde quinzaine de février, il ne faut pas hésiter si on ne craint pas les corbeaux. Plus le semis est tardif, plus la préparation du sol devra être affinée pour favoriser une levée rapide.

Dans toutes les situations, mais surtout si la préparation du sol ou la levée ne semblent pas satisfaisantes, il ne faut pas hésiter à rouler le semis (le plus tôt est le mieux, mais le roulage peut être fait sans aucun problème jusqu'au stade 1^{er} nœud).

En mai, on ne mettra de l'orge de printemps que s'il n'y a pas d'autre choix.

3.3 Densité de semis

Il faut semer sans jamais dépasser 250 grains au m². 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 oiseaux de passage, mais pas les locaux résidents. Une parcelle roulée est également moins attractive pour les oiseaux.

3.5 Insecticide contre les pucerons jusqu'au stade 1^{er} nœud

Les céréales de printemps sont très sensibles aux viroses transmises par les pucerons. Surtout après un hiver clément pendant lequel les pucerons ont survécu, il faut rester très vigilant jusqu'à la montaison et traiter si nécessaire, selon les avertissements. Il est rare de devoir traiter les semis réalisés avant le 15 mars.

3.6 Fumure azotée

Il ne faut appliquer aucune fumure au semis pour les semis de février, mais attendre la levée qui peut prendre plusieurs semaines. Par contre, on peut mettre la fumure de base au moment des semis effectués à partir de la mi-mars ou après.

Dans les conditions de référence, et si les reliquats azotés moyens en sortie d'hiver sont de l'ordre de 80 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 du développement de la végétation.

Le calibre des grains diminue avec l'augmentation de la fumure, surtout les années de sécheresse pendant le remplissage des grains. Dépasser la fumure de référence n'est pas prudent lorsqu'on cultive pour la première fois de l'orge de printemps. Avec de l'expérience, on pourra éventuellement prendre ce risque en connaissance de cause.

Pour plus de détail, lire le point 2.2.2 sur les résultats des expérimentations sur la fumure.

3.7 Désherbage : normalement pas de lutte contre le vulpin

Il faut éviter de stresser inutilement l'orge de printemps. Excepté pour les parcelles que l'on sait envahies par la folle-avoine ou le jouet du vent et qu'il convient de traiter au triallate, il n'est généralement pas nécessaire de traiter les orges de printemps contre les graminées. Pour lutter contre les graminées (le problème se pose plus souvent pour les semis de février), de nombreux produits agréés en escourgeon ont été testés sans aucun dommage pendant le tallage quand la céréale est bien vigoureuse et non stressée. Contre les dicotylées, la gamme des produits est très large (consulter la liste dans les pages jaunes).

3.8 Stratégie de lutte contre les maladies en orge de printemps

Excepté en 2009, où est apparu le complexe grillures-ramulariose, les dernières années n'ont pas été très favorables à l'emploi des fongicides. Aucun traitement fongicide n'est 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 lorsque les récoltes mures sont retardées par les pluies au mois d'août et qui peuvent provoquer le gushing (désagréable et surprenante sortie explosive de la bière hors de la bouteille lors du décapsulage de celle-ci).

Fongicide au stade Dernière feuille : il faut traiter systématiquement les variétés classées sensibles aux maladies au stade dernière feuille (même en absence de maladie). 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). Un fongicide à moitié de la dose pleine agréée de matières actives contre les maladies visées semble pouvoir suffire.

On peut ne pas traiter systématiquement les variétés très résistantes (Pewter, Quench ...) 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. Il semble que la moitié de la dose pleine agréée soit toujours suffisante à ce stade.

3.9 Les régulateurs de croissance

En culture d'orge de printemps brassicole, l'emploi d'un régulateur n'est normalement pas nécessaire ; il est d'ailleurs souvent phytotoxique (avec parfois de fortes chutes de rendement).

Si le traitement est jugé nécessaire, les régulateurs utilisés en escourgeon sont agréés en orge de printemps mais à 2/3 de la dose agréée en escourgeon (voir les pages jaunes).

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 moisissus incompatibles avec une bonne conservation ;
- de calibreur permettant d'éliminer les orgettes (grains < 2.2 mm) des récoltes ;
- d'un séchoir performant à utiliser dans les jours suivants la récolte pour sécher toutes les livraisons moissonnées à plus de 16 % (mesure de l'humidité 24 heures après mise en silo, après stabilisation : en début de moisson, l'humidité réelle des grains est très souvent sous-estimée de 1 à 2 %).

Le négociant doit être aux normes HACCP (obligatoire depuis 1997), et le personnel doit être sensibilisé et motivé à une politique de qualité.

Tous les négociants ne sont donc pas également compétents pour pouvoir espérer une bonne valorisation de l'orge de brasserie.

Le stockage de l'orge de brasserie est très délicat et bien plus contraignant que celui des autres céréales, y compris des semences, puisque la garantie d'énergie germinative est de 95 % en 3 jours en orge de brasserie, ce qui est beaucoup plus drastique que le pouvoir germinatif exigé des semences.

A la récolte, l'orge a une dormance plus ou moins forte selon l'année (climat pendant la maturation du grain), le type d'orge, la variété, ... Ainsi, les orges de printemps originaires de nos régions septentrionales ne sont généralement maltées qu'à partir de la fin de l'automne, et les orges d'hiver à partir du printemps. Entre-temps, l'orge de brasserie doit être stockée ; les livraisons ne se font jamais à la moisson, ce qui n'est pas le cas de l'escourgeon ou du froment.

Une directive européenne a introduit de nouvelles normes sanitaires qui concernent les teneurs maximales autorisées en mycotoxines : les aflatoxines B1, B2, G1, G2 et l'ochratoxine A. Ces mycotoxines sont produites par les *Penicillium* et *Aspergillus* se développant 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. Environnement

Introduction	2
1 Céréales et protéagineux d'hiver en agriculture biologique :	
cultures pures et associations ; résultats des essais 2010	3
1.1 Contexte.....	3
1.2 Principales caractéristiques des trois espèces de protéagineux d'hiver	4
1.3 Sites expérimentaux et particularités des essais	5
1.4 Résultats : rendements et qualité des associations et des cultures pures	6
1.4.1 Association triticale + pois fourrager : <i>effet de la variété de pois fourrager</i>	6
1.4.2 Association triticale + féverole d'hiver.....	7
1.4.3 Association froment + pois protéagineux d'hiver : <i>effet de la variété de pois protéagineux</i>	9
1.5 Conclusions et recommandations	11
2 La culture en association de froment et de légumineuses	13
2.1 Un peu d'histoire et de perspectives.....	13
2.2 L'expérimentation mise en place.....	14
2.2.1 Quelle légumineuse choisir comme partenaire au froment ?	14
2.2.2 Réponse à la fumure azotée du mélange froment-pois protéagineux d'hiver...	17
2.2.3 Faut-il détruire la légumineuse en cours de végétation ?	17
2.2.4 Conclusion et perspectives.....	18
3 VALOR un logiciel pour l'optimisation des engrais de ferme à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle	19
3.1 Les effluents d'élevage, de véritables engrais de ferme	19
3.2 Valo : un logiciel de gestion des engrais de ferme	22
3.3 Fonctionnement du logiciel : plusieurs étapes.....	22
3.3.1 Calcul des productions d'engrais de ferme.....	22
3.3.2 Calcul des besoins des cultures et des prairies en N, P et K.....	23
3.3.3 Etablir un plan de répartition optimal des engrais de ferme (plan de fumure) .	24
3.3.4 Montrer les gains réalisables par l'application des conseils donnés.....	26
3.3.5 Simulations	27
3.4 Conclusions	27
3.5 Disponibilité : site web	27
3.6 Références	28
4 Les limites de la réduction du volume/ha Résultats 2010	29
4.1 Introduction	29
4.2 Qualité des dépôts.....	29
4.3 Description de l'essai 2010.....	30
4.4 Résultats et analyses	31
4.4.1 Efficacité biologique	31
4.4.2 Qualité des dépôts	32
4.5 Conclusions	33

Introduction

Les cultures de légumineuses présentent l'avantage indéniable d'être autonome pour leur alimentation azotée. Les bactéries du genre *Rhizobium* vivant en symbiose avec la plante dans des nodosités qui se développent sur les racines des légumineuses prélèvent l'azote dans l'atmosphère, le transforment et le mettent à disposition de la culture. Lorsque cette activité symbiotique est bien installée et fonctionne convenablement, aucune fertilisation azotée ne doit être amenée à la culture.

Cette fourniture gratuite d'azote peut, dans des proportions variables selon les conditions culturales, être aussi mise à profit par d'autres plantes qui vivent en association, c'est-à-dire, dont les systèmes racinaires se partagent le même espace. Le bénéfice retiré de l'association entre le trèfle blanc et le ray-grass, base de nos pâturages, en est le plus bel exemple.

Lorsque les engrais azotés deviennent chers (et peut-être rares à l'avenir) ou lorsqu' en agriculture biologique ils ne sont pas autorisés, le recours à la fixation symbiotique de l'azote des légumineuses pour fournir aux cultures associées une part de l'azote dont elles ont besoin pour pouvoir exprimer le potentiel de rendement attendu dans les conditions pédoclimatiques de la parcelle apparaît donc une belle opportunité.

Les deux articles qui suivent font état des recherches sur cette thématique dans lesquelles se sont investies des équipes du CRA-W et de GxABT, la première dans le cadre de l'agriculture biologique, la seconde dans des perspectives auxquelles notre agriculture conventionnelle pourrait être confrontée dans un proche avenir.

1 Céréales et protéagineux d'hiver en agriculture biologique : cultures pures et associations ;

résultats des essais 2010

D. Jamar¹, A. Lecat² et L. Delanotte³

1.1 Contexte

Les associations d'hiver ou de printemps de type céréales+pois fourrager sont largement pratiquées et souvent bien maîtrisées dans les fermes d'élevage. Cependant, dans ces associations à base de pois fourrager, le pourcentage de pois dans la récolte ne peut dépasser 20 % sans risque important de verse précoce. La culture des protéagineux, pois et féverole, en mélange avec une céréale devrait permettre d'augmenter la proportion de protéagineux dans la récolte, et sa valeur alimentaire comme concentré de production.

Dans le cadre du projet INTERREG VETABIO, financés par les fonds européens FEDER et trois Régions transfrontalières, des partenaires du Nord-Pas de Calais (CA59), de Flandre (PCBT) et de Wallonie (CRA-W) ont mis en place trois essais où sont comparés les mélanges triticale+pois fourrager, triticale+féverole d'hiver et blé+pois protéagineux d'hiver.

¹ CRA-W – Dpt Agriculture et Milieux Naturel – Unité Systèmes agraires, territoires et technologie de l'information

² Chambre Régionale d'Agriculture (59) – Lille (France)

³ PCBT (Interprovinciaal Proefcentrum voor Biologische Teelt) – Rumbeke

1.2 Principales caractéristiques des trois espèces de protéagineux d'hiver

Tableau 9.1.	Pois fourrager	Pois protéagineux	Féverole d'hiver
Couleur de la fleur / tannins*	Fleur colorée / graine avec tannins	Fleur blanche / graine sans tannins	Fleur colorée / graine avec tannins ou fleur blanche / graine sans tannin
Foliole	Feuillues	Afila : folioles = vrilles	-
Teneur en protéine	23 à 24 %	20 %	28 à 30 % (fleurs blanches)
Croissance	Indéterminée	Déterminée	Déterminée
Ramifications de tige	Oui	Non (faible)	Oui
Résistance au froid	-15° à -20°	-10° à -15°	-5° à -12°
Date de semis **	A partir du 20/10	25/10 au 15/11	25/10 au 10/11
Profondeur de semis	3cm	3-4 cm	>8cm
Tolérance aux maladies	Bonne	Sensible (anthracnose)	Sensible (anthracnose)
Résistance à la verse	Aucune tenue de tige	Moyenne	Assez bonne
Précocité	Après les blés tardifs	Avec les blés précoces	Après les blés
Caractéristiques agronomiques	Obligatoirement cultivé avec une céréale comme tuteur (triticale, épeautre, avoine,...)	Très salissant en culture pure Sensibilité à l'anthracnose	Sensibilité à l'hiver Culture « salissante » mais binages ou hersages possibles

* : les tannins sont un facteur positif pour l'assimilation des protéines chez les ruminants, mais négatif chez les monogastriques.

** : un semis trop précoce ou superficiel diminue la résistance à l'hiver et la reprise de végétation au printemps.

1.3 Sites expérimentaux et particularités des essais

Tableau 9.2.	Nord-Pas de Calais (59) Marcq en Ostrevent	Carvin	Flandre Alveringem	Wallonie Waha (Famenne-Ardenne)
Type de sol	Limon profond	Limon profond	Limon sableux profond	Limon léger, assez-profond
Altitude	45m	28m	10 m	291 m
T° min / max	-12° / >30°	-14° / >30°	- 7° / 30°	-14° / 35°
Enneigement	Gel sans neige	Gel sans neige	Peu de neige	Couverture neigeuse (+/- 40j)
Rotation	Polyculture	Polyculture	Maraîchage	Polyculture élevage laitier
Précédent	Triticale	Pommes-de-terre	Carotte	Epeautre
Reliquat azote	-	94 UN	50 UN	-
Fumure	Néant	39 U-N de farine de Plumes (13-0-0)	Néant	Néant
Date de semis	18/11/09	12/11/09	11/11/09	19/10/09
Date de récolte	10/08/10	10/08/10	20/08/10	12/08/10
Densités pleine dose (grains/m²) / pourcentage de levée (sortie hiver)				
Triticale	360 / ?	340 / ?	400 / 67 %	300 / 78 %
Blé	-	-	400 / 53 %	350 / 75 %
Féverole / Diva	25 / 50%	-	30 / 80 %	25 / 69 %
Pois Protéag./Isard	-	-	100 / 77 %	100 / 80 %
Pois fourrager/Assas	-	25 / ?	25 / 70 %	25 / 75 %
Particularités	- Faible fourniture en azote du sol. - Semis superficiel - Pression adventice (repousse de colza) - Dégâts de bruche (15 à 26% des grains)	- Bonnes conditions de semis - Récolte avant les pluies	- Forte battance => mauvaise levée des céréales (50 à 65%) - Dégâts de pigeons au printemps sur pois protéagineux	- Reprise du gel fin avril - Forte pression chénopode sur féverole => désherbage manuel en culture pure (1er juillet)* - Violent orage mi-juillet => sensibilité à la verse déterminante

* : désherbage manuel des chénopodes par section de la base des tiges (cisaille électrique)

Les semis ont été suivis assez rapidement d'un hiver précoce, froid et long avec une couverture neigeuse importante et persistante en site wallon. Les séquences de gel et dégel ont été particulièrement dommageables sur féverole d'hiver. Les dégâts ont été visibles sur cette culture (nécroses sur tiges et feuilles) jusqu'en avril avec la reprise du gel nocturne. L'hiver a été suivi d'un printemps froid et sec. La sécheresse a persisté jusque début août avec des pics de température supérieurs à 30°C (sauf à Alveringem) fin juin - début juillet particulièrement défavorables à la fructification des derniers étages floraux des protéagineux. Le moi d'août fort pluvieux a par contre retardé la récolte d'une dizaine de jours après maturité complète.

1.4 Résultats : rendements et qualité des associations et des cultures pures

Dans les figures, les rendements bruts et le pourcentage de protéagineux dans la récolte sont exprimés à 15% d'humidité. La verse a été estimée à maturité et est exprimée en pourcent : 100% correspondant à une parcelle intégralement versée.

1.4.1 Association triticales + pois fourrager : effet de la variété de pois fourrager

L'association *triticales + pois fourrager* est le mélange de référence en agriculture biologique. En effet, il a fait ses preuves au niveau de la compétition vis-à-vis des adventices, de son potentiel de rendement et de sa capacité d'adaptation à différentes situations pédoclimatiques. Son inconvénient est la difficile maîtrise de la proportion du pois fourrager dans la culture : pour un même rapport triticales/pois au semis, elle peut varier fortement d'une parcelle à l'autre, et d'une année climatique à l'autre. Or, l'absence de tenue de tige du pois fourrager rend le risque de verse important dès qu'on dépasse 20 % de pois dans la récolte.

Les variétés testées sont ASSAS, PICARD et ARCTA semées à raison de 25 graines/m², avec une pleine dose de la variété de triticales GRANDVAL (entre 300 et 400 grains/m² selon les essais). Plus que les autres variétés, ASSAS a présenté des symptômes de sensibilité au froid (feuilles et tiges gelées de couleur marron). En revanche, les pertes de pieds n'ont pas été plus importantes que celles des autres variétés. ASSAS a aussi été plus précoce à la maturité. A l'exception des modalités versées à Waha, les rendements obtenus sont conformes au potentiel de rendement correspondant au site (conditions pédoclimatiques, rotation, précédent, fumure).

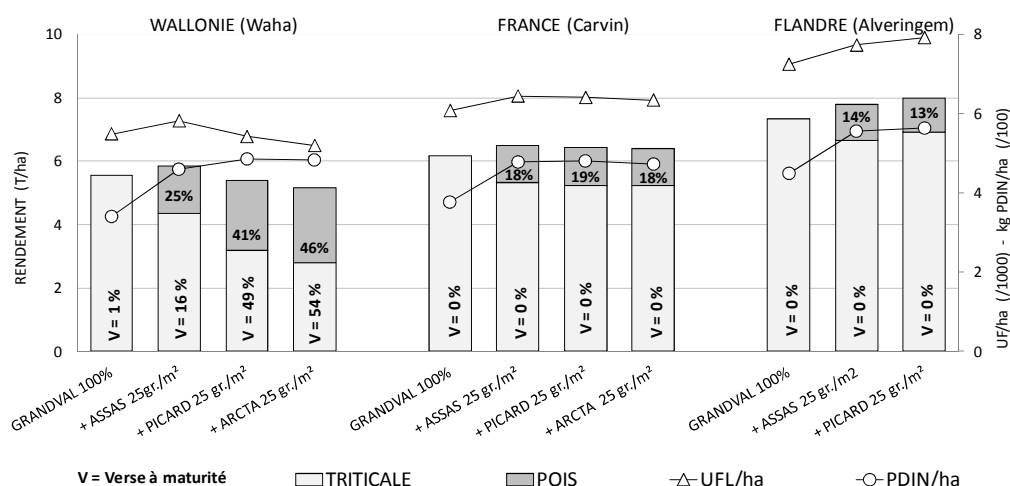


Figure 9.1. – Association triticales + pois fourrager : effet de la variété de pois fourrager.

1. A Waha, où un violent orage a eu lieu mi-juillet, les variétés Picard et Arcta, dont le développement végétatif plus important a été observé sur les trois sites, ont rendu l'association plus sensible à la verse ; les rendements bruts ont été pénalisés par rapport à

l'association comprenant la variété Assas. Sur les autres sites, il n'y a pas d'effet significatif de la variété de pois sur le rendement ni de la proportion de grains des deux espèces.

2. Hormis les cas de verse, l'association a permis d'augmenter le rendement brut de +5% à +9% ($p=0,05$) et le rendement en PDI par rapport à la culture pure de triticales ($p<0,01$). La valeur protéique de la récolte est aussi améliorée de +10g à +20g PDIN/kgMS ($p<0,01$) sans diminution de sa valeur énergétique (1,17 UFL/kgMS).
3. Bien que plusieurs facteurs, tels que le climat local ou la densité, entrent en ligne de compte pour expliquer les différences entre sites, nos résultats semblent concorder avec les observations faites dans d'autres essais : les sites où le rendement de la céréale cultivée seule est élevé, ont aussi un rendement en pois plus faible et une moindre proportion de pois dans la récolte. En plus de son rôle de tuteur, le triticales jouerait aussi, par effet de compétition, un rôle de « modérateur de croissance » pour le pois fourrager.

1.4.2 Association triticales + féverole d'hiver

Cette association est peu pratiquée, mais la sélection de nouvelles variétés de féverole d'hiver, plus résistantes au froid, permet d'envisager cette culture en Wallonie. En culture pure, la féverole laisse beaucoup d'azote et de lumière disponible ce qui la rend peu compétitive vis-à-vis des adventices. Dans l'association avec le triticales, c'est la céréale qui bénéficie de l'azote disponible et qui joue dès lors un rôle de « désherbant ».

Densité optimale du triticales

Un essai implanté à Waha (Wallonie) visait à comparer différentes densités du tuteur (figure 9.2.). La féverole (DIVA) a été semée systématiquement à 20 gr/m², et a été associée avec le triticales (GRANDVAL) à trois densités : 25, 50 et 75% de la dose pleine (300 gr/m²). L'hiver long et froid a occasionné sur la féverole des pertes de pieds voisines de 30% : les densités en sortie d'hiver étaient insuffisantes.

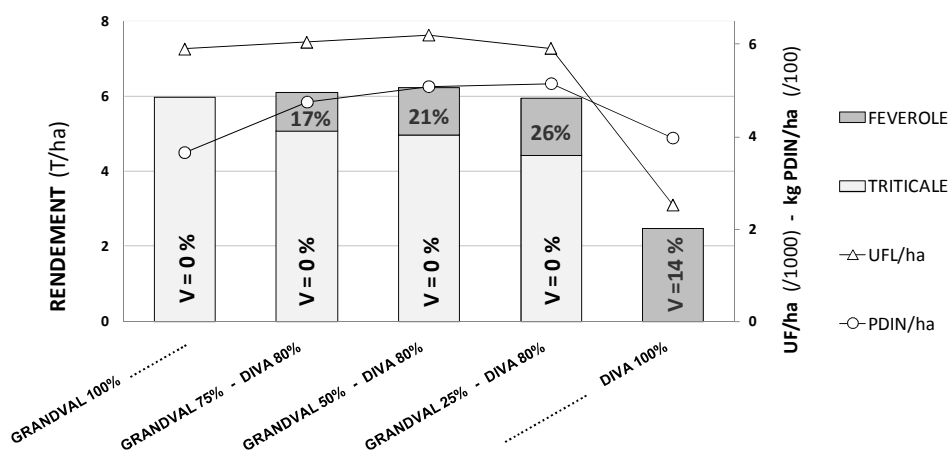


Figure 9.2 – Association triticales + féverole : effet de la densité du triticales (site de Waha).

1. Quelle que soit sa densité de semis, le triticales s'est bien développé, compensant en grande partie le déficit de densité au semis : pour des densités de triticales variant de 100 à

25% de la dose pleine, le rendement du triticale, varie de 100% (pour la culture pure) à 73%.

2. Les rendements bruts de la culture pure de triticale et des associations à différents niveaux de densité du triticale, ont été équivalents.
3. Malgré les pertes de pieds, le pourcentage de féverole dans la récolte augmente logiquement avec la diminution de la densité de semis du triticale. La différence est significative ($p < 0,05$) entre les densités 25 et 75%. Par contre, il n'y a pas d'influence de la densité sur les rendements en UFL et PDIN.

Ces résultats ne permettent pas de dégager une densité optimale pour le triticale puisque ce facteur a montré peu d'influence sur les rendements. Ils indiquent toutefois que, dans les conditions de l'essai, il n'a pas été utile de semer le triticale au-delà de 50% de la densité préconisée pour sa culture pure.

Comportement des variétés de féverole en association et en culture pure

Quatre variétés de féverole (DIVA, GLADICE, IRENA et OLAN) ont été cultivées, soit seule à la densité de semis recommandée pour sa culture (dose pleine = 25 à 30 graines/m²), soit en association avec du triticale (GRANDVAL). Dans l'association, la féverole a été semée à 80% de la dose pleine et le triticale à 50% de la dose pleine.

Les pertes de densité observées à Waha en sortie d'hiver permettent de classer les variétés sur base de la résistance au froid : DIVA(-30%) > OLAN(-39%) = GLADICE(-43%) > IRENA(-70%). Sur le site de Waha, IRENA, trop sensible à l'hiver, n'a pas été récoltée. A Marcq, les pertes hivernales étaient également importantes (-50%) et voisines pour les 4 variétés. A Alveringem où le climat a été plus doux en raison de la proximité de la mer, les pertes hivernales sont moindres (-20%) et les densités en sortie d'hiver sont correctes (24 pl./m² pour la modalité semée en pur à 30 grains/m²).

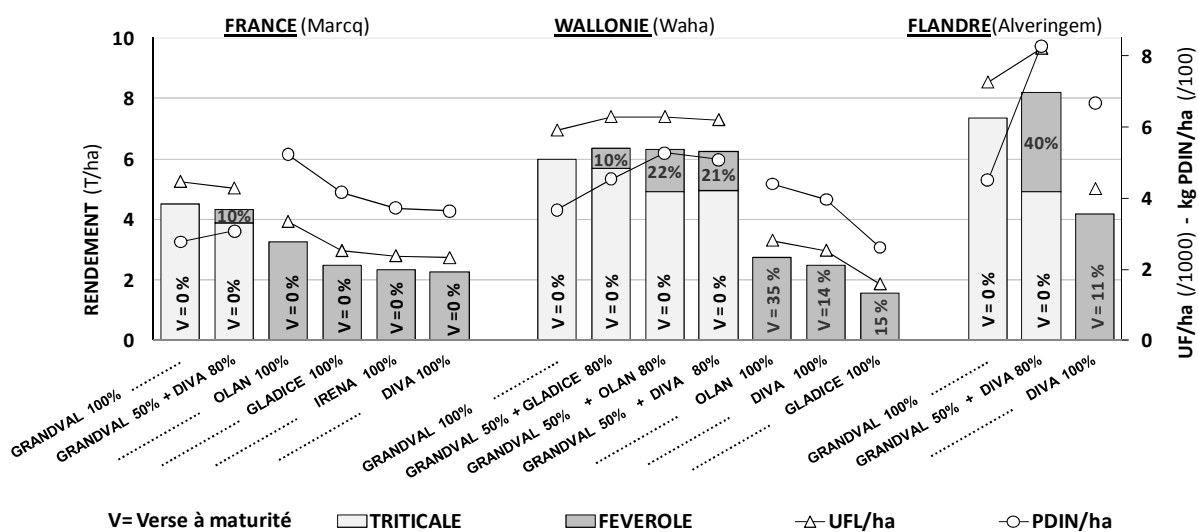


Figure 9.3 – Féverole et association triticale + féverole : effet de la variété de féverole.

1. A Waha et à Marcq la féverole en culture pure a été « salissante » ce qui, avec le défaut de densité et l'année climatique particulièrement défavorable à la féverole, explique ses faibles performances. Le 1^{er} juillet, à Waha, les chénopodes étaient encore dominés par la culture et une intervention manuelle à la cisaille a permis de les maîtriser.
2. A Waha, OLAN s'est montré plus tardif à maturité (+10jours) et plus sensible à la verse (35%) que DIVA (14%) et GLADICE (15%). OLAN a également montré, une meilleure vigueur en sortie d'hiver avec une plus forte capacité de ramification et un plus grand développement végétatif.
3. Les rendements en culture pure de féverole, sont faibles. A Marcq, OLAN (3.270 kg/ha) se distingue pour le niveau de rendement plus élevé ($p < 0,05$) par rapport aux autres variétés (2.360 kg/ha). A Waha, OLAN (2.750 kg/ha) et DIVA (2.480 kg/ha) sont supérieurs ($p < 0,01$) à GLADICE (1.550 kg). DIVA affiche la meilleure performance à Alveringem (4.180 kg/ha) où la densité est correcte (24pl. / m²), le climat plus doux et la pression des adventices faible.
4. Dans les associations, le triticales (GRANDVAL) a très bien joué son rôle de « désherbant » en occupant les vides. Les adventices y ont été bien maîtrisées, sans intervention mécanique.
5. Les rendements de l'association sont équivalents à celui de la culture pure de triticales à Waha (+5%) et à Marcq (-5%). La proportion de féverole dans la récolte ne dépasse pas 22% à Waha et 10% à Marcq, soit des proportions de protéagineux similaires à celles observées pour l'association triticales + pois fourragers et qui s'expliquent, en partie, par les densités insuffisantes de féverole. A Waha, les associations avec OLAN et DIVA ont néanmoins amélioré la valeur protéique de la récolte de +25g de PDIN/kgMS ($p < 0,001$) par rapport à la culture pure de triticales (72g PDIN/kgMS). A Alveringem le rendement de l'association (8.200 kg/ha) est significativement ($p < 0,05$) plus élevé (+12%). Avec 40% de féverole dans la récolte, la valeur protéique y est améliorée de +47g PDIN/kgMS.

Dans les conditions du site d'Alveringem, climat doux et parcelle à haut potentiel, la féverole d'hiver en association pourrait constituer une alternative intéressante au traditionnel mélange triticales + pois fourragers, notamment si l'objectif est d'augmenter la proportion de protéagineux dans le mélange. Ces résultats devront être confirmés sur plusieurs années.

1.4.3 Association froment + pois protéagineux d'hiver : *effet de la variété de pois protéagineux*

La culture pure du pois protéagineux est peu pratiquée en agriculture biologique parce que cette plante est peu compétitive vis-à-vis des adventices, et sensible aux maladies (anthracnose). En association avec une céréale, ces problèmes pourraient être atténués. D'autre part, en raison de son caractère afila et de sa croissance déterminée, le pois protéagineux est moins sensible à la verse que le pois fourrager ce qui devrait permettre d'augmenter le pourcentage de pois dans l'association. Le triticales, trop tardif à maturité, est remplacé dans ce cas par un froment précoce.

A Waha, quatre variétés de pois protéagineux d'hiver, DOVE, ENDURO, JAMES et ISARD, ont été testées en association avec APACHE ou AZZERTY. Le pois protéagineux a été semé

à 80 grains/m² (80% de la dose pleine)⁴ et le froment à 175 grains/m² (50% de la dose pleine). Seule l'association avec ISARD est testée à Alveringem. A Waha, l'orage violent de la mi-juillet a provoqué la verse (>90%) des parcelles de pois purs et, vu le développement des adventices et l'égrenage qui s'en sont suivis, aucune variété de pois protéagineux cultivée seule n'a été récoltée.

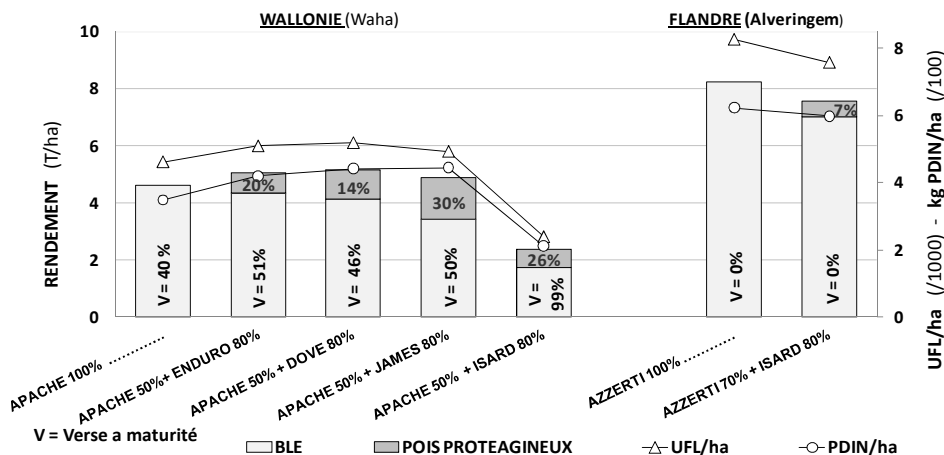


Figure 9.4 – Association blé + pois protéagineux : effet de la variété de pois.

1. ISARD et JAMES ont été les plus résistants à l'hiver avec 20% de pertes de densité entre le semis et la sortie d'hiver contre 40% pour DOVE et ENDURO. JAMES a été un peu plus tardif à maturité.
2. A Waha, le froment APACHE a été beaucoup plus sensible à la verse que le triticales et il n'a pas joué de rôle de tuteur dans les associations. ISARD est la variété la plus sensible à la verse (99%) avec une perte de rendement considérable de l'association par rapport à la culture pure de blé.
3. Malgré la verse, les associations avec DOVE, ENDURO et JAMES ont été au moins aussi performantes que la culture pure de blé mais aucune variété n'a permis d'atteindre l'objectif de 50% de pois dans la récolte.
4. Plus résistant à l'hiver, JAMES conserve un peuplement élevé dans l'association (60 plantes/m²) ce qui explique le rendement en pois ($p < 0,01$) et la proportion de pois plus élevés ($p < 0,01$) obtenus avec cette variété.
5. A Alveringem, aucune verse n'a été observée et le rendement du froment cultivé seul est très élevé. De plus, le *prélèvement des bourgeons terminaux du pois protéagineux par les pigeons* au printemps a entravé son développement et a provoqué un défaut de fructification. Le pourcentage de pois dans la récolte (<10%) et le rendement (-8%) en ont été affectés.

Le choix de la variété de froment APACHE comme tuteur s'est avéré inapproprié en raison de sa sensibilité à la verse et de sa petite taille. La verse à Waha et les attaques de pigeons à Alveringem n'ont pas permis de déterminer de réel avantage de l'association vis-à-vis de la culture pure. De nouveaux essais sont nécessaires.

⁴ Parce que les semences ne peuvent être traitées et pour assurer une bonne couverture du sol, la densité de semis pour le pois protéagineux d'hiver en culture bio est majorée de 20 grains par rapport aux doses recommandées en agriculture conventionnelle (80 grain/m²)

1.5 Conclusions et recommandations

1. **Les cultures pures de protéagineux d'hiver**, qu'il s'agisse de féverole ou de pois protéagineux sont déconseillées actuellement dans nos régions en raison de la prise de risque importante qu'elles présentent dans les conditions de l'agriculture biologique (sensibilité au froid et aux maladies, verse et enherbement).
2. **L'association triticale + pois fourrager** a confirmé son avantage par rapport à la culture pure de triticale que ce soit en termes de rendement brut ou de qualité. Elle reste la valeur sûre à condition de ne pas dépasser un objectif de 20% de pois dans la récolte. Au-delà, le risque de verse est trop important.
 - Utiliser comme tuteur un triticale très vigoureux de type GRANDVAL semé à pleine dose.
 - Ajuster la densité de semis du pois fourrager à la variété. Avec PICARD et ARCTA plus vigoureux, la densité de semis maximale est de 20 grains/m², avec ASSAS on peut aller jusqu'à maximum 25 grains/m².
 - Quand le potentiel estimé de production du triticale est faible, ou que la céréale utilisée comme tuteur est moins forte, il faut diminuer ces densités de 10, voire de 15 grains/m².
 - Attention au poids de mille grains (PMG) spécifique de la variété. Il détermine la dose de semis en kg/ha selon la formule $[\text{kg/ha} = (\text{grain/m}^2) \times \text{PMG} / 100]$. Voir tableau 9.3..

Tableau 9.3.

Tableau 3 : Dose de semis en kg/ha pour 3 variétés de pois fourrager

Variété PMG	ASSAS 175	PICAR 120	ARCTA 105
grains/m ²			
20	35	24	21
15	26	18	16
10	18	12	11
5	9	6	5

3. **L'association blé + pois protéagineux d'hiver** peut être une alternative intéressante si on veut augmenter la proportion de pois dans le mélange au-delà de 20%. Il y a lieu de respecter les recommandations suivantes :
 - Protéger impérativement, la parcelle contre les attaques des pigeons. Si non, opter pour l'association avec la féverole ou le pois fourrager (qui est également brouté mais a la capacité de ramifier et d'initier de nouvelles tiges fructifères).
 - Choisir les variétés de pois protéagineux les plus résistantes à la verse (exclure ISARD) et les plus résistantes à l'hiver (exclure LUCY). Nous recommandons JAMES un peu plus tardive avec une bonne vigueur en sortie d'hiver. DOVE et ENDURO sont utilisables en site moins froid.

- La variété de blé doit être précoce, de taille moyenne et surtout résistante à la verse (exclure APACHE).
- Le blé est semé à 50% de la pleine dose et le pois à 80 % (70 grains/m²). A partir du 20 octobre sur les sites les plus froids.

4. ***L'association triticale + féverole d'hiver*** est également possible mais avec un risque accru en cas d'hiver froid et long.

- La variété DIVA est la plus résistante au froid. La variété OLAN a le plus grand développement végétatif et est la plus productive mais est aussi plus tardive à maturité et son PMG est très élevé (606 g).
- La profondeur de semis joue un rôle essentiel pour la résistance au froid de la féverole. Semer en deux passages fin octobre ou début novembre. Au premier passage, semer la féverole à minimum 10 cm de profondeur à l'aide d'un semoir à disque (30 grain/m²). Au deuxième passage le triticale est semé à 50% de sa pleine dose à profondeur normale.

2 La culture en association de froment et de légumineuses

B. Seutin⁵, F. Vancutsem⁶ et B. Bodson⁶

2.1 Un peu d'histoire et de perspectives

Les cultures en association de céréales et de légumineuses étaient assez fréquentes, il y a quelques décennies dans nos régions : le trèfle blanc était semé sous le couvert de la céréale (la plupart du temps de printemps). L'objectif était de faire profiter la céréale de l'azote atmosphérique capturé grâce à l'activité symbiotique des nodosités présentes sur les racines de la légumineuse. Les agriculteurs biologiques, qui n'utilisent pas d'azote de synthèse recourent très souvent à ces associations, tant dans la production de fourrages (céréales immatures) que dans la production de grains.

Le renchérissement des engrais azotés, nécessitant pour leur fabrication beaucoup d'énergie, dont le coût devrait également s'envoler dans un avenir plus ou moins proche au fur et à mesure de la raréfaction des ressources fossiles, impose que la recherche s'intéresse à nouveau d'un peu plus près à cette forme naturelle de fertilisation.

Par ailleurs, l'évolution des marchés des graines protéagineuses, en particulier du soja, est telle que les importations européennes courent le risque d'un tarissement consécutif à l'envol des productions animales en Asie, qui s'approprient de plus en plus les productions américaines, tant du Sud que du Nord.

Depuis deux saisons, l'Unité de Phytotechnie de Gembloux Agro-Bio Tech a entrepris de réactiver la piste des cultures de froment d'hiver en association avec des légumineuses. Il est clair que d'autres voies seront à explorer pour profiter de la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique des légumineuses comme par exemple l'introduction d'une légumineuse dans la rotation : la légumineuse fournit à la culture suivante une quantité d'azote plus importante que celle mesurée après d'autres précédents (figure 9.1).

⁵ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production Intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGARNE du SPW

⁶ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

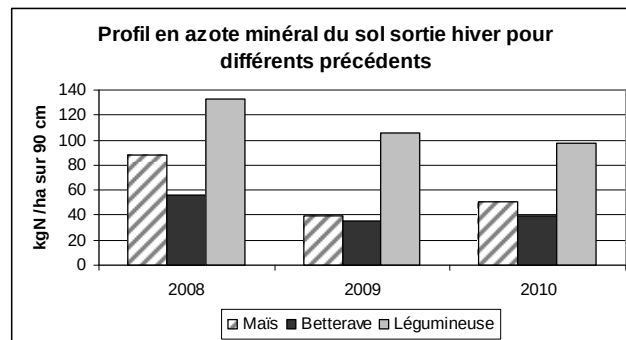


Figure 9.1. – Reliquats azotés moyens observés lors des prélèvements de sortie hiver pour les conseils fumures du Livre Blanc en 2008, 2009 et 2010.

- La culture de légumineuse en interculture : par le passé, dans le cadre de la rotation triennale betterave, froment, escourgeon, très familière en Hesbaye, après la récolte de l'escourgeon beaucoup d'agriculteurs semaient des vesces comme engrais vert avant la culture de betteraves. La législation actuelle ne permet plus cette pratique, mais « nécessité pourrait faire (nouvelle) loi ».

2.2 L'expérimentation mise en place

Les principes initiaux retenus :

- Le froment et la légumineuse doivent être semés conjointement à la même date et récoltés simultanément en grains secs avec la moissonneuse-batteuse
- La production de grains de froment reste prioritaire, la récolte de la légumineuse est un complément. En conséquence, le froment a été semé à une densité normale pour la situation culturale, sa croissance a été régulée pour éviter les risques de verse et il reçoit une protection fongicide adaptée afin qu'il puisse exprimer pleinement son potentiel de rendement.

Tableau 9.1. – Type de légumineuses, variétés et densités de semis – (Lonzée GxABT 2009 et 2010)

Années	Localité	Variétés	Date de semis	Densité de semis
2009	Lonzée	Tuareg	6 novembre	300 gr/m ²
2010	Lonzée	Tuareg	20 novembre	350 gr/m ²

2.2.1 Quelle légumineuse choisir comme partenaire au froment ?

Différentes légumineuses ont été comparées : les pois protéagineux d'hiver et de printemps, les pois fourragers d'hiver et de printemps, la vesce et le trèfle blanc. Ils ont été semés à deux densités différentes, toutes deux inférieures aux densités recommandées afin de limiter l'effet de concurrence.

Tableau 9.2.

Légumineuses	Variétés	Densités de semis
Pois protéagineux d'hiver	Enduro	25 et 50 grains/m ²
Pois protéagineux de printemps	Macrinas	25 et 50 grains/m ²
Pois fourrager d'hiver	Assas	25 et 50 grains/m ²
Pois fourrager de printemps	Arvika	25 et 50 grains/m ²
Vesce	LG TRS	25 et 50 grains/m ²
Trèfle	Klondike	2 et 4 kg/ha

Deux niveaux de fumure azotée ont été comparés dans l'essai :

- absence de fumure,
pour mesurer l'apport azoté au froment par la légumineuse.
- 160 uN (80 uN au stade tallage-redressement + 80 uN à la dernière feuille),
soit une fumure légèrement inférieure à la fumure conseillée pour la culture pure de froment.

Le suivi des parcelles au cours des deux années de culture montre que :

- Les pois n'ont pas souffert des conditions froides rencontrées durant les hivers 2009 et 2010. Le trèfle, trop peu développé avant l'hiver, a été détruit par le gel au cours des deux hivers. Les vesces ont également souffert du froid, principalement la deuxième année où l'ensemble des plantes a été anéanti par l'hiver.
- Durant la première année d'essai, aucun phénomène de verse n'a été observé. La deuxième année, le pois fourrager, par sa biomasse importante, a provoqué la verse des parcelles en mélange. De plus, suite aux violents orages du 14 juillet, une verse généralisée a été observée sur l'ensemble des parcelles ayant reçu une fumure azotée minérale.

Les résultats des récoltes des deux dernières années sont repris dans la figure 9.2. Les mélanges ont été récoltés simultanément, triés et ensuite pesés séparément pour obtenir les rendements des deux composants de l'association.

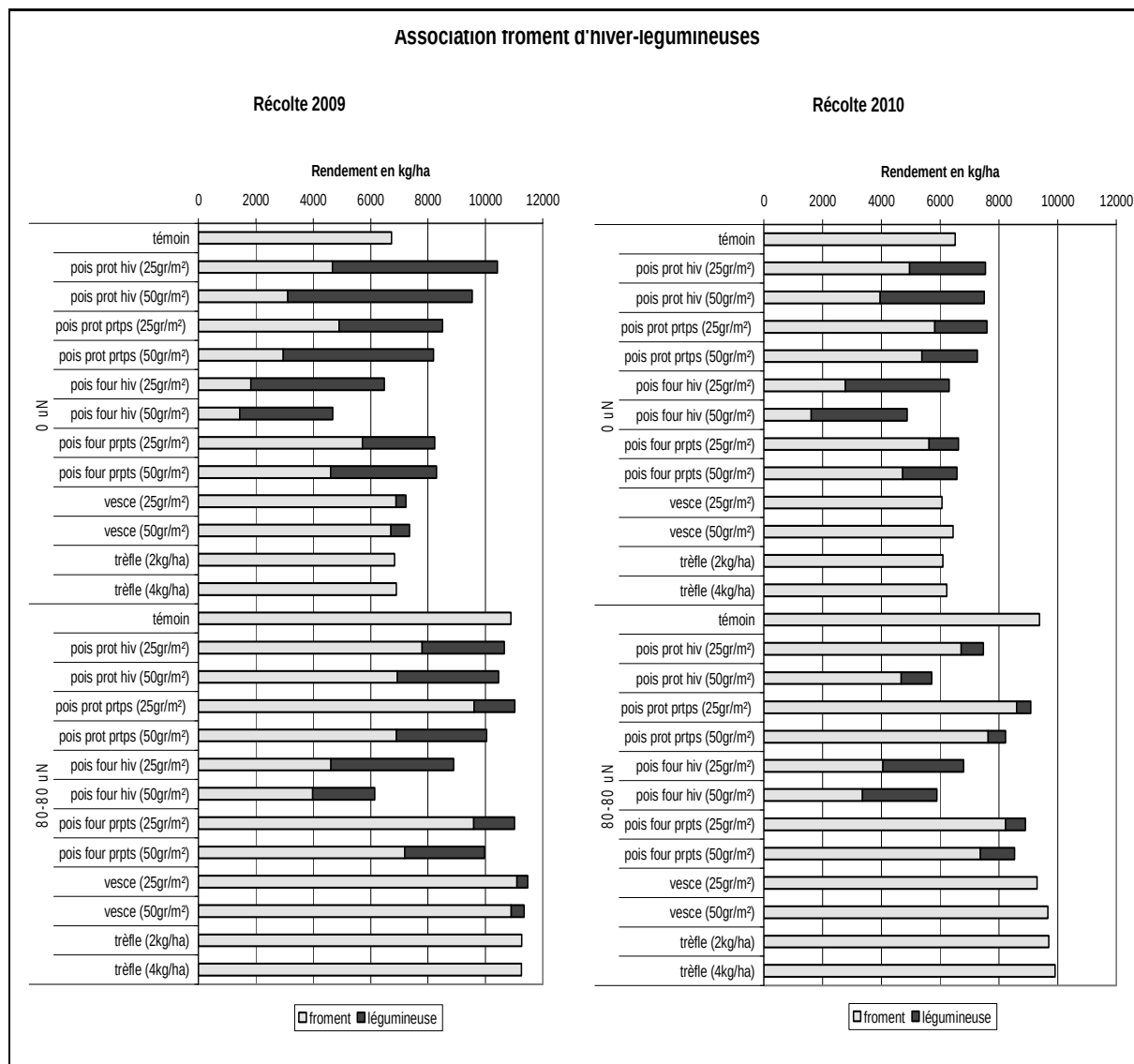


Figure 9.2. – Rendements (kg par ha) en grains de froment et de légumineuses pour différentes associations céréales-légumineuses (Lonzée GxABT 2009 et 2010).

L'observation des résultats révèle que :

- l'apport des légumineuses est en moyenne meilleur en 2009 qu'en 2010.
- l'apport des légumineuses est plus important en absence de fumure azotée : l'apport d'azote minéral pénalise le développement et le rendement des légumineuses. En absence de fumure, certaines associations ont une production globale supérieure à la culture pure de froment.
- Parmi les légumineuses associées au froment, les pois protéagineux, en particulier les pois protéagineux d'hiver apparaissent comme les meilleurs partenaires. Les pois protéagineux de printemps ont étonnement bien survécu aux deux hivers et, de ce fait, ne doivent pas être rejetés a priori. Les pois fourragers présentent un développement végétatif trop important, ce qui pénalise l'association. Les vesces et les trèfles, non ou très faiblement présents en fin de végétation n'apportent pas d'amélioration significative de rendement.

- Dans presque toutes les associations avec le pois, une densité de semis de 25 grains/m² était plus intéressante que 50 grains/m².

2.2.2 Réponse à la fumure azotée du mélange froment-pois protéagineux d'hiver

Sur base des résultats obtenus en 2009, quelques essais complémentaires ont été mis en place en 2010 en vue de déterminer plus précisément les apports azotés de la légumineuse dans l'association.

Puisque l'apport d'azote de 160N avait semblé constituer un frein au développement de la légumineuse en 2009, la nouvelle expérimentation comparait quatre niveaux de fumures (0-0, 40-40, 40-80 et 80-80) sur trois associations froment d'hiver-pois protéagineux d'hiver caractérisées par des densités de semis en pois respectivement de 0, 25 et 50 grains par m².

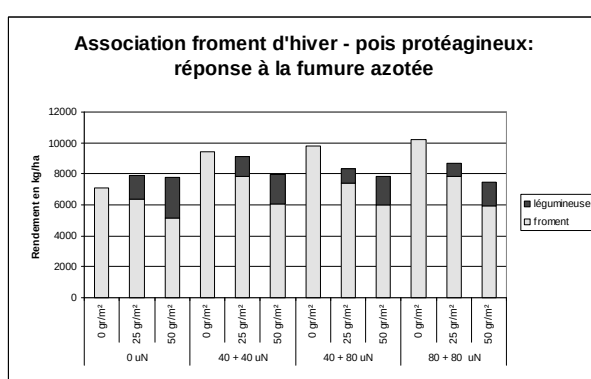


Figure 9.3. – Réponse à la fumure azotée pour différentes associations froment d'hiver – pois protéagineux d'hiver, semées le 20 novembre 2009.

La fumure azotée a été faite en 2 apports
(04/05/10 : tallage-redressement + 31/05/10 : dernière feuille).

Les rendements sont exprimés en kg/ha.
(Lonzée GxABT 2010)

Les résultats repris dans la figure 9.3. montrent que dès qu'une dose d'azote est apportée à l'association, celle-ci s'avère moins performante que la culture pure de froment ayant reçu une fumure similaire. De plus, au fur et à mesure que la dose de fumure s'élève, la part de la légumineuse dans le rendement global en grains se réduit.

2.2.3 Faut-il détruire la légumineuse en cours de végétation ?

Par l'importance de leur végétation, les associations froment-légumineuse limitent le développement de certaines mauvaises herbes. Toutefois, la maîtrise des adventices demeure une difficulté dans la conduite d'associations, du fait qu'aucun herbicide n'est agréé simultanément dans les deux cultures. C'est pourquoi, un désherbage sélectif du froment, mais détruisant tant les adventices que la légumineuse en cours de végétation pourrait être une voie intéressante. Le moment d'un tel traitement devrait être un compromis entre, d'une part la quantité d'azote libérée par la décomposition des nodosités (proportionnelle au développement atteint par la légumineuse) et, d'autre part l'effet de la concurrence de la légumineuse pour le froment (également proportionnel au développement de la légumineuse).

Un essai a été mené dans ce sens en 2010, le pois protéagineux d'hiver a été détruit avec de l'Allié (30g) au stade avant dernière feuille du froment (figure 9.4.). Les résultats révèlent que la destruction de la légumineuse diminue, mais n'élimine pas complètement, la perte de rendement du froment causée par la concurrence de la légumineuse.

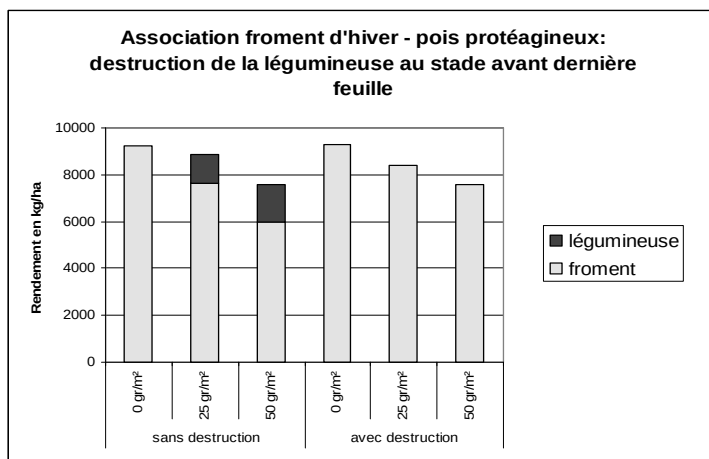


Figure 9.4. – Effet de la destruction du pois protéagineux d'hiver associé avec du froment d'hiver, semé le 20/11/2009. Fumure de 160uN (80uN le 04/05/10 au tallage-redressement + 80uN le 31/05/2010 à la dernière feuille. Désherbage : 30 g Allié/ha le 26/05/2010 au stade avant

dernière feuille du froment. Rendements exprimés en kg/ha. Lonzée GxABT 2010

2.2.4 Conclusions et perspectives

Cette étude préliminaire a permis de faire quelques constats, d'identifier quelques voies de progrès et de pointer quelques difficultés de la culture de céréales et de légumineuses en association :

- Techniquement, ces cultures en association ne posent pas de problèmes majeurs, ni pour les semis, ni pour la récolte à la moissonneuse-batteuse ;
- En absence d'apport d'azote minéral, l'adjonction de plantes de pois protéagineux à une culture de froment permet d'atteindre le rendement grain ;
- Les proportions de plantes cultivées en association doivent être mieux définies, le froment pouvant vraisemblablement être semé à densité plus faibles que celles étudiées ;
- Au-delà des espèces, c'est au niveau des variétés que devraient être étudiées les associations notamment pour obtenir une meilleure coïncidence de maturité, et pour minimiser la compétition entre partenaires tout au long de la saison culturale ;
- Une fumure azotée, certes limitée, reste nécessaire ; pour atteindre un rendement grain optimum. Les modalités d'apport d'azote devraient être affinées en tenant compte du rythme de développement des nodosités sur les racines des plantes de légumineuses et des possibilités de prélèvements, d'azote du sol par chacune des 2 cultures associées ;
- Actuellement, le fait qu'aucun herbicide n'est agréé à la fois en céréales et en légumineuses, constitue une difficulté et même un risque cultural ;
- Une récolte mixte impose, au moins pour certains usages, le tri des graines après récolte.

3 VALOR un logiciel pour l'optimisation des engrais de ferme à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle

B Godden⁷, P. Luxen⁷, R. Oger⁸, E. Martin⁹ et J.P. Destain¹⁰

3.1 Les effluents d'élevage, de véritables engrais de ferme

Dans nos systèmes agricoles, les effluents d'élevage sont encore trop souvent considérés exclusivement comme des amendements de qualité, certes reconnus, mais dont l'apport en éléments fertilisants n'est pas bien mesuré. Pourtant, cet apport est important puisque, par exemple, les bovins rejettent plus de 70 % de l'azote et du phosphore, et plus de 90 % du potassium qu'ils ingèrent.

Parmi les raisons expliquant cette lacune, on invoque régulièrement :

- une composition très variable des effluents : cette variabilité est liée aux espèces animales élevées, au type de spéculation et au type de stabulation. Toutefois, les compositions moyennes sont connues (tableau 9.1.) et il est par ailleurs toujours possible d'analyser les effluents de son exploitation ;
- une dynamique de libération de l'azote variable et liée à la teneur ammoniacale, au rapport carbone/azote (C/N), et aux conditions climatiques mais on peut par une analyse mesurer la fourniture en N minéral du sol et prévoir la libération future sur base de renseignements précis relatifs aux apports antérieurs de matières organiques ;
- une accessibilité au phosphore (P_2O_5) et au potassium (K_2O) moindre que celle des engrais minéraux en contenant mais le P_2O_5 et le K_2O de ces mêmes engrais minéraux servent surtout à alimenter le garde-manger du sol et c'est ce sol qui régule la fourniture en P_2O_5 et en K_2O . Il n'y a donc pas lieu de considérer de coefficient d'équivalence engrais organique/engrais minéral ;
- une performance du matériel d'épandage ne garantissant pas un résultat aussi homogène qu'avec celui utilisé pour les engrais minéraux mais ce n'est plus vrai pour un effluent comme le lisier, et pour composts et fumier l'homogénéité d'épandage avec le matériel actuel est bien supérieure à celle qu'on obtenait par le passé.

Il s'agit donc là de mauvaises raisons qui encore trop souvent jusqu'à présent ont entraîné un manque de confiance vis-à-vis des effluents d'élevage et ont conduit par le passé à une absence de comptabilisation de leur valeur fertilisante (exemple figures 9.1. et 9.2.).

⁷ Agra Ost

⁸ CRA-W – Dpt Agriculture et Milieux naturels

⁹ CRA-W – Dpt Logistique

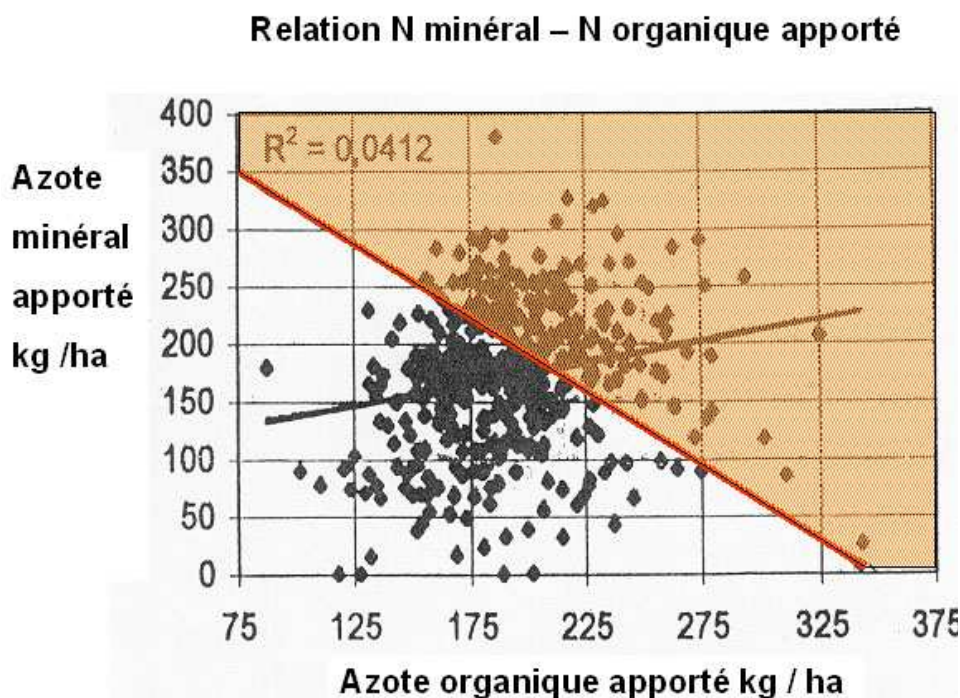
¹⁰ CRA-W – Direction Générale

9. Environnement

Tableau 9.1. – Caractéristique des divers engrais de ferme.

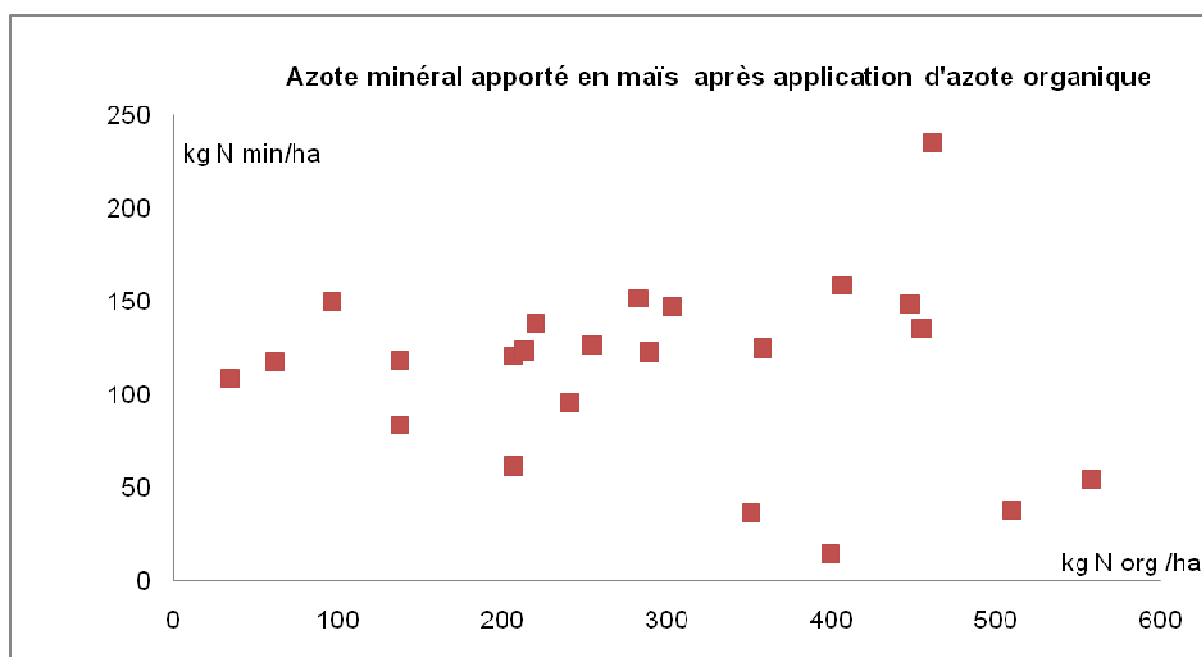
Type d'engrais de ferme	Matière sèche %	N _{total} Kg/tonne	Rapport N- NH ₄ ⁺ /N _{total} %	C/N	P ₂ O ₅ kg/tonne	K ₂ O kg/tonne
Fumier mou (raclage)	15	5,9	30	15	2	5
Fumier pailleux	20	5,9	9	14	3	6
Fumier composté	30	6.5	5	13	3,7	9,0
Lisier bovin	10	4.5	40 à 60	8	1.7	5.5
Lisier de porcs	9	6	50 à 70	8	6	3
Fumier de poulets	40	27	5 à 30	8	22	21

Figure 9.1. – Relation en apport d'azote minéral et azote organique dans les exploitations herbagères liégeoises (d'après D. Stilmant et al. (2002)).



Les exploitations qui se situent dans la partie supérieure droite se caractérisent par des apports élevés d'azote minéral alors qu'elles appliquent déjà des quantités importantes d'engrais de ferme.

Figure 9.2. – Relation entre apports fertilisants organique et minéral en culture de maïs.

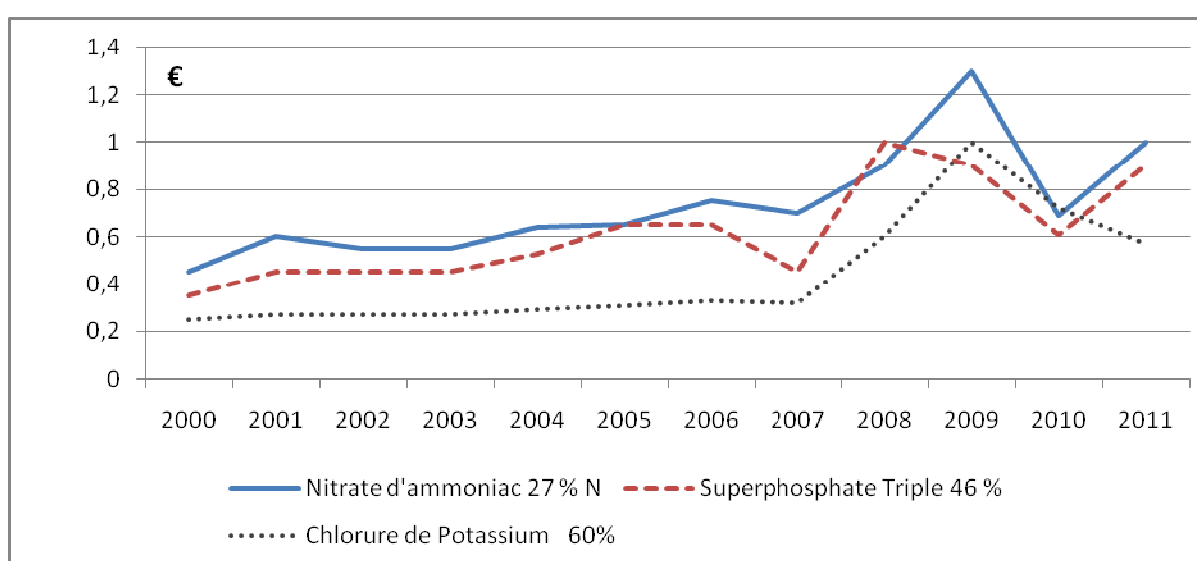


D'après les données de B. Romedenne, JP. Destain et M. Frankinet 2002.

Les apports d'azote minéral apparaissent une nouvelle fois indépendants des apports organiques.

A l'heure actuelle, non seulement le respect de la législation et des normes environnementales, mais encore et surtout le renchérissement très sensibles du coût des engrais minéraux imposent de considérer ces effluents d'élevage comme des engrais de ferme, de véritables engrais, qui ont constitué pendant des millénaires la principale source de matières fertilisantes (figure 9.3.).

Figure 9.3. – Evolution du prix des engrais minéraux.



D'après les données d'Agra-Ost recueillies auprès des principaux fabricants opérant en Belgique.

3.2 Valo : un logiciel de gestion des engrais de ferme

Deux conditions sont essentielles pour mieux valoriser les engrais de ferme:

- bien quantifier et caractériser les productions réelles au niveau de l'exploitation agricole; ceci fiabilisera ultérieurement les renseignements sur les quantités réellement épandues.
- définir une répartition agronomiquement efficiente des différents engrais de ferme produits, sur le parcellaire de la ferme.

A cette fin Agra-Ost et le CRA-W ont développé le logiciel d'aide à la décision "**Valor**".

Les objectifs de Valor sont les suivants :

- déterminer les types d'engrais de ferme produits au niveau de l'exploitation, leurs quantités, ainsi que leurs compositions en éléments fertilisants N, P, K ;
- estimer les restitutions directes au pâturage ;
- émettre des propositions d'épandage des différents engrais de ferme produits, dans l'optique d'une meilleure valorisation des éléments fertilisants qu'ils contiennent, et en tenant compte de l'ensemble des contraintes ;
- valoriser économiquement les engrais de ferme dans les exploitations agricoles de Wallonie ;
- lever l'incertitude (N organique épandu) qui entache le conseil de fumure minérale donné par des logiciels d'aide à la décision ;
- harmoniser l'exploitation des résultats des travaux réalisés en Wallonie concernant l'efficacité des matières organiques.

3.3 Fonctionnement du logiciel : plusieurs étapes

3.3.1 Calcul des productions d'engrais de ferme

A partir de la description des cheptels, des hébergements et des présences en étable, le logiciel calcule les quantités des différents engrais de ferme produits, leur composition et leur valeur financière.

Exemple de production d'engrais de ferme (en tonnes), pour une situation où 20 veaux sont en étable paillée toute l'année, et 60 vaches laitières en stabulation paillée avec raclage fréquent, d'octobre à mars (soit 5 mois en étable toute la journée), et en prairie d'avril à septembre.

STABULATION PAILLÉE				
		<u>Aire paillée:</u> Fumier pailleux	<u>Aire raclée</u> Fumier mou	Fosse Purin
20	Veaux de moins de 6 mois	44,8	-	-
STABULATION PAILLÉE AVEC RACLAGE FRÉQUENT				
60	Vaches laitières	94,5	108	17,5
Total		139,3	108	17,5

Le logiciel calcule les compositions (N,P,K) de chacune des aires de stockage, et leur valeur financière. A partir de la durée de pâturage, les restitutions directes en prairie par les pissats et bouses sont également calculées en fonction des types de bétail.

Outre la production par les animaux de l'exploitation, le logiciel intègre également les importations, exportations, dilutions et la transformation par compostage.

3.3.2 Calcul des besoins des cultures et des prairies en N, P et K

Les calculs des besoins globaux se font sur base des données du parcellaire :

- des superficies des cultures et des prairies ;
- des rendements escomptés des cultures (pour calculer les exportations prévues) ;
- du niveau de production des prairies, en tenant compte de la présence de légumineuses et du mode de gestion (nombre de passages des animaux au pâturage, nombre de coupes, ...) ;
- de l'enfouissement de sous-produits exportables comme les pailles ;
- des contraintes environnementales limitant les apports organiques (bord de ruisseau, MAE, zone de captage, etc) ;
- des arrières effets d'apports précédents (fumier pailleux à l'automne, compost venant de l'extérieur de l'exploitation, etc) ;
- etc.

Le logiciel calcule les besoins de chacune des parcelles, pour l'année pour laquelle le conseil est émis et permet de comparer cette proposition de gestion des engrais de ferme aux pratiques antérieure de l'année écoulée.

Tableau 9.2. – Exportations moyennes de quelques cultures (*).

Cultures	Rendement de référence (T/ha)	Besoins (kg/ha)		
		Azote	P ₂ O ₅	K ₂ O
Betterave sucrière		240	90	350
Froment d'hiver	10	300	75	135
Maïs	16	225	80	240
Pommes de terre	45	225	140	225
Prairie permanente de fauche	12	240	108	300

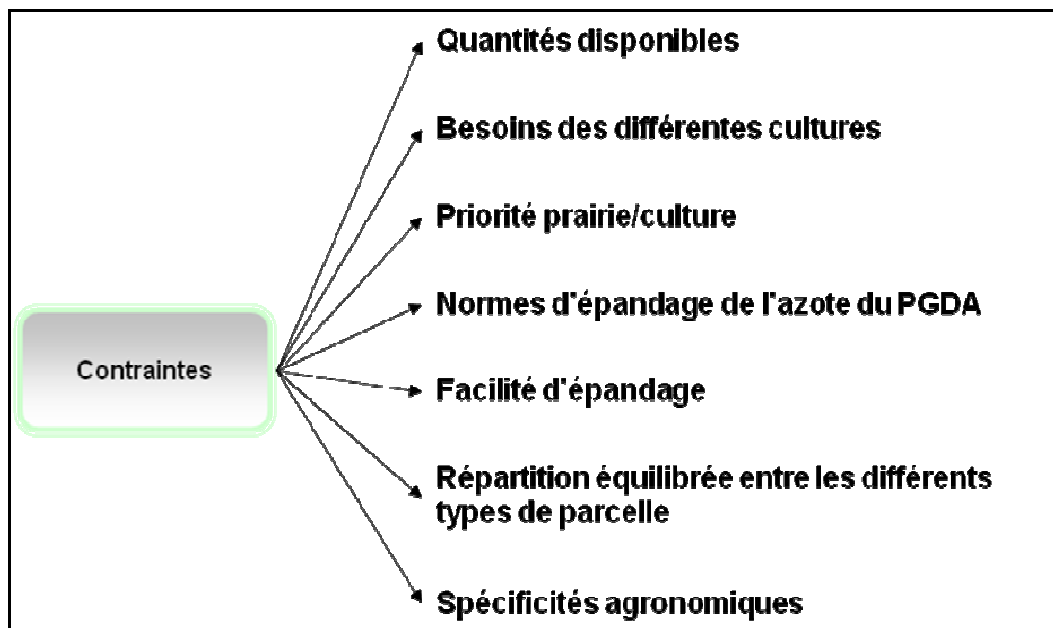
(*) Il s'agit d'exportations maximales ; lorsque les sous-produits des cultures sont enfouis dans le sol, les restitutions peuvent être élevées (40 kg de P₂O₅ et 190 kg de K₂O pour la betterave ; 15 kg de P₂O₅ et 80 kg de K₂O un froment).

3.3.3 Etablir un plan de répartition optimal des engrais de ferme (plan de fumure)

A partir des deux premières étapes le logiciel propose une répartition optimale des engrais de ferme disponibles : "Quel engrais de ferme sur quelle(s) prairie(s) ou culture(s), à quelle dose et à quel moment?".

Valor intègre à la fois l'ensemble des contraintes et des objectifs agronomiques et économiques.

Figure 9.4. – Contraintes prises en compte dans le logiciel Valor.

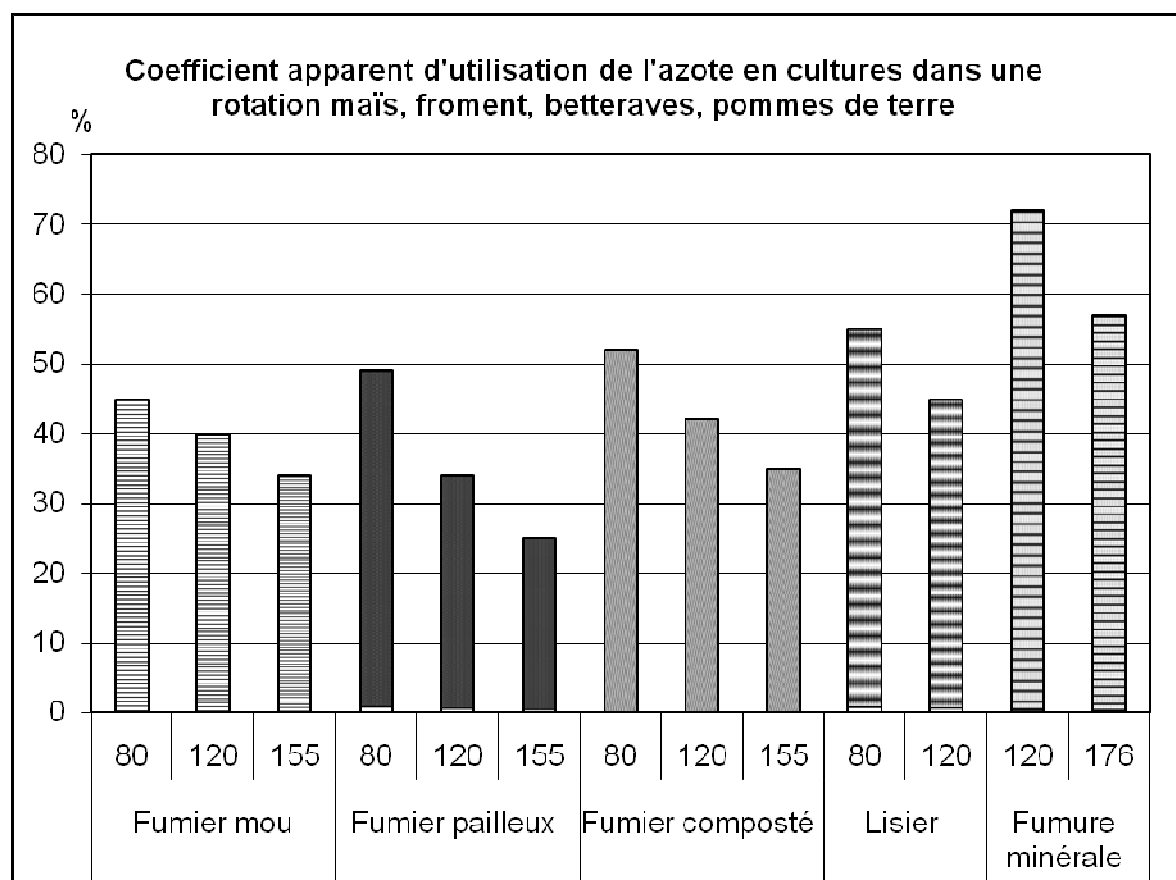


Algorithme d'optimisation : répondre aux différentes contraintes tout en recherchant une efficacité maximale pour l'utilisation des éléments fertilisants disponibles en fonction des périodes d'épandage.

Optimisation de l'azote apporté par les engrais de ferme

L'efficacité de l'azote des engrais de ferme varie très fortement selon la culture (ou prairie) pour laquelle ils vont être apportés, de même que pour une même culture selon la dose, le moment, et les conditions d'épandage.

Figure 9.5. – Utilisation de l'azote des engrais de ferme par les cultures en fonction de la dose apportée en cultures (Godden & al 2007).



Cette figure reprend les coefficients d'utilisation de l'azote (calculé sur base d'un témoin ne recevant aucun apport) des engrais de ferme en fonction de la quantité apportée exprimée en kg d'azote/ha et par an.

Dans cette figure, les apports moyens pour 2 ans, sont de 25, 40 et 52 T/ha pour les fumiers, et 35 et 55 T/ha pour les lisiers. A titre de comparaison, les coefficients d'utilisation de l'azote d'engrais minéraux sont également donnés.

Efficacité en fonction de la date

Les efficacités sont plus élevées pour des apports de printemps que pour les apports d'automne ou d'hiver (Godden & al 2008, Godden & al 2009).

La fourniture d'azote par le sol après une culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN) est limitée à ± 30 unités, quelle que soit la dose d'engrais de ferme apportée avant cette CIPAN. Pour des apports importants une grande part de l'azote sera dénitrifiée, perdue vers l'atmosphère.

Plusieurs essais menés ces dernières années ont montré que le coefficient équivalent engrais de l'azote* d'un même engrais de ferme peut varier de 70 à 15 % selon la culture (ou prairie) pour laquelle il sera apporté et selon la date d'épandage, et la quantité épandue.

On peut donc gagner ou perdre 65 % des valeurs fertilisante et financière de l'azote des engrais de ferme.

3.3.4 Montrer les gains réalisables par l'application des conseils donnés

Un tableau de synthèse montre les gains en azote, phosphore et potassium réalisables par l'application des conseils d'épandage des engrais de ferme, ainsi que le gain financier total réalisable.

Le tableau 9.4. illustre les gains réalisables pour une ferme du Brabant wallon.

Ferme de 164 UGB dont 100 vaches laitières et de 131 ha dont froment d'hiver 39, betteraves 21, maïs 18, pommes de terre 11, pois 11 et prairies 31 ha.

Tableau 9.4. – VALOR : Gains directs réalisables par la gestion optimale des engrais de ferme de l'exploitation.

VALOR : Gains directs réalisables par la gestion optimale des engrais de ferme de l'exploitation						
	Azote		P ₂ O ₅		K ₂ O	
Besoins de l'exploitation (kg)	22258		8815		20621	
Besoins après les épandages conseillés (kg)	18633		6371		12682	
Non épandu (kg)	0		0		0	
Part des besoins fertilisants qui peuvent être couverts par l'optimalisation des engrais de ferme kg et %	3625	16 %	2444	28 %	7939	39 %
Valeur financière (€) de la part des besoins fertilisants couverts par l'optimalisation des engrais de ferme	3.625 €		2.199 €		4.525 €	
Valeur financière totale					10.349 €	
Quantités d'éléments épargnés (Kg) par rapport aux pratiques d'épandage actuelles	2045		318		2469	
Gains financiers (€) par rapport aux pratiques d'épandage actuelles	2.045 €		286 €		1.407 €	
Total					3.738 €	

*Rapport du coefficient apparent de l'effluent sur celui de l'engrais minéral.

3.3.5 Simulations

Le logiciel permet très facilement de réaliser des simulations afin de déterminer concrètement les conséquences de changements de pratique (par exemple compostage des fumiers, ...) ou d'augmentation de cheptel.

Il apparaît crucial de montrer avant toute modification de cheptel ou de type de stabulation comment seront valorisés les engrais de ferme produits.

3.4 Conclusions

En cette période où la pression des coûts de production est toujours à la hausse, et où le prix des productions (céréales, sucre, lait, viande, ...) est sujet à des variations importantes, le logiciel VALOR permet de réduire de manière significative le coût de la fertilisation.

A ce bénéfice économique s'ajoutent les effets positifs sur l'environnement en limitant le stockage des éléments fertilisants dans le sol et les pertes qui peuvent en découler.

3.5 Disponibilité : site web

Toutes les informations utiles et nécessaires se retrouvent sur le site web: <http://cra.wallonie.be/valor/> et auprès du coordinateur b.godden@cra.wallonie.be.

De nombreuses informations concernant l'utilisation des engrais de ferme notamment sont disponibles sur le site web d'Agra-Ost <http://www.agraost.be>.





3.6 Références

Romedenne B., J.P. Destain et M. Frankinet (2002)

Rapport de la Convention Région Wallonne, Mission d'étude sur l'adaptation du secteur agricole cominois aux exigences de la Directive Nitrates MRW DGA.

Godden B., J.P. Destain and P. Luxen (2007)

Efficiency and recovery of different cattle manure applied on arable crops in rotation
Proceedings of the 16 th International CIEC Symposium "Mineral versus organic fertilizers: conflict or synergism" pp 229-234.

Godden B., R. Lambert, P. Luxen et J.P. Destain (2008)

Les engrais de ferme, de plus en plus précieux.
Le Sillon Belge 8 août 2008

Godden B., J.P. Destain, P. Luxen et R. Lambert (2009)

Management of livestock waste for a sustainable agriculture
Colloque L'Europe de la fertilisation, Rennes 2009

Stimant D., P. Limbourg, L. Fabry, Ph. Lecomte, V. Decruyennaere et P. Luxen (2002)

Améliorer la gestion de l'azote dans les exploitations herbagères.
Gestion de l'Azote en prairies et qualité des eaux. Journée d'études Comité Nitrates et Agra-Ost, 33-44.

4 Les limites de la réduction du volume/ha Résultats 2010

B. Huyghebaert¹¹, S. Pekel¹¹, G. Dubois¹¹, Cl. Bodson¹²

4.1 Introduction

Actuellement en Belgique, le volume/hectare moyen appliqué en grandes cultures se situe entre 150 et 200 l/ha, pour une vitesse moyenne de 7 à 9 km/h. Les calibres de buses les plus utilisés sont les calibres ISO-03 (bleu) et ISO-04 (rouge). A eux seuls, ces deux calibres constituent 85 % des buses utilisées en Belgique.

Pourtant la tendance est à la diminution du volume/hectare. En effet, sa réduction permet d'augmenter le rendement de chantier et la rapidité d'exécution. L'opérateur peut intervenir au bon moment, ce qui peut être un élément décisif dans la réussite d'un traitement.

Cependant cette réduction induit une modification de la qualité des dépôts de pulvérisation, ce qui pourrait mettre à mal l'efficacité biologique.

Il convenait donc de déterminer les limites d'une telle évolution en fonction du type de pesticides (contact, systémique foliaire, racinaire), du type de buses (à fente conventionnelle, anti-dérive, à injection d'air...) et des conditions de pulvérisation (HR%, T°, vent).

4.2 Qualité des dépôts

Afin d'assurer une bonne efficacité, les produits nécessitent des densités d'impacts (nombre d'impacts/cm²) et une taille des impacts différente selon leur mode d'action (contact, systémique foliaire ou racinaire). Ainsi, pour exprimer au mieux son efficacité, un produit de contact demandera un nombre élevé de petits impacts permettant de recouvrir uniformément la cible. A contrario, un produit systémique foliaire pourra se contenter d'impacts plus grossiers et moins nombreux, puisque le produit n'agit qu'après assimilation par la plante et transport vers le site d'action via les tissus conducteurs.

Le tableau 9.1. reprend les valeurs minimum de la densité des impacts (Nbre d'impacts/cm²) et du diamètre moyen des gouttes pulvérisées (µm) selon le mode d'action des produits afin d'atteindre une bonne efficacité du traitement.

¹¹ CRA-W – Dpt Productions et Filières (D2) – Unité Machines et infrastructures agricoles (U8)

¹² Moulins Bodson S.A.

Tableau 9.1. – Valeurs minimum de densité des impacts et de la taille des gouttes à respecter selon le mode d'action du pesticide.

Mode d'action du pesticide		Densité d'impacts (Nbre d'impacts/cm ²)	*Diamètre moyen des gouttes (µm)
Contact		30-70	100-300
Systémique	Foliaire	20-30	100-200
	Racinaire	20-30	300-450

* Diamètre moyen des gouttes pulvérisées. Le diamètre de l'impact sera plus grand et dépendra de l'état de surface de la cible et de la tension superficielle du liquide pulvérisé.

Les valeurs minimum reprises au tableau 9.1. constituent une bonne base de comparaison. Cependant, elles ne tiennent pas encore compte des particularités de chaque traitement (conditions atmosphériques, état de la plante...). Atteindre ces valeurs est nécessaire, mais ne permet pas de résoudre totalement l'équation difficile de la pulvérisation, tant les inconnues sont nombreuses et non-maîtrisées.

4.3 Description de l'essai 2010

Un essai a été mis en place en 2010 avec la collaboration de la S.A. Moulins Bodson. L'objectif était d'étudier les conséquences de la réduction du volume/hectare (de 200 l/ha à 100 l/ha) et son interaction avec 2 types de buses :

- Buse à fente conventionnelle : c'est de loin la buse la plus utilisée en grande culture. Elle convient pour la plupart des traitements phytosanitaires. Elle offre une grande régularité de répartition et peut être considérée comme la référence en matière d'efficacité et de qualité de pulvérisation. La plage de pression de travail préconisée s'étend de 2 à 4 bars. Les gouttes produites sont fines à moyennes (diamètre de 90 à 300 microns), ce qui leur confère une sensibilité moyenne à la dérive.
- Buse à fente à injection d'air : elle est équipée d'une grande chambre de mélange avant l'orifice terminal où aboutissent deux entrées d'injection d'air activées par un système Venturi. L'ensemble permet de générer des gouttes de très grande taille (diamètre > 450 microns) et chargées de bulles d'air, ce qui leur confère une sensibilité très réduite à la dérive (75 % de réduction de la dérive par rapport à une buse à fente conventionnelle). La plage de pression de travail préconisée est de 3 à 8 bars. Ce type de buse est adapté à l'application de produits systémiques et racinaires.

Pour pouvoir réduire le volume/hectare sans modifier radicalement la vitesse d'avancement (± 8 à 10 km/h durant les essais) et/ou la pression de pulvérisation (2.3 à 3 bars pour les buses à fente conventionnelles et 3.8 à 5.2 bars pour les buses à aspiration d'air), deux calibres de buses ont été utilisés pour chaque type de buses (tableau 9.2.).

Tableau 9.2. – Calibre ISO des buses utilisées lors des essais en fonction du volume/hectare.

Volume/hectare (l/ha)	Calibre des buses à fente conventionnelle	Calibre des buses à fente à injection d'air
200	ISO 04	ISO 03
100	ISO 02	ISO 015

L'essai a été réalisé au sein d'une parcelle de froment de la S.A. Moulins Bodson de ± 50 hectares. Deux blocs distincts ont été définis où le volume/hectare appliqué était respectivement de 200 et 100 l/ha. La dose/hectare n'a pas été modifiée d'un bloc à l'autre. Au sein des blocs, 8 grandes parcelles de 27 m de large (= largeur du pulvérisateur) et de ± 650 m de long ont été définies où les 2 types de buses ont été utilisés en 4 répétitions.

Les pulvérisations ont été effectuées à l'aide d'un appareil Blanchard équipé d'une rampe de 27 m. Les essais ont mis en œuvre 3 traitements : 1 herbicide et 2 fongicides. Les produits et les dates de traitement ont été déterminés par l'exploitant.

Des observations de deux types ont été réalisées. Les premières visaient à évaluer l'efficacité biologique ; il s'agissait de comptage d'adventices, et de cotation de maladies dans les différentes parcelles. Les secondes devaient permettre de mesurer la qualité des dépôts via l'analyse de papiers hydro-sensibles par imagerie numérique.

La qualité des dépôts est caractérisée par :

- le taux de recouvrement de la pulvérisation, exprimé en % de la surface totale de la cible artificielle,
- la densité d'impacts : nombre d'impacts par cm^2 quelle que soit leur taille,
- la taille des impacts : diamètre moyen des impacts (μm).

La mesure de la qualité des dépôts a été répétée à deux dates distinctes : 05 et 28 avril 2010. Les conditions atmosphériques étaient très différentes entre les deux dates mais aussi entre deux pulvérisations faites le même jour, comme le montre le tableau 9.3.

Le 05 avril, les conditions étaient venteuses, particulièrement lors des pulvérisations à 200 l/ha. D'autre part, la température et l'humidité relative étaient sensiblement différentes d'une date à l'autre.

Tableau 9.3. – Conditions atmosphériques des essais réalisés le 05 et le 28 avril 2010.

Date	Volume/hectare (l/ha)	Direction du vent	Vitesse du vent (km/h)	T° de l'air (°C)	HR% de l'air (%)
05 avril	200	OSO	13.0	9.7	58
	100	SO	4.9	9.5	61
28 avril	200	SO	3.5	21.8	36
	100	OSO	1.2	22.7	33

4.4 Résultats et analyses

4.4.1 Efficacité biologique

Les données d'observations sur les adventices et sur les maladies n'étaient malheureusement pas exploitables. En effet, la densité d'adventices était trop hétérogène, et la pression par les

maladies beaucoup trop faible pour permettre une comparaison valide des modalités de traitement éprouvées.

4.4.2 Qualité des dépôts

La qualité des dépôts a été mesurée à l'aide de papiers hydro-sensibles de dimensions standardisées (76×26 mm). Ceux-ci ont été placés horizontalement dans la culture. Au total, il y a eu 80 échantillons (2 volumes/hectare × 2 types de buses × 4 répétitions et 5 échantillons/répétition).

Le tableau 9.4. reprend les caractéristiques des dépôts de pulvérisation en fonction du volume/hectare et du type de buses, obtenus le 05 avril 2010. Les valeurs correspondent à la moyenne de 20 mesures. L'écart-type (σ) est donné entre parenthèses.

Les résultats du 28 avril 2010 sont identiques et ne sont donc pas présentés. On retiendra cependant qu'ils ont confirmés les premières observations.

Tableau 9.4. – Caractéristiques du dépôt de pulvérisation en fonction du volume/hectare et du type de buses (05 avril 2010).

Volume/hectare (l/ha)	Type de buses à fente	Taux de recouvrement (%)	Densité d'impacts (Nbre d'impacts/cm ²)	Diamètre moyen des impacts (μm)
200	Conventionnel	49 ($\sigma = 10$)	58 ($\sigma = 27$)	551 ($\sigma = 67$)
	À injection d'air	42 ($\sigma = 5$)	33 ($\sigma = 9$)	689 ($\sigma = 100$)
	Moyenne*	46 ($\sigma = 9$)	46 ($\sigma = 23$)	620 ($\sigma = 110$)
100	Conventionnel	24 ($\sigma = 5$)	78 ($\sigma = 11$)	466 ($\sigma = 54$)
	À injection d'air	21 ($\sigma = 4$)	36 ($\sigma = 9$)	618 ($\sigma = 91$)
	Moyenne*	22 ($\sigma = 5$)	57 ($\sigma = 23$)	542 ($\sigma = 107$)

* Moyenne de 40 mesures

En observant les valeurs moyennes reprises au tableau 9.4., on constate que le taux de recouvrement est directement lié au volume/hectare. Une diminution de ce dernier engendre une diminution proportionnelle du taux de recouvrement. Compte tenu de résultats similaires, un traitement à 200 l/ha couvre 30 à 40 % de la surface totale de la cible. Un traitement à 100 l/ha ne la couvrira plus qu'à concurrence de 15 à 30 %. Il faut remarquer que les essais sont réalisés avec une cible artificielle parfaitement plate. Selon son stade de développement, une culture présentera une structure volumétrique, étagée et difficile à pénétrer. Le taux de recouvrement de la cible sera donc à fortiori plus réduit que les chiffres présentés.

On constate également que la densité moyenne des impacts a tendance à augmenter (46 à 57 impacts/cm²) alors que leur diamètre moyen diminue (620 à 542 µm) lorsque le volume/hectare diminue. Cette tendance est expliquée par le calibre des buses. Pour réduire le volume/hectare de 200 à 100 l/ha, les calibres de buses ont été réduits (tableau 9.2.), ce qui modifie aussi les caractéristiques du dépôt. Pour un même type de buse et une même pression de travail, plus le calibre sera petit, plus le diamètre des gouttes et des impacts diminueront, mais dans le même temps, leur nombre et leur densité augmenteront. Par exemple, le tableau 9.4. montre que la buse à fente conventionnelle génère des impacts de 551 µm à 200 l/ha (calibre ISO 04) avec une densité de 58 impacts/cm². Par contre, ce même type de buses génère des impacts de 466 µm à 100 l/ha (calibre ISO 02) avec une densité de 78 impacts/cm².

Lorsqu'on pousse l'analyse plus loin et que l'on compare les types de buses, on constate que la buse à injection d'air produit de grosses gouttes qui génèrent de plus gros impacts que la buse à fente conventionnelle quel que soit le volume/hectare.

Le taux de recouvrement diminue aussi lorsqu'on utilise des buses à injection d'air, mais le facteur volume/hectare reste prépondérant dans les variations observées de ce paramètre.

Finalement, la densité d'impacts est liée au type de buses. Le nombre d'impacts diminuera fortement lorsqu'on utilisera des buses à injection d'air. Il risque même de devenir critique et de ne pas atteindre les 30 impacts/cm² nécessaires à la bonne efficacité des produits de contact (tableau 9.1.). A 200 l/ha, le nombre d'impacts était seulement de 33 ± 9 impacts/cm², mais ceci était compensé par un taux de recouvrement important (42 %). A 100 l/ha, ce n'était plus le cas puisque le niveau était de 36 ± 9 impacts/cm², et le taux de recouvrement de 21 % seulement.

4.5 Conclusions

Les essais 2010 ont permis de mieux comprendre les mécanismes de la pulvérisation. Bien que l'étude biologique n'ait pas été fructueuse, les résultats techniques ont mis en évidence les limites d'une diminution du volume/hectare.

On constate que le taux de recouvrement de la pulvérisation est directement proportionnel au volume/hectare. Un traitement à 200 l/ha couvre de 30 à 40 % de la cible. Un traitement à 100 l/ha ne couvrira plus que 15 à 30 % de la cible. Il serait nécessaire d'approfondir l'étude de ce paramètre et son implication en termes d'efficacité des traitements.

Le volume/hectare influence aussi la taille et le nombre des impacts sur la cible, mais dans une moindre mesure. Ces deux paramètres sont beaucoup plus liés au type et au calibre de buses utilisés.

Bien que les conditions atmosphériques et surtout le vent étaient fortement hétérogènes durant les essais, les dépôts ne semblent pas avoir été influencés. Pourtant d'autres résultats ont montré l'effet de sélection sur la taille et la densité des impacts que peuvent avoir la température et l'humidité relative.

La diminution du volume/hectare est donc possible sans trop de problèmes, hormis pour le traitement d'un produit de contact avec une buse à injection d'air. Pour ce cas de figure, 100 l/ha est une limite en-dessous de laquelle le nombre d'impacts requis risque de ne plus être suffisant.

Finalement, la buse à fente classique fournit les meilleurs dépôts de pulvérisation quels que soient le volume/hectare et les conditions d'application. Par contre, les gouttes qu'elle génère sont indubitablement sensibles à la dérive.

Ces premiers résultats restent à confirmer et une nouvelle étude est prévue en 2011.

10. Production et commerce mondial en céréales en 2010/2011

Ph. Burny^{1 2}

1	Production céréalière mondiale.....	2
1.1	Production mondiale de céréales en 2010/2011	2
1.2	Production mondiale de froment en 2010/2011	3
1.3	Production mondiale de maïs en 2010/2011.....	4
1.4	Production mondiale d’orge en 2010/2011	5
1.5	Production mondiale de riz en 2010	6
2	Commerce mondial en céréales	7
2.1	Commerce mondial de froment en 2010/2011	7
2.2	Commerce mondial de maïs en 2010/2011	8
2.3	Commerce mondial d’orge en 2010/2011	10
3	Evolution des prix mondiaux	11
4	Conclusions	12

¹ CRA-W. – Unité de Stratégies phytotechniques

² Gx-ABT – Unité d’Economie et Développement rural

1 Production céréalière mondiale

1.1 Production mondiale de céréales en 2010/2011

La production mondiale totale de céréales, y compris le riz décortiqué, est estimée à 2 187,5 millions de tonnes pour la campagne 2010/2011, en recul de 2 % par rapport à la campagne précédente, elle-même en très léger retrait par rapport à 2008/2009.

Les deux géants de la production de céréales dans le monde sont la Chine et les Etats-Unis, avec chacun une récolte de l'ordre de 400 millions de tonnes ou 20 % du total mondial. L'Union européenne (UE) à 27 occupe la troisième position, avec 276 millions de tonnes prévues, soit 12,6 % du total mondial. L'Inde arrive en quatrième place, avec 10 % du total mondial ou un peu plus de 200 millions de tonnes (tableau 10.1.).

Tableau 10.1. – Production mondiale de céréales en 2010/2011 (millions de tonnes).

	Production	%	Rendement (t/ha)
USA	399,9	18,3	7,00
Canada	45,2	2,1	3,50
Argentine	45,6	2,1	4,80
Australie	41,5	1,9	2,13
Chine	427,8	19,6	4,87
Inde	217,3	9,9	2,17
Russie	62,9	2,9	1,58
Ukraine	37,9	1,7	2,69
UE	276,3	12,6	4,91
Monde	2 187,5	100,0	3,17

Source : USDA in Toepfer international

Des pays comme le Canada, l'Argentine ou l'Australie, bien qu'ils jouent un rôle très important sur les marchés internationaux, ont chacun une production de l'ordre de 2 % seulement du total mondial, reflétant une fois de plus le caractère marginal du commerce international par rapport à la production, et donc la sensibilité de celui-ci aux divers aléas de la production, entraînant une forte variabilité des prix.

Par rapport à la campagne 2009/2010, la production a surtout baissé en Russie (un tiers en moins), à cause d'une canicule et d'une sécheresse exceptionnelles. Cela a également affecté l'Ukraine (- 15 %). Mais la production a aussi régressé en Amérique du Nord : - 4 % aux Etats-Unis et - 8 % au Canada. L'Union européenne voit également sa production en retrait : - 6 % par rapport à 2009/2010 et - 12 % par rapport à 2008/2009.

La hausse de la production en Australie (mais quid de l'impact des inondations, après plusieurs sécheresses ?!), en Argentine, en Chine et en Inde ne compense que partiellement les baisses susmentionnées.

La demande étant continuellement en hausse, la baisse de l'offre mondiale entraîne une augmentation renforcée des prix des échanges mondiaux. La hausse des prix est, en illustration de l'« effet King », plus que proportionnelle au déficit de production.

Les conditions de production des céréales sont fort variables à travers le monde, en fonction de divers facteurs : sols, climat, degré de mécanisation, disponibilités en intrants, ...

Cela se traduit par des rendements céréaliers moyens très différents d'un pays à l'autre, ces rendements dépendant également des proportions des diverses cultures céréalières pratiquées.

C'est ainsi que l'on obtient en moyenne 7 tonnes de graines par hectare aux Etats-Unis, la proportion de maïs y étant particulièrement élevée.

Ce rendement moyen approche de 5 tonnes/ha dans l'Union européenne, en Chine et en Argentine. Par contre, il est à peine supérieur à 2 tonnes/ha en Inde, où la production rizicole destinée à l'autoconsommation est très importante. En Russie, le rendement céréalier, à cause de la sécheresse, est particulièrement bas en 2010/2011, avec 1,58 t/ha seulement.

1.2 Production mondiale de froment en 2010/2011

Pour la campagne 2010/2011, la production mondiale de froment est évaluée à 646,5 millions de tonnes, en recul de plus de 5 % par rapport aux deux campagnes précédentes (tableau 10.2.).

Tableau 10.2. – Production mondiale de froment en 2010/2011 (millions de tonnes).

	Production	%	Rendement (t/ha)
USA	60,1	9,3	3,11
Canada	23,2	3,6	2,80
Argentine	13,5	2,1	3,00
Australie	26,8	4,1	2,00
Chine	114,5	17,7	4,71
Inde	80,7	12,5	2,81
Russie	41,5	6,4	1,66
Ukraine	17,6	2,7	2,79
Kazakhstan	10,0	1,5	0,80
UE 27	137,5	21,3	5,29
Monde	646,5	100,0	2,91

Source : USDA in Toepfer international

L'Union européenne est le premier producteur de froment dans le monde. La production 2010/2011 est estimée à 137,5 millions de tonnes ou 21 % du total mondial.

Viennent ensuite deux géants asiatiques, la Chine et l'Inde, avec respectivement 17,7 et 12,5 % de la production mondiale. Le quatrième grand acteur mondial, ce sont les Etats-Unis, avec 60 millions de tonnes ou 9,3 % du total, devant la Russie avec un peu plus de 40 millions de tonnes.

De grands exportateurs comme l'Australie, le Canada ou l'Argentine ne représentent qu'une part beaucoup plus modeste de la production, avec respectivement 4,1 %, 3,6 % et 2,1 %.

A la suite de la sécheresse, la Russie a enregistré une chute de sa production d'un tiers ou 20 millions de tonnes. Au Kazakhstan, la baisse est de 40 % ou près de 7 millions de tonnes. En Ukraine, autre pays touché par les aléas climatiques, la réduction de la production est de l'ordre de 16 % ou un peu plus de 3 millions de tonnes.

Dans l'Union européenne, la production est à peine inférieure à celle de la campagne précédente, mais reste en net retrait (9 %) par rapport à 2008/2009. Le Canada enregistre également une diminution.

Finalement, parmi les grands acteurs mondiaux sur le marché du froment, seules l'Argentine et l'Australie devraient connaître une augmentation.

Au total, la campagne 2010/2011 voit une baisse significative de la production mondiale, provoquant des tensions sur le marché mondial.

Le rendement à l'hectare est fort variable au sein des principaux acteurs mondiaux du secteur du froment. C'est dans l'Union européenne que le rendement est le plus élevé, avec 5,3 t/ha. Ce rendement est de 3,1 t/ha aux Etats-Unis et de 2,8 t/ha en Inde.

Les rendements les plus faibles sont constatés dans des pays qui sont pourtant des acteurs importants sur le marché mondial : 2,0 t/ha en Australie, 1,7 t/ha en Russie et 0,8 t/ha seulement au Kazakhstan, ces deux derniers pays étant particulièrement affectés par la sécheresse.

La moyenne mondiale s'élève à 2,9 t/ha.

1.3 Production mondiale de maïs en 2010/2011

Le maïs grain est, quantitativement, la production céréalière principale dans le monde. Pour 2010/2011, la production mondiale atteindrait 820 millions de tonnes (tableau 10.3.).

Les Etats-Unis viennent très largement en tête, avec 318 millions de tonnes, soit près de 40 % de la production mondiale. L'alimentation des monogastriques est bien sûr un débouché très important, mais les Etats-Unis ont aussi très fortement développé la fabrication de biocarburants.

La Chine est le deuxième grand producteur mondial de maïs, avec près de 170 millions de tonnes ou 20 % du total.

Tableau 10.3. – Production mondiale de maïs en 2010/2011 (millions de tonnes).

	Production	%	Rendement (t/ha)
USA	318,5	38,8	9,68
Argentine	23,0	2,8	7,19
Brésil	51,0	6,2	3,98
Chine	168,0	20,5	5,33
Afrique du Sud	12,5	1,5	4,17
Ukraine	10,0	1,2	3,85
UE	54,1	6,6	6,68
Monde	820,7	100,0	5,11

Source : USDA in Toepfer international

Loin derrière, on trouve l'Union européenne et le Brésil, avec chacun un peu plus de 50 millions de tonnes ou 6 % du total mondial.

Contrairement au froment, la production mondiale de maïs devrait augmenter en 2010/2011 par rapport à la campagne précédente : + 1 %, et cela malgré la réduction enregistrée aux Etats-Unis (- 4 %), dans l'Union européenne (- 5 %) et au Brésil (- 9 %). Au contraire de ces derniers, la Chine observe une augmentation de 10 millions de tonnes.

Le rendement moyen mondial en maïs est de 5,1 t/ha. Parmi les principaux acteurs, le rendement maximum est constaté aux Etats-Unis, avec 9,7 t/ha. Dans l'Union européenne, il a atteint 6,7 t/ha en 2010. Par contre, la productivité du capital foncier n'atteint pas 4 t/ha au Brésil et en Ukraine.

1.4 Production mondiale d'orge en 2010/2011

Pour la campagne 2010/2011, la production mondiale d'orge est estimée à 124,3 millions de tonnes (tableau 10.4.).

Tableau 10.4. – Production mondiale d'orge en 2010/2011 (millions de tonnes).

	Production	%	Rendement (t/ha)
USA	3,9	3,1	3,90
Canada	7,6	6,1	3,17
Australie	9,8	7,9	2,39
Russie	9,7	7,8	1,24
Ukraine	8,8	7,1	2,05
UE 27	52,9	42,6	4,30
Monde	124,3	100,0	2,45

Source : USDA in Toepfer international

L'Union européenne est, de très loin, le principal producteur d'orge dans le monde, avec près de 53 millions de tonnes ou 43 % du total.

L'Australie et la Russie ont une production de près de 10 millions de tonnes ou 8 % du total mondial.

L'Ukraine représente près de 9 millions de tonnes ou 7 % du total, devant le Canada avec près de 8 millions de tonnes ou 6 %.

La production d'orge des Etats-Unis n'atteint que 4 millions de tonnes ou 3 % du total mondial.

La production mondiale d'orge est en net recul par rapport aux campagnes précédentes : - 17 % par rapport à 2009/2010 et - 20 % par rapport à 2008/2009.

Cette diminution est due en partie à la réduction de la superficie emblavée (- 10 %), mais aussi à une baisse des rendements due aux aléas climatiques dans certaines régions, notamment en Russie et en Ukraine, dont la production a chuté de 46 % et 26 %, respectivement.

La production a également baissé d'environ 20 % en Amérique du Nord et dans l'Union européenne (- 10 millions de tonnes).

Le rendement moyen en orge dans le monde est de 2,45 t/ha. Parmi les principaux pays actifs au niveau mondial, c'est dans l'Union européenne que le rendement est le plus élevé, avec 4,3 t/ha. Il atteint 3,2 t/ha au Canada, mais seulement 2,1 t/ha en Ukraine et 1,2 t/ha en Russie (sécheresse exceptionnelle).

1.5 Production mondiale de riz en 2010

La production mondiale de riz décortiqué est estimée à 452,4 millions de tonnes pour l'année 2010 (tableau 10.5.).

Tableau 10.5. – Production mondiale de riz en 2010 (millions de tonnes).

	Production	%	Rendement (t/ha)
USA	7,4	1,6	4,93
Chine	139,3	30,8	4,67
Inde	95,0	21,0	2,16
Indonésie	38,0	8,4	3,14
Monde	452,4	100,0	2,85

Source : USDA in Toepfer international

La Chine est le plus gros producteur de riz, avec près de 140 millions de tonnes et 31 % du total mondial.

L'Inde est le deuxième « géant » du secteur du riz, avec 95 millions de tonnes ou 21 % du total mondial.

L'Indonésie contribue à hauteur de 8 % à la production mondiale, contre 1,6 % seulement pour les Etats-Unis, qui ne sont qu'un petit producteur, mais néanmoins un acteur important sur le marché à l'exportation.

Le rendement mondial moyen atteint 2,85 tonnes de riz décortiqué par ha. Il atteint 4,9 t/ha aux Etats-Unis et 4,7 t/ha en Chine. Par contre, il n'atteint pas 2,2 t/ha en Inde.

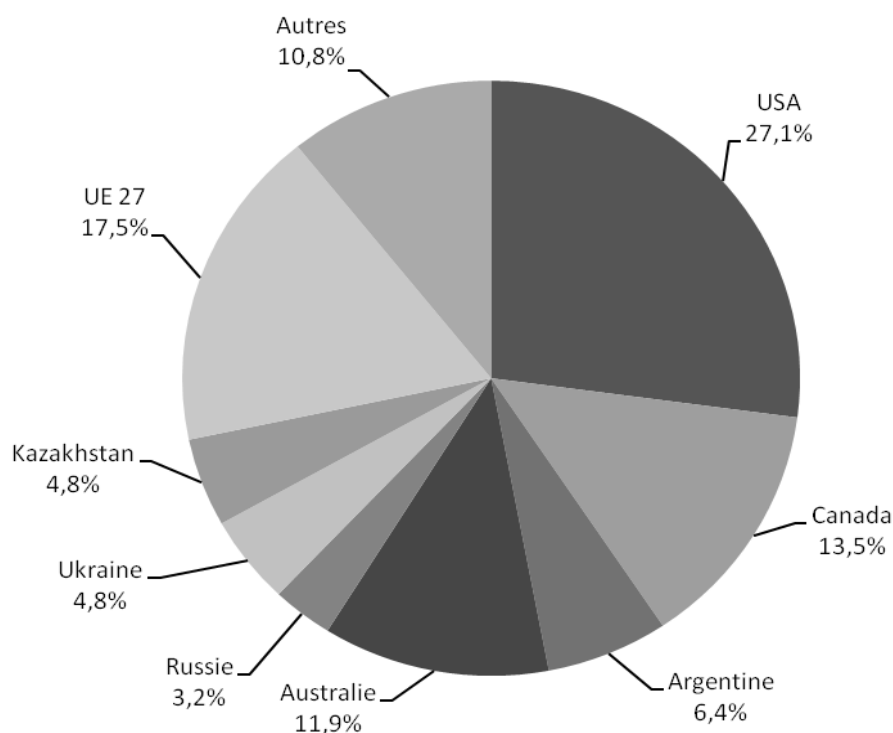
2 Commerce mondial en céréales

2.1 Commerce mondial de froment en 2010/2011

Les échanges mondiaux de froment pour la campagne 2010/2011 sont estimés à 125,6 millions de tonnes, soit 19,4 % de la production.

Les Etats-Unis sont le premier exportateur, avec une part de marché de 27 % (figure 10.1.). L'Union européenne occupe la deuxième place avec 17,5 %, devant le Canada (13,5 %) et l'Australie (11,9 %).

Figure 10.1. – Part des principaux exportateurs de froment en 2010/2011 (%).



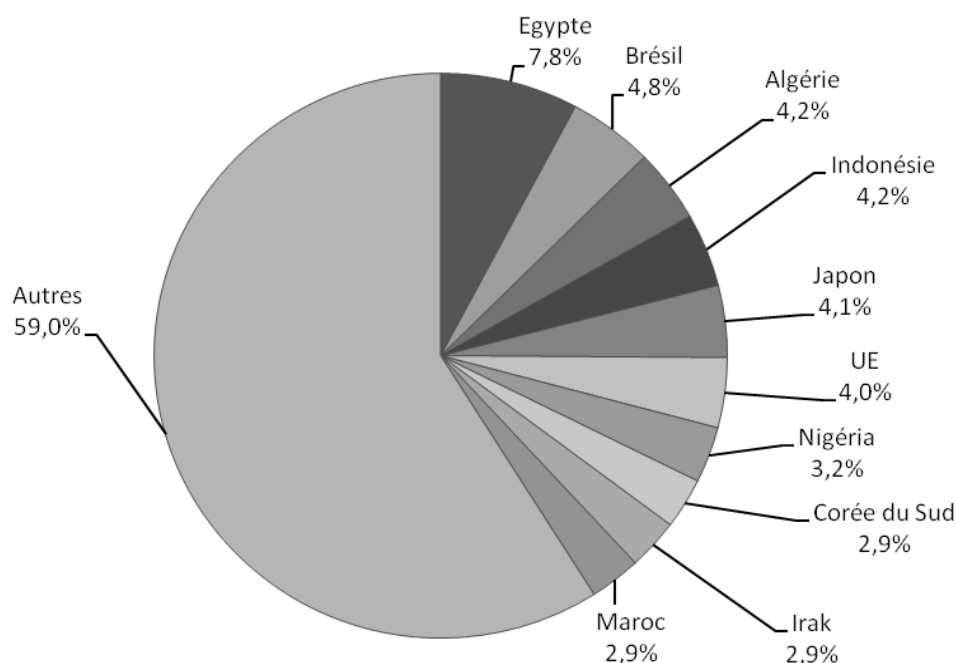
Source des données de base : USDA in Toepfer international

Si l'Union européenne n'exporte que 16 % de sa production, il est remarquable de constater que les trois autres grands exportateurs mettent sur le marché mondial la majeure partie de

leur production nationale : 56 % pour l'Australie, 57 % pour les Etats-Unis et même 73 % pour le Canada.

Si l'exportation de froment est fort concentrée, les quatre « grands » assurant 70 % des exportations, il n'en est pas de même du côté des importations (figure 10.2.). Le premier importateur serait l'Egypte, avec moins de 8 % du total et un peu moins de 10 millions de tonnes. D'autres pays africains (Algérie, Maroc, Nigeria) et asiatiques (Indonésie, Japon, Corée du Sud, Irak) sont des destinations habituelles. Brésil et Union européenne devraient également importer quelques millions de tonnes de froment.

Figure 10.2. – Part des principaux importateurs de froment en 2010/2011 (%).



Source des données de base : USDA in Toepfer international

2.2 Commerce mondial de maïs en 2010/2011

Les échanges mondiaux de grains de maïs sont estimés à 93 millions de tonnes pour la campagne 2010/2011. Cela représente 11 % de la production mondiale.

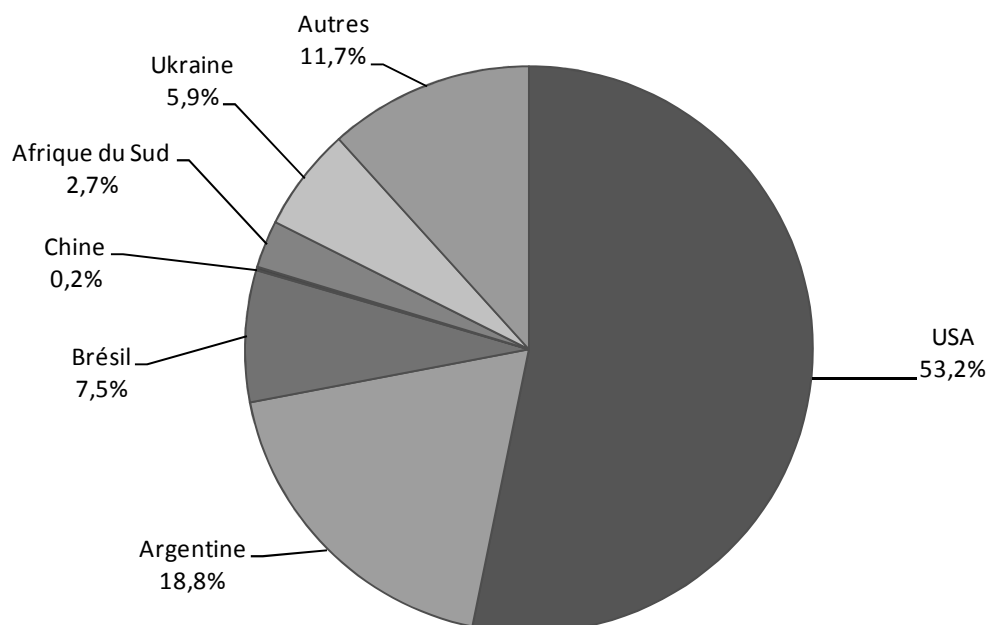
Les Etats-Unis dominent largement le marché à l'exportation, avec près de 50 millions de tonnes ou 53 % du total (figure 10.3.).

Viennent ensuite deux pays d'Amérique du Sud, l'Argentine et le Brésil, avec 19 et 8 % de part de marché. L'Ukraine devrait prendre une part de marché de 6 %.

Les importations de maïs sont beaucoup plus diversifiées que les exportations (figure 10.4.). L'Extrême-Orient joue un rôle important, avec 17 % des importations mondiales pour le Japon, 10 % pour la Corée du Sud et 5 % pour Taïwan. Ces pays ont, en effet, développé leurs élevages porcin et avicole.

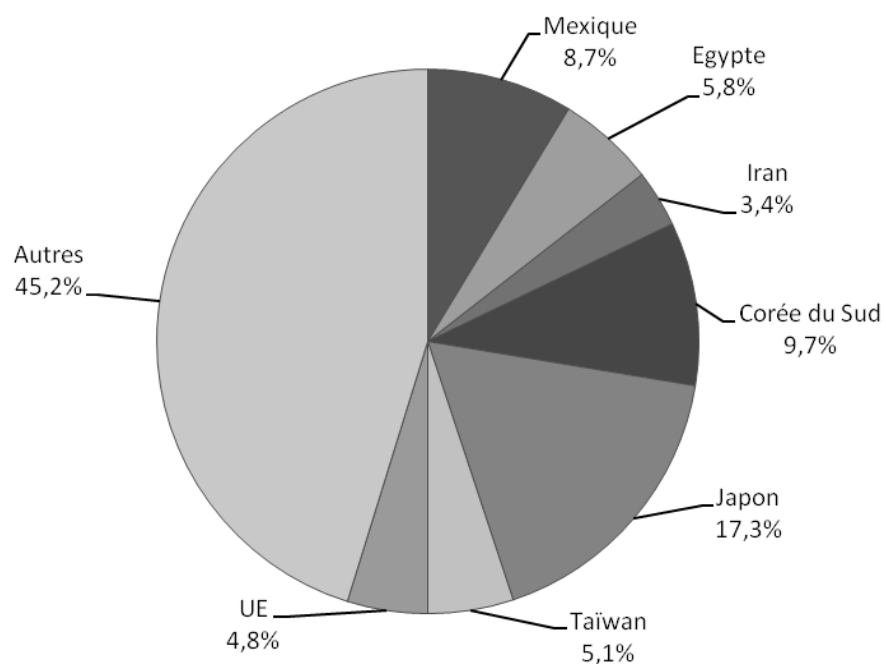
Le Mexique (9 %), l’Egypte (6 %), l’Union européenne (5 %) et l’Iran (3 %) importent également des quantités significatives de maïs.

Figure 10.3. – Part des principaux exportateurs de maïs en 2010/2011 (%).



Source des données de base : USDA in Toepfer international

Figure 10.4. – Part des principaux importateurs de maïs en 2010/2011 (%).



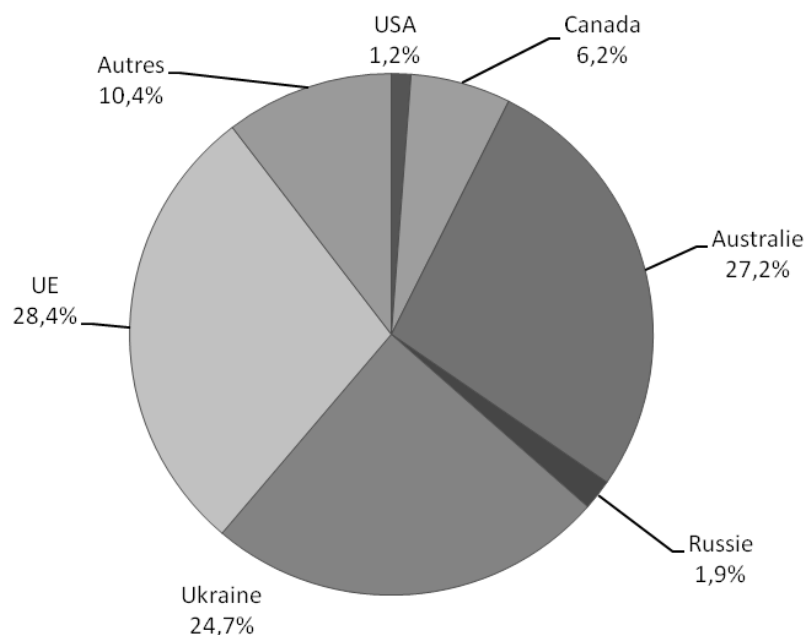
Source des données de base : USDA in Toepfer international

2.3 Commerce mondial d'orge en 2010/2011

Les échanges mondiaux de grains d'orge devraient s'élever à 16,2 millions de tonnes au cours de la campagne 2010/2011, ce qui représente 13 % de la production mondiale.

Trois pays dominent les exportations : l'Union européenne (28 %), l'Australie (27 %) et l'Ukraine (25 %) (figure 10.5.).

Figure 10.5. – Part des principaux exportateurs d'orge en 2010/2011 (%).

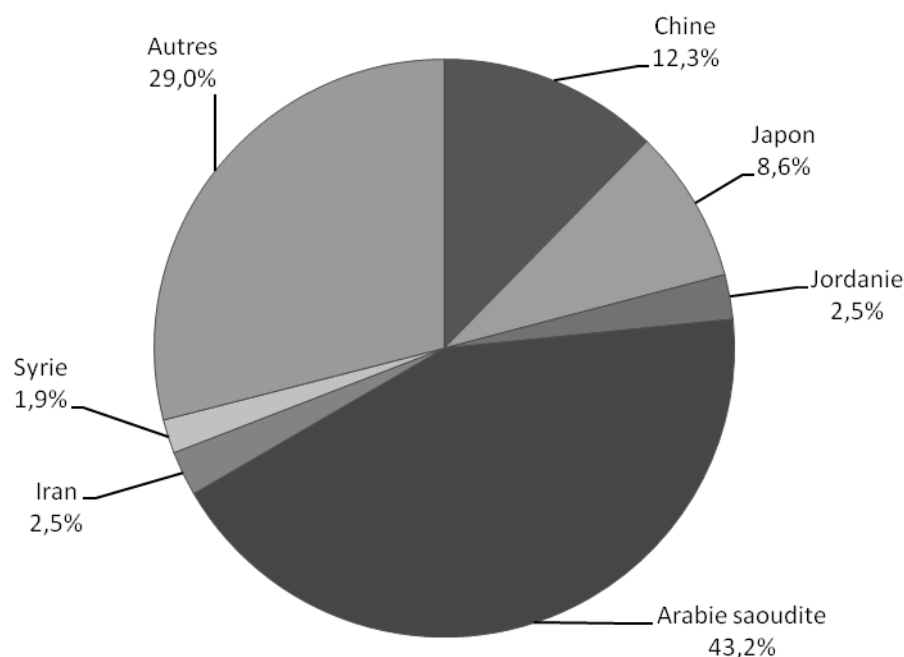


Source des données de base : USDA in Toepfer international

Si l'Union européenne n'exporte que l'équivalent de 9 % de sa production, cette proportion atteint 45 % pour l'Australie comme pour l'Ukraine.

Sur le plan des importations, l'Arabie saoudite est prévue largement en tête avec 7 millions de tonnes ou 43 % du total. La Chine et le Japon important également des quantités non négligeables d'orge (figure 10.6.).

Figure 10.6. – Part des principaux importateurs d'orge en 2010/2011 (%).



Source des données de base : USDA in Toepfer international

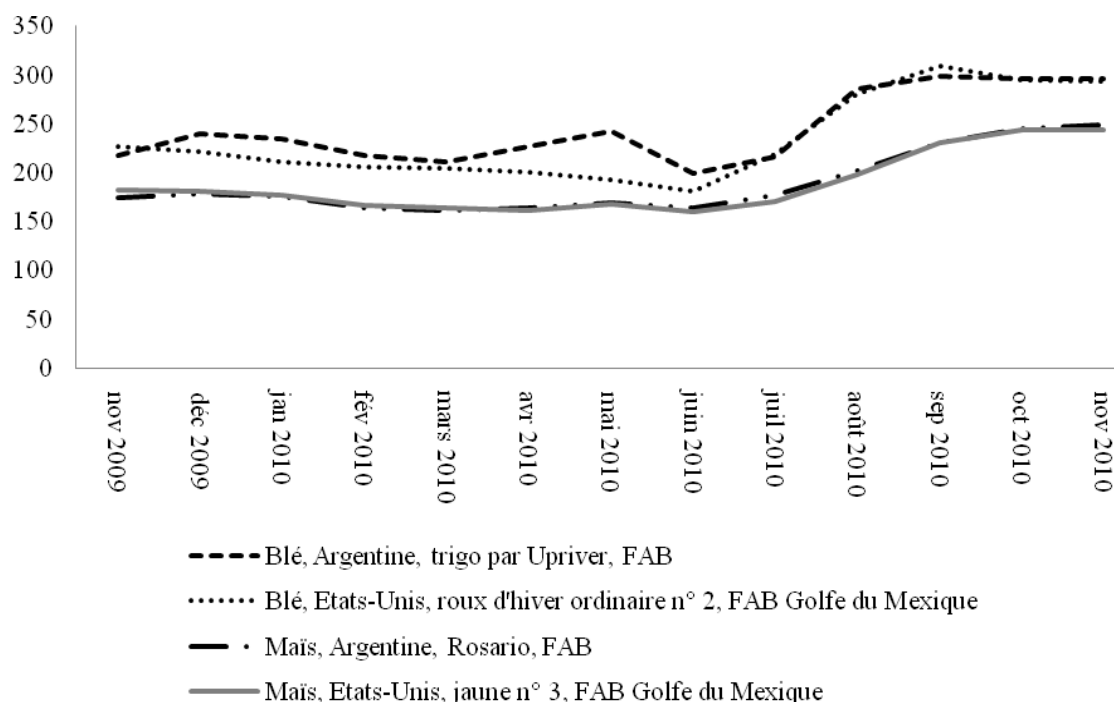
3 Evolution des prix mondiaux

La confrontation de l'offre décroissante de céréales par rapport à la campagne 2009/2010 et de la demande toujours croissante a entraîné un effet rapide et significatif sur les cours mondiaux des céréales, une hausse plus que proportionnelle au déséquilibre offre-demande, selon le classique « effet KING ».

Pour le froment comme pour le maïs, une hausse sensible, de l'ordre de 50 %, est enregistrée à partir de la mi-2010.

Sur base d'un indice des prix 2000 = 100, on approche les 300 pour le froment et 250 pour le maïs (figure 10.7.).

Figure 10.7. – Evolution des prix mondiaux du froment et du maïs de novembre 2009 à novembre 2010, sur la base année 2000 = 100.



Source : CNUCED

Entre la moyenne de l'année 2000 et la fin 2010, les prix mondiaux du froment ont donc triplé et ceux du maïs ont été multipliés par 2,5.

En janvier 2011, les inondations en Australie et l'annonce par l'USDA d'une révision à la baisse de ses prévisions de récolte ne peuvent qu'entraîner les cours à une hausse supplémentaire.

4 Conclusions

La campagne 2010/2011 illustre une fois de plus la loi de l'offre et de la demande sur les marchés agricoles.

Une diminution sensible de la production mondiale de froment et d'orge, due surtout à des conditions climatiques défavorables, provoque une forte hausse des cours, car la demande, soutenue par une croissance démographique continue ainsi que par l'évolution économique, est en augmentation régulière.

Comme d'habitude, cette hausse se transmet à d'autres produits concurrents ou complémentaires, même si leur production est en hausse (cas du maïs).

Alors que les prix des produits agricoles ont montré, durant des décennies, une tendance baissière en termes réels, à la suite, notamment, de la mise en œuvre de la PAC et de la « révolution verte » en Asie, il est bien possible que l'on assiste, à l'avenir, à un renversement de cette tendance, les « réserves de productivité » du facteur terre commençant à s'épuiser. Peut-on encore s'attendre, en effet, à des hausses de rendement spectaculaires, comme celle observée en Europe grâce à la PAC ?

11. Perspectives

Dynamique des populations de trois adventices des céréales en vue de la mise au point de méthodes intégrées de leur contrôle	2
Impact de la gestion culturale sur la respiration d'un sol agricole.....	3
L'agriculture de précision, ou outil en aide à la gestion des apports en engrais azotés	4
Détection et quantification de la septoriose dans les feuilles de blé avant l'apparition des symptômes	5
Lutte génétique contre la fusariose du froment et sélection assistée par marqueurs	6

Dynamique des populations de trois adventices des céréales en vue de la mise au point de méthodes intégrées de leur contrôle

J. Vandersteen¹

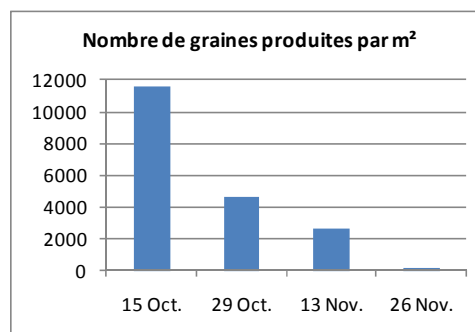
Quel est l'effet des pratiques culturales sur la biologie des adventices ?

Le projet vise à mieux connaître la biologie du vulpin, de la camomille et du gaillet, principales mauvaises herbes des cultures de céréales afin de développer des stratégies de lutte plus efficaces et durables.

Certaines pratiques culturales peuvent perturber le cycle de vie de ces adventices en favorisant ou non la germination, le développement, la floraison, la reproduction, et donc influencer leurs potentiels de multiplication et/ou de survie. Dans un premier temps, trois facteurs sont privilégiés dans l'étude : le décalage de la date de semis, les travaux du sol (labour/non labour, nombre de déchaumages) et les techniques de lutte mécanique.

Une production de graines pouvant être jusqu'à 100 fois plus importante selon la date de semis!

Un résultat de cette première année d'essai est la mise en évidence de l'effet spectaculaire de la date de semis sur la levée et le tallage du vulpin, de même que sur le nombre de graines produites par épi. Entre la première date de semis et la dernière, le nombre de graines de vulpins produites par m² est réduit d'un facteur 100 !



Date de semis	Nombre de graines par épi	Nombre d'épis par vulpin	Nombre de vulpins par m²	Nombre de graines par m²
15 Oct.	117	10	10	11621
29 Oct.	103	8	5	4585
13 Nov.	80	7	5	2642
26 Nov.	42	4	1	127



A lui seul, ce résultat ne permet évidemment pas de dispenser des conseils pratiques. Toutefois, il constitue une des pièces d'un puzzle qui devrait permettre de développer des méthodes de désherbage de mieux en mieux ajustées.

¹ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Projet financé par la Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement - Service Public de Wallonie

Impact de la gestion culturale sur la respiration d'un sol agricole

D. Dufranne 2*, F. Vancutsem³, M. Aubinet², B. Bodson³



Cette étude s'intègre dans un projet pluridisciplinaire dont l'objectif est d'évaluer les conséquences agronomiques et environnementales à moyen terme de différents modes de gestion du sol. Sur une parcelle de la Ferme expérimentale de GxABT sont comparées quatre modalités culturales croisant labour ou travail superficiel avec exportation ou restitution

des pailles. Des mesures de flux de CO₂ y sont réalisées à différents moments afin de quantifier la respiration liée à l'activité des plantes, et celle liée à l'activité microbienne de décomposition de la matière dans le sol. Pour cela, un système automatique équipé de différentes chambres, mesure en continu et de manière autonome les flux de carbone issus du sol. Des mesures ponctuelles sont également réalisées sur les différentes répétitions des quatre modalités afin de déterminer la variabilité spatiale. Ces mesures ont débuté en 2008-2009 et se poursuivront au cours des prochaines années.

Les premiers résultats engrangés : Moyenne de la respiration totale du sol [gC.m⁻².d⁻¹]

	Travail avec retournement du sol sur 25 cm		Travail superficiel (10-15 cm) sans retournement du sol	
Colza (2008-2009)	1.76 (0.08)		1.71 (0.08)	
	Avec paille	Sans paille	Avec paille	Sans paille
Inter-culture (2009)	Moyenne = 1.68 (0.07)		Moyenne = 1.71 (0.07)	
	2.05 (0.11)	1.31 (0.08)	2.20 (0.11)	1.22 (0.07)
Blé (2009-2010)	Moyenne = 2.10 (0.05)		Moyenne = 2.12 (0.05)	
	2.32 (0.07)	1.85 (0.07)	2.32 (0.08)	1.94 (0.06)

Ce tableau présente les valeurs moyennes de respiration mesurée pour chaque modalité (entre parenthèses, figure une estimation de la variabilité de la moyenne). Tant pendant la culture du colza (début de l'expérimentation), que pendant l'inter-culture puis la culture du blé, il n'est apparu de différence significative de respiration entre les modalités de travail du sol. Par contre, une respiration plus conséquente est observée dans les modalités avec une incorporation des pailles. Celle-ci est due à la décomposition d'une masse plus importante de résidus de culture. Ces premiers résultats laissent déjà apparaître des tendances nettes. Ils doivent néanmoins être affinés. En effet, ils ne prennent en compte que la phase initiale de l'expérimentation et ne préjugent pas de l'évolution future de la respiration des sols gérés plus longtemps selon les quatre modalités étudiées.

²Gx-ABT – Unité de Physique des Biosystèmes

³Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

* Doctorante FRIA

L'agriculture de précision, ou outil en aide à la gestion des apports en engrais azotés

B. Dumont⁴, F. Vancutsem⁵, B. Bodson⁵, J.P. Destain⁶ et M.F. Destain⁴

Financement : SPW Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement.

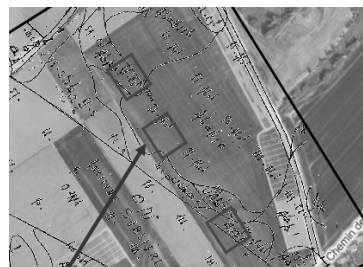
L'agriculture de précision, cékoaça ?

L'agriculture de précision pourrait être définie comme un système de gestion technique des cultures, basé sur l'expérience et la connaissance, et qui permette d'optimiser les profits tout en minimisant les impacts de l'agriculture sur l'environnement. L'agriculture de précision devrait ainsi être un espace de développement privilégié de nouveaux outils d'aide à la décision, et de nouvelles méthodes qui permettent d'optimiser la gestion des intrants tels que les engrais azotés.

Dans le vif du sujet !

Notre projet de recherche vise à mettre au point un outil d'aide à la décision en vue de mieux gérer les apports en engrais azotés sur froment. Notre étude se focalise ainsi sur l'étude du rendement de culture

- Implantées sur différents types de sol ;
- Alimentées selon différentes modalités de fumure ;
- En réponse aux stress climatiques.



Quels outils pour l'agriculture de précision ?

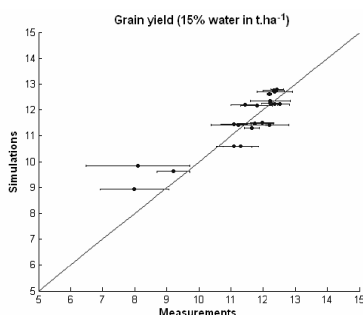
Un réseau de capteurs sans fils (éKo pro Series - Crossbow) permet d'avoir accès aux données microclimatiques et à l'état hydrique du sol, afin de mieux comprendre l'environnement proche de la culture.

Ces données sont introduite dans un logiciel de modélisation (STICS – Inra, France), afin de simuler la croissance des plantes de manière quotidienne, et d'identifier les facteurs pouvant modifier le bon fonctionnement sol-climat-culture : stress hydrique, thermique, azoté ou autres?

Mais ces outils ne seraient rien sans le savoir faire et l'expérience d'un travail de terrain. Afin de valider les modèles, un suivi régulier et précis des données microclimatiques du sol et de la croissance et du développement de la culture est effectué.



L'objectif



L'objectif n'est pas de révolutionner le monde agricole mais à terme de pouvoir offrir aux agriculteurs des outils de décodage des interactions sol, climat et culture.

Le changement climatique influence les rendements. Oui, mais comment ? Une sécheresse précoce survient : comment la culture réagit-elle ? Doit-on en conséquence modifier le rythme et la dose des apports azotés ? Voilà des questions auxquelles de tels outils pourraient permettre de répondre pour, par exemple, améliorer les conseils de fumure.

⁴ Gx-ABT – Unité de mécanique et construction.

⁵ Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

⁶ CRA-w – Dpt Agriculture et Milieu Naturel – Direction CRA-w

Détection et quantification de la septoriose dans les feuilles de blé avant l'apparition des symptômes

M. Duvivier⁷, G. Dedeurwaerder⁸, A. Legrève⁷, J.M. Moreau⁸

Recherche financée par la DGO03, Service public de Wallonie

La septoriose : 2 à 3 semaines d'incubation

Une plante peut être infectée bien avant d'exprimer les symptômes d'une maladie. Une période d'incubation sépare le moment de l'infection par le champignon, de l'apparition des symptômes. Sa durée dépend de différents facteurs tels que la variété de blé ou les conditions climatiques⁹, ce qui complique l'évaluation de l'état sanitaire d'un champ et la compréhension des mécanismes régissant le développement des épidémies.

Détecter l'ADN du champignon avant les symptômes

Une méthode permettant de quantifier l'ADN de *Mycosphaerella graminicola* (agent de la septoriose) présent dans les feuilles de blé avant l'apparition des symptômes a été développée¹⁰. Des échantillons de feuille sont prélevés en champs, lyophilisés et broyés. L'ADN total en est extrait puis l'ADN de *m. graminicola* est quantifié par PCR quantitative en temps réel¹¹.

Déjà des résultats encourageants

L'ADN de *M. graminicola* a été quantifié dans les extraits réalisés à partir d'échantillons des deux dernières feuilles présentes sur les blés et prélevées tout au long de la saison 2009 dans des essais en champs à Gembloux, Liège, Tournai, et Philippeville.

Une bonne relation entre les quantités d'ADN mesurées dans les feuilles et l'importance des symptômes visibles 4 semaines après le prélèvement a été obtenue (figure 11.1.).

En outre un dosage nul à dans tous les cas, été associé avec une absence de développement significatif (<5%) de septoriose sur l'étage foliaire testé au cours des quatre semaines ultérieures.

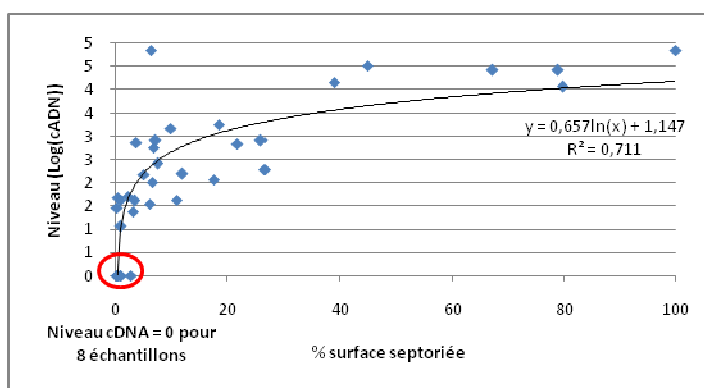


Figure 11. 1. – Relation entre le niveau de cADN et la surface septoriée, 4 semaines après le prélèvement (Istabra non traité, F1, F2, saison 2009, n=38).

Perspectives

La méthode permettra de mettre en évidence les facteurs influençant la contamination des feuilles de blé par la septoriose et de préciser le temps d'incubation effectif de la maladie dans les conditions du champ.

Elle apporte une donnée nouvelle qui pourra être valorisée dans la prévision du risque et le développement de systèmes d'avertissement basé sur les situations réelles rencontrées dans les champs.

⁷CRA-W – Unité Protection des plantes et écotoxicologie (U4)

⁸UCL – Earth and life institut

⁹Shaw MW, 1990. Effect of temperature, leaf wetness and cultivars on the latent period of *M. graminicola* on winter wheat. Plant pathology. Vol 39(2) 255-268.

¹⁰Adapté du protocole de S. Selim, institut Lasalle-Beauvais.

¹¹Duvivier M, Dedeurwaerder G, Marchal G, Renard ME, Van Hese V, Moreau A & Legrève A. 2010. Distribution of airborne *Mycosphaerella graminicola* inoculum at the field scale. Communications in Agricultural and applied biological sciences. Vol 75(4) 635-640.

Lutte génétique contre la fusariose du froment et sélection assistée par marqueurs

Y. Muhovski¹² et J-M. Jacquemin¹²

La fusariose sur épi peut entraîner des pertes de rendement, mais surtout, contaminer les graines par des toxines dangereuses pour la santé humaine et animale. *Fusarium graminearum* et *F. culmorum* sont les principaux pathogènes responsables de la fusariose sur épi. Différents modes de lutte existent contre la maladie; la résistance génétique est une des voies les plus prometteuses.

Les recherches développées au Centre wallon de Recherches agronomiques (CRAW) ont pour but de caractériser les composantes génétiques de cette résistance en utilisant des méthodes de biologie moléculaire et en développant des marqueurs moléculaires liés à la résistance. Il s'agit de mettre en évidence l'existence de liaisons entre des marqueurs moléculaires et les gènes de résistance ou les « loci quantitatifs » (QTL) impliqués dans la résistance à la fusariose. Pour identifier et caractériser les gènes agronomiques intéressants, une expérimentation au champ, lourde et coûteuse, est classiquement effectuée.

Une alternative est d'utiliser des « marqueurs moléculaires ». Un tel marqueur est constitué d'un fragment d'ADN du génome de la plante, codant pour un caractère génétique facile à observer en laboratoire, et situé aussi près que possible du gène de résistance recherché. La création d'un marqueur caractéristique de la forme intéressante d'un gène demande, elle aussi, beaucoup de travail. Cependant, si l'investissement de départ est important, cette technique permet d'identifier rapidement les plantes possédant les gènes recherchés, sans être obligé de passer par les essais au champ : la sélection porte alors sur les marqueurs, et non plus sur les caractères agronomiques.

La technique de marquage moléculaire est employée pour rechercher le ou les gènes responsables du caractère d'intérêt chez le blé. Elle consiste à créer de cartes génétiques de populations issues d'un croisement entre plante sensible et plante résistante, et combine les analyses statistiques entre ces marqueurs et les données quantitatives des tests de résistance (observation du comportement des variétés après inoculation artificielle avec *Fusarium*) réalisés en serre et aux champs. Une fois déterminés les marqueurs proches des gènes d'intérêt, la sélection assistée par marqueurs (SAM) est utilisée en routine pour la sélection. Pour chaque descendant, il suffit d'extraire l'ADN des feuilles, de faire le test moléculaire et de sélectionner les individus qui présentent les marqueurs attendus.

La sélection assistée par marqueurs peut également aider à accumuler dans un même génome des gènes de résistance complémentaires pour une même maladie, de façon à obtenir une résistance multigénique, plus stable car plus difficile à contourner, donnant des variétés ayant un bon profil de tolérance aux maladies les plus préjudiciables.

¹² CRA-W – Dpt Sciences du Vivant

Table des matières

1°) Produits phytosanitaires

Herbicides	Pages 1 à 17
Antiverses	Pages 18 à 20
Fongicides	Pages 21 à 29
Traitements de semences	Pages 30
Insecticides	Pages 31 à 32
Molluscicides	Page 33

Réalisé par le **CADCO** à partir des données disponibles sur le Phytoweb en date du 04/01/2011. Il est recommandé de lire attentivement l'étiquette du produit avant toute utilisation.

Vos remarques sont les bienvenues : 081/62.56.85 ou asblcadco@scarlet.be

Ces inventaires sont mis à jour régulièrement et consultable en ligne sur le site CADCO
www.cadcoasbl.be

2°) <u>Variétés</u>	Pages 34 à 43
---------------------	---------------

3°) <u>Stades repères</u>	Pages 44 à 49
---------------------------	---------------

4°) <u>Travaux</u>	Pages 50 à 51
--------------------	---------------

LES HERBICIDES

Vous trouverez dans les tableaux figurant ci-après les possibilités agréées pour chaque céréale. Elles 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 ».

Les tableaux ont été modifiés de manière à rendre leur lecture plus facile : les noms de produits sont utilisés à la place des substances actives et ils ont été classés par ordre alphabétique. Une colonne « Mode d'action » a vu le jour dans le tableau des produits et un nouveau tableau « Mode d'action » a été ajouté afin de vous permettre de prendre en compte cette caractéristique lors du choix de votre traitement.

Dans l'ordre, vous trouverez :

1. le tableau de sensibilité des mauvaises herbes aux herbicides agréés. Ce tableau doit vous aider à choisir le traitement approprié à la parcelle ;
2. le tableau des produits agréés. Il doit vous permettre de vérifier si le traitement choisi est applicable dans la parcelle (culture, stade de développement, dose) ;
3. la composition des produits (formulation, substances actives et mode d'action) ;
4. le tableau des modes d'action ;
5. le tableau des sensibilités variétales au chlortoluron.

SENSIBILITE DES PRINCIPALES ADVENTICES AUX HERBICIDES LES PLUS UTILISES

Produits	N° du produit	Folle avoine	Jouet du vent	Paturin (1)	Vulpin	Alchémille	Capelle bourse à pasteur	Chénopode blanc	Chrysanthème des moissons	Coquelicot	Fumeterre	Gaillet gratteron	Lamier Pourpre	Matriçaire camomille	Mourons des oiseaux	Pensée sauvage	Renoncule	Renouée faux lièron	Renouée des oiseaux	Renouée persicaire ou Lapathif.	Sené moutarde des champs	Sénéon	Tabouret des champs	Véronique de Perse	Véronique feuille de lierre	Chardon des champs	Laïteron des champs
Lutte contre les GRAMINEES AVADEX 480 AXIAL et AXEO PUMA S EW et FOXTROT TIMOK et TRAXOS TOPIK	10	AS	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	11	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	73 et 33	S	AS	(1)	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	80	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	81	S	R	AS	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Lutte contre les GRAMINEES et les DICOTYLEES ANNUELLES																											
AFALON SC ALISTER ATLANTIS WG ATTRIBUT AZUR	1 et 65	R	AR	AS	AR	S	S	S	AR	S	R	R	AR	S	AS	R	R	AS	AS	AR	AS	AR	S	S	R	R	R
	2	S	S	S	S	AS	S	AS	S	AS	AR	AS	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	S	AS	AS	AS
	6	S	S	S	S	AS	S	AR	S	AR	AR	AR	AR	S	S	AR	AS	AS	AS	AR	S	S	S	AR	AR	AR	AR
	7	AS	S	AS	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	R	R	R	R
	13	AS	S	AS	S	S	S	S	AS	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	R	R
BACARA BIFENIX N CALIBAN DUO CALIBAN TOP CAPRI	14	S	AS	AR	S	S	S	S	AS	S	S	AS	S	AR	S	S	S	AS	S	S	S	AS	S	S	S	R	R
	16	AS	AS	AS	S	S	AS	AS	S	S	AS	R	AS	S	S	S	AS	AS	AS	S	AS	AR	S	S	S	R	R
	20	AS	S	S	S	S	S	S	AR	S	AS	S	AS	S	S	S	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AS	S	R
	86	AS	S	S	S	AS	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	S	AS	AS	AS	S	S	S	S	AS	S	S
	22	S	S	S	S	AR	S	S	R	R	R	AS	S	AS	S	S	S	S	AS	AS	S	S	S	S	S	AS	AS
CARPI DUO CAPRI TWIN chlortoluron COSSACK DEFI et autres produits	87	S	S	S	S	AR	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	AS	S
	23	S	S	S	S	AR	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S
	59	AS	AS	AS	S	R	AS	AS	S	S	R	R	AR	S	AS	R	AS	AS	AR	AR	AS	S	S	R	R	R	R
	27	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	AS	S	AS	AS	S	S	S	AS	S	S	S
	29	AR	S	S	S	S	S	S	R	AR	S	AS	S	AR	S	S	AS	S	AR	AR	AR	R	S	S	S	R	R
DJINN HERBAFLEX HEROLD SC HUSSAR TANDEM HUSSAR ULTRA	30	S	AS	AS	S	R	AS	R	AS	S	R	R	R	S	AS	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	37	AS	S	S	AS	S	S	S	AS	S	AR	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R
	40	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	S	AS	AS	S	S	S	S	S	R	R
	42	AR	S	S	R	S	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	S
	43	AR	S	S	R	AS	S	S	S	S	AS	S	AS	S	S	S	AS	S	AS	AS	S	S	S	S	AS	S	S
isoproturon JAVELIN LEXUS MILLENIUM LEXUS SOLO LEXUS XPE	64	AS	AS	AS	S	R	AS	R	AS	AS	AR	R	R	S	AS	R	R	R	R	R	AR	AR	S	R	R	R	R
	45	AS	AS	S	S	S	S	AS	AS	AS	S	AR	S	S	S	S	S	S	AS	AS	S	AS	S	S	S	R	R
	47	R	AR	AR	S	S	S	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	AS	S	S	S	AS	AS	S	S
	48	R	AR	AR	S	S	S	S	S	S	AS	AR	AS	S	S	S	S	S	AS	AR	S	S	S	AR	AR	S	S
	49	R	AS	AR	S	S	S	S	S	S	AS	AR	S	S	S	S	S	S	AS	AS	S	S	S	S	S	S	S

Produits	N° du produit	Folle avoine	Jouet du vent	Paturin (1)	Vulpin	Alchémille	Capelle bourse à pasteur	Chénopode blanc	Chrysanthème des moissons	Coquelicot	Fumeterre	Gaillet gratteron	Lamier Pourpre	Matricaire camomille	Mourons des oiseaux	Pensée sauvage	Renoncule	Renouée faux liseron	Renouée des oiseaux	Renouée persicaire ou Laphathif.	Sené moutarde des champs	Sénégon	Tabouret des champs	Véronique de Perse	Véronique feuille de lierre	Chardon des champs	Laiteron des champs
Lutte contre les DICOTYLEES ANNUELLES																											
2,4-D ALLIE ALLIE EXPRESS ALLIE STAR AURORA et AURORA 40 WG	58 3 et 70 4 5 8 et 9	R R R R R	R AR R AR R	R R R R R	R R R R R	R AS S S R	AS S S S S	S S S S S	R AS S S R	AR AS S AS AS	AR R AS S AR	R R S AR S	AS S S S S	R S S R R	AR S S S R	AS AS S AS AS	AS AS AS AS AS	R R R R R	R R R R R	R R R R R	S AS S S S	S AS S S R	S AS S S S	R R R R R	AS S S S R	AR S S S R	
	12 15 17 85 21	R R R R R	R R R R R	R R R R R	R R R R R	S AS R AS AS	S S AR S S	S S AR S S	S S S S AR	S AS R AS AS	S AS S AR AS	R S S S AS	S S S S S	S S S S S	S S S S S	S AR S AS AS	AS AS AS AS AS	R R R R R	R R R R R	R R R R R	S S S AS S	S S S AS S	S AS R R R	AS S S S S	R R R R R		
	24 25 26 61 62	R AR R R AR	R AS AR R AR	R AR AR R R	R AR AR R R	S S AS R AS	S S S AS S	S S S AS S	AS R R R R	S AS S AS AS	S AS AS AR AS	S AS S S AS	S AS S S AS	S AR S R R	S S S S S	S S S S S	S AS S AS AS	S AS AS AS AS	S R R R R	S S S S S	S S S AS S	S AS S S S	S AS S S S	S AR S S S	AR R R R R	R R R R R	

4 Herbicides

Produits	N° du produit	Folle avoine	Paturin (1)	Vulpin	Alchémille	Capelle bourse à pasteur	Chénopode blanc	Chrysanthème des moissons	Coquelicot	Fumeterre	Gaillet gratteron	Lamier Pourpre	Matricaire camomille	Mourons des oiseaux	Pensée sauvage	Renoncule	Renouée faux liseron	Renouée des oiseaux	Renouée persicaire ou Lapathif.	Sené moutarde des champs	Séneçon	Tabouret des champs	Véronique de Perse	Véronique feuille de lierre	Chardon des champs	Laiteron des champs
		R	R	R	R	R	AS	R	R	AR	R	S	R	R	AR	R	S	AR	AR	R	S	R	S	AR	R	R
GRATIL HARMONY M et CONNEX MATRIGON et autres produits MCPA	35	R	R	R	R	R	R	R	AR	R	S	R	AS	AR	R	S	AR	AR	R	R	S	S	AS	AR	R	R
	36 et 88	R	AR	R	S	S	S	S	S	S	AR	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	AS	AR	S	S
	52	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	AS	R	R	R	S	S	AR	R	S	S
	38, 66 et 67	R	R	R	R	AS	S	R	AS	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	S	S	AR	AR	AR	R
	69	R	R	R	R	AS	S	R	S	R	S	R	R	R	S	R	R	AR	AR	AR	S	R	S	AR	AR	AR
MEXTRA MILAN PLATFORM S PRIMSTAR, KART et ATACO	53	R	R	R	S	S	S	AS	S	S	S	S	AR	S	AS	S	S	AS	S	S	S	S	AR	AR	AR	AR
	54	R	R	R	AS	S	S	R	R	S	S	S	AR	AR	S	S	S	AR	AR	S	S	S	S	AR	R	
	57	R	R	R	R	S	S	R	S	AS	S	S	R	AS	S	AS	AS	AS	AS	S	AS	S	S	R	AR	
	46 et 71	R	R	R	S	S	R	AS	S	R	S	AS	S	S	S	S	S	AR	AR	S	S	S	R	AS	S	
	72	R	R	R	S	S	R	AS	AS	R	S	R	S	S	R	R	S	AS	AS	AS	S	AS	R	R	AR	
STARANE et autres produits STOMP 400 SC et STOMP AQUA TREVISTAR VERIGAL D	31 et 77	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	AR	R	S	R	R	S	AS	AS	AR	R	S	AR	AR	R	R
	79 et 90	AR	AS	AR	AS	S	S	R	S	AS	AR	S	AR	S	S	S	AS	AS	S	AS	AS	S	S	S	R	R
	82	R	R	R	S	S	AR	AS	AS	AS	S	AS	S	S	R	S	S	AS	S	S	S	AR	AR	S	S	
	84	R	R	R	AS	S	S	AR	S	S	S	S	AR	S	S	S	S	AR	AR	AR	S	S	S	S	AR	R
Lutte contre les DICOTYLEES ANNUELLES et VIVACES																										
BOFIX et DINET dichlorprop-p + MCPA + mecoprop-p MCPA + 2,4-D STARANE KOMBI	18	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	AR	AS	S	R	S	S	S	S	S	S	S	AR	AR	S	S
	34 et 60	R	R	R	R	S	S	R	S	S	S	AS	AR	S	R	S	AS	AS	AS	S	AS	S	AS	AS	S	AS
	28, 68 et 83	R	R	R	R	AS	S	R	AS	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	S	AS	S	AR	AR	S	AR
	78	R	R	R	AS	S	S	AS	S	S	S	AS	S	S	S	AS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Herbicides TOTAUX glyphosate REGLONE et autres produits	19, 63, 75 et 76	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	74	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
AR= assez résistant R= résistant S= sensible AS= Assez sensible (1) fenoxapron + safener; Paturin commun; S: Paturin annuel; R																										

S= sensible AS = Assez sensible AR= assez résistant R= résistant ; (1) fenoxaprop + safener: Paturin commun: S; Paturin annuel: R

Herbicide pré-semis (uniquement agréé en orge contre graminées annuelles)
 AV/ADEx 480 (7785/B) composé de 480 g/l triallate, dose maximum : 3-3,5 L/Ha selon le type de sol
 à incorporer immédiatement après l'application (efficacité secondaire contre lamier, chénopode et morelle noire)

Tableau 1 de 2 : Herbicides céréales en pré-émergence (BBCH 01-08)

x = agréé ; - = pas agréé.

Zone tampon/Dérive¹ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

N°	mise à jour  4/01/2011	numéro d'agrégation	voir légende	voit légende										composition	Formulation	dose (maximum)	contre			nombre max. d'application	zone tampon/ dérive ¹	
				avoine		épeautre		froment printemps		froment d'hiver		orge printemps					orge d'hiver		seigle			triticale
1		8562/B		x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(a)	-	450 g/l linuron	SC	L/Ha	0,8 à 0,9(a)/0,9 à 1,1(b)	x	-	-	1	-
59		9549/B	(z)	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	500 g/l chlortoluron	SC	L/Ha	(z)	x	-	x	1	-
64		6897/B	(1)	-	x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(c)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	500 g/l isoproturon	SC	L/Ha	2-2,5(a)/2-3(b)/1,6 à 2(c)	x	x	x	1	20m
64		9107/B	(1)	-	x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(c)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	500 g/l isoproturon	SC	L/Ha	2-2,5(a)/2-3(b)/1,6 à 2(c)	x	x	x	1	20m
12		7573/B		-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	500 g/l isoxaben	SC	L/Ha	0,15 à 0,20	x	x	-	-	-
14		9127/B		-	x	-	x	-	x	-	x	x	x	100 g/l diflufenican 250 g/l flurtamone	SC	L/Ha	1 1 avec 750 g/ha isoproturon	x	-	x ¹ x	1	5m
64		9011/B	(1)	-	x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(c)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	500 g/l isoproturon	SC	L/Ha	2-2,5(a)/2-3(b)/1,6 à 2(c)	x	x	x	1	20m
59		7980/B	(z)	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	500 g/l chlortoluron	SC	L/Ha	(z)	x	-	x	1	-
29		7864/B		-	x	-	x	-	x	-	x	x	x	800 g/l prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	x	-	x	-	-
29		789/P		-	x	-	x	-	x	-	x	x	x	800 g/l prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	x	-	x	-	-
62		9408/B		-	x	-	x	-	x	-	x	x	x	500 g/l diflufenican	SC	L/Ha	0,375	x	-	-	1	20m/50%
29		9680/B		-	x	-	x	-	x	-	x	x	x	800 g/l prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	x	-	x	1	10m
37		9547/B	(1)	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-	500 g/l isoproturon 85 g/l beflubutamide	SC	L/Ha	2	x	-	x	1	5 m
64		6966/B	(1)	-	x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(c)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	500 g/l isoproturon	SC	L/Ha	2-2,5(a)/2-3(b)/1,6 à 2(c)	x	x	x	1	20m
64		8261/B	(1)	-	x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(c)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	500 g/l isoproturon	SC	L/Ha	2-2,5(a)/2-3(b)/1,6 à 2(c)	x	x	x	1	20m
64		8851/B	(1)	-	x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(c)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	83 % isoproturon	WG	Kg/Ha	1,2-1,5(a)/1,2-1,8(b)/1-1,2(c)	x	x	x	1	20m

(1) max. 1 application de produit à base d'isoproturon par cycle de production, dose fonction du type de sol.

x¹ agréé contre jouet du vent et pâturin annuel.

(z) Certaines variétés de froment d'hiver sont sensibles. Celle de l'épéautre n'est pas connue. S'informer auprès de l'obteneur pour la sensibilité variétale.

(z) La dose maximum est pour toutes céréales (excepté pour le triticale pour lequel la dose est de 3 l/ha) : sur sol sableux, 3 l/ha ; sur sol sablo-limoneux et limoneux, 3-3,5 l/ha ; sur sol argileux, 3,5-4 l/ha ; polders, 4,5-5 l/ha.

Tableau 2 de 2 : Herbicides céréales en pré-émergence (BBCH 01-08)

x = agréé ; - = pas agréé.

N°		mise à jour adco 4/01/2011	numéro d'agrégation	voir légende	Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %										composition	Formulation	dose (maximum)	contre				nombre max. d'application	zone tampon/ dérive ¹
					avoine	épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle	triticale	annuelles	dicotylées				vivaces	graminées				
45	JAVELIN		7841/B	(1)	-	-	-	x	-	-	-	-	-	62,5 g/l diflufenican 500 g/l isoproturon	SC	L/Ha	2,5 à 3	x	x	x	1	20m	
62	LEGACY 500 SC		9589/B		-	x	-	x	-	x	x	x	-	500 g/l diflufenican	SC	L/Ha	0,4	x	-	-	1	20m/50%	
59	LENTIPUR 500 SC		8875/B	(z)	-	x	-	x	-	x	-	x	-	500 g/l chlortoluron	SC	L/Ha	(z)	x	-	x	1	-	
65	LINUGAN 500 SC		9073/B		x ⁽⁶⁾	-	x ^(b)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	-	-	500 g/l linuron	SC	L/Ha	0,7 à 0,8 ^(a) / 0,8 à 1 ^(b)	x	-	-	1	10m	
65	LINUREX 50 SC		8445/B		x ⁽⁶⁾	-	x ^(b)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	-	-	500 g/l linuron	SC	L/Ha	0,7 à 0,8 ^(a) / 0,8 à 1 ^(b)	x	-	-	1	10m	
65	LINURIS 500 SC		9596/B		x ⁽⁶⁾	-	x ^(b)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	-	-	500 g/l linuron	SC	L/Ha	0,7 à 0,8 ^(a) / 0,8 à 1 ^(b)	x	-	-	1	-	
65	LINURON 500 SC		9597/B		x ⁽⁶⁾	-	x ^(b)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	-	-	500 g/l linuron	SC	L/Ha	0,7 à 0,8 ^(a) / 0,8 à 1 ^(b)	x	-	-	1	-	
65	LINUSTAR ou Certis Linuron 500 SC		8586/B		x ⁽⁶⁾	-	x ^(b)	-	x ^(a)	-	x ^(a)	-	-	500 g/l linuron	SC	L/Ha	0,7 à 0,8(a)/ 0,8 à 1(b)	x	-	-	1	-	
64	PROTUGAN 500 SC		8549/B	(1)	-	x ⁽⁶⁾	-	x ^(b)	-	x ^(c)	-	x ⁽⁶⁾	-	500 g/l isoproturon	SC	L/Ha	2 -2,5(a)/2-3(b)/1,6 à 2(c)	x	x	x	1	20m	
29	ROXY EC		9684/B	(2)	-	x	-	x	-	x	x	x	-	800 g/l prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	x	-	x	1	10m	
29	ROXY 800 EC		9679/B		-	x	-	x	-	x	x	x	-	800 g/l prosulfocarbe	EC	L/Ha	4 à 5	x	-	x	1	10m	
79	STOMP	705,630 972,0	705,630 972,0	(3)	-	-	-	-	-	x	-	-	-	400 g/l pendimethaline	SC	L/Ha	2	x	-	-	1	5m	
90	STOMP AQUA		9839/B	(3)	-	-	-	-	-	x	-	-	-	455 g/l pendimethaline	CS	L/Ha	2	x	-	-	1	5m	
79	STOMP 400 SC		7957/B	(3)	-	-	-	-	-	x	-	-	-	400 g/l pendimethaline	SC	L/Ha	2	x	-	-	1	5m	
59	TOLUREX SC		7733/B	(z)	-	x	-	x	-	x	-	x	-	500 g/l chlortoluron	SC	L/Ha	(z)	x	-	x	1	-	
62	TOUCAN ou Diflufenican Glob 500 SC		9653/B		-	x	-	x	-	x	x	x	-	500 g/l diflufenican	SC	L/Ha	0,375	x	-	-	1	20m/50%	

(1) max. 1 application de produit à base d'isoproturon par cycle de production, dose fonction du type de sol.

(2) ne peut pas être mélangé avec des urées substituées.

(3) ne pas traiter si céréales couvertes de gelée blanche ou de rosée abondante ou en période de risque de gel. Maximum. 2 kg de pendiméthaline/ha par an.

(z) Certaines variétés de froment d'hiver sont sensibles. Celle de l'épéautre n'est pas connue. S'informer auprès de l'obteneur pour la sensibilité variétale.

(z) La dose maximum est pour toutes céréales (excepté pour le triticale pour lequel la dose est de 3 l/ha) : sur sol sableux, 3 l/ha ; sur sol sablo-limoneux et limoneux, 3-3,5 l/ha ; sur sol argileux, 3,5-4 l/ha ; polders, 4,5-5 l/ha.

Tableau 1 de 2 : Herbicides céréales en levée – début tallage (BBCH 09-20)

BBCH 09 = levée ; 11 = une feuille étalée ; 12 = deux feuilles étalées ... ; 20 = tallage (pas de talle visible).

x ou A ou P = agréé ; - = pas agréé / Zone tampon/Dérivé1 : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

N°	Gaïaco	mise à jour 4/01/2011	numéro d'agrégation	voir légende	BBCH	avoine						orge d'hiver						Formulation	dose (maximum)		composition	contre dicotylées annuelles vivaces		nombre max. annuelles	zone tampon/ dérive¹			
						épuretre	printemps	froment	d'hiver	orge printemps	seigle	triticale	froment printemps	d'hiver	orge printemps	seigle	triticale											
70	ACCURATE		9551/B	P	12 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	WG	g/ha	30	20 % mesulfuron -méthyl	x	x	-	1	2m	
3	ALLIE		9450/B	P	12 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	SG	g/ha	30	20 % mesulfuron -méthyl	x	x	-	1	-	
5	ALLIE STAR		9795/B	P	12 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	SG	g/ha	45	22,2 % tribenuron-méthyl 11,1 % mesulfuron -méthyl	x	x	-	1	2m	
11	AXEO		9603/B	x4,5	13 à 20	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	EC	L/ha	0,9	50 g/l pinoxaden	-	-	x4	1	-	
		P	13 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	EC	L/ha	1,2	12,5 g/l cloquimocet-mexyl	-	-	x5	1	-	
11	AXIAL		9602/B	x4,5	13 à 20	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	EC	L/ha	0,9	50 g/l pinoxaden	-	-	x4	1	-	
		P	13 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	EC	L/ha	1,2	12,5 g/l cloquimocet-mexyl	-	-	x5	1	-	
12	AZ 500		7573/B		9 à 13	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	SC	L/ha	0,15 à 0,20	500 g/l isoxaben	x	x	-	-	-	
14	BACARA		9127/B	x1	9 à 20	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	SC	L/ha	1	100 g/l diflufenican	x	-	x1	1	5m	
			9 à 20	-	x ^(a)	-	x ^(a)	-	x ^(b)	-	x ^(b)	-	x ^(b)	-	x ^(b)	-	x ^(b)	-	SC	L/ha	1 + 750 g/ha isoproturon (a) 1 + 1kg/ha isoproturon (b)	250 g/l flurtamone	-	-	x	1	5m	
15	BIATHLON		9779/B	P1	13 à 20	P1	-	x	-	x	-	x	-	x	-	P1	-	WG	g/ha	70	71,4 % tritosulfuron	x	-	-	1	-		
20	CAMEO		9581/B		12 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	SG	g/ha	45	50 % tribenuron-méthyle	x	x	-	1	5m	
25	CELTIC		9479/B	A	12 à 20	-	A	-	A	-	A	-	A	-	A	-	A	-	SC	L/ha	2,5	320 g/l pendiméthaline 16 g/l picolnafen	x	-	-	1	2m	
88	CONNEX		9814/B	P	12 à 20	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	WG	g/ha	60	68,2 % thifensulfuron-méthyl 6,8 % mesulfuron -méthyl	x	-	-	1	2m		
29	DEFI		7864/B		9 à 13	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	EC	L/ha	4 à 5	800 g/l prosulfocarbe	x	-	x	-	-	
70	DEFT		9552/B	P	12 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	WG	g/ha	30	20 % mesulfuron -méthyl	x	x	-	1	-	
29	DEFY		789/P	*2	12 à 13	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	EC	L/ha	4 à 5	800 g/l prosulfocarbe	x	-	x	-	-	
62	DIFLANIL 500 SC		9408/B		09 à 20	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	SC	L/ha	0,375	500 g/l diflufenican	x	-	-	1	20m/50%	
70	FINY		9482/B	P	12 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	WG	g/ha	30	20 % mesulfuron -méthyl	x	x	-	1	-	
33	FOXTROT		9705/B	P	13 à 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EW	L/ha	1, en mélange avec une huile agréé	69 g/l fenoxaprop-p-éthyl 34,5 g/l cloquimocet-mexyl	-	-	x	1	-		
35	GRATIL		8316/B	x2	13 à 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	WG	g/ha	20 à 40	75 % amidosulfuron	x2	-	-	-	-	
36	HARMONY M		9510/B	P	12 à 20	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	SG	g/ha	100	40 % thifensulfuron-méthyl 4 % mesulfuron -méthyl	x	-	-	1	-
40	HEROLD		9306/B	A	11 à 13	-	-	-	A	-	A	-	A	-	A	-	-	-	WG	g/ha	600	40 % flufenacet 20 % diflufenican	x	-	x	1	5m	
40	HEROLD SC		9533/B 901/P	A	11 à 13	-	-	-	A	-	A	-	A	-	-	-	-	-	SC	L/ha	0,6	400 g/l flufenacet 200 g/l diflufenican	x	-	x	1	20m/50%	
15	INCENDIO		9859/B	P1	13 à 20	P1	-	x	-	x	-	x	-	x	-	P1	-	WG	g/ha	70	71,4 % tritosulfuron	x	-	-	1	-		
70	ISOMEXX		9481/B	P	12 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	WG	g/ha	30	20 % mesulfuron -méthyl	x	x	-	1	2m	

Tableau 2 de 2 : Herbicides céréales en levée – début tallage (BBCH 09-20)

BBCH 09 = levée ; 11 = une feuille étalée ; 12 = deux feuilles étalées , , , ; 20 = tallage (pas de talle visible).

x ou A ou P = agréé ; - = pas agréé / Zone tampon/Dérivé1 : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

N°	mise à jour  4/01/2011		numéro d'agrédation	voir légende	BRCH	avoine				orge printemps				orge d'hiver				Formulation	dose (maximum)	composition	contre			nombre max. d'application	zone tampon/ dérivé 1
	Nom commercial	épiante				froment	froment	orge printemps	orge d'hiver	seigle	triticale	dicotylées annuelles	vivaces	graminées annuelles											
50	LIBERATOR	9681/B	A	11 à 13	-	-	A	-	A	-	A	-	-	SC	L/Ha	0,6	400 g/l flufenacet 100 g/l diflufenican	x	-	x	1	20m			
62	LEGACY 500 SC	9589/B		09 à 20	-	x	-	-	x	x	x	-	SC	L/Ha	0,4	500 g/l diflufenican	x	-	-	-	1	20m/50%			
51	MALIBU	9316/B	A	11 à 12	-	-	A	-	A	-	A	-	-	EC	L/Ha	3	300 g/l pendimethaline 60 g/l flufenacet	x	-	x	1	20m			
Éviter l'usage du MALIBU si semis irrégulier, peu recouvert (sols moutoux), en sol léger ou hydromorphe.																									
55	MONITOR	9158/B	P	13 à 20	-	P	-	P	-	P	-	-	-	WG	g/Ha	12,5	80 % sulfosulfuron	x	-	x	2	5m			
MONITOR doit toujours être appliqué en mélange avec une huile de colza estérifiée agréée à cet effet.																									
72	PRIMUS	9074/B	P	14 à 20	P	P	P	P	P	P	P	P	P	SC	L/Ha	0,025 à 0,1	50 g/l florasulam	x	-	-	1	-			
73	PUMA S EW	8986/B		13 à 20	-	-	x	-	x	-	x	x	-	EW	L/Ha	0,6 à 1,2	69 g/l fenoxaprop-p-ethyl 18,75 g/l méfenpyr-diethyl	-	-	x	-	-			
29	ROXY EC	9684/B	*2	9 à 13	-	x	-	x	-	x	x	x	-	EC	L/Ha	4 à 5	800 g/l prosulfocarbe	x	-	x	1	10m			
785, 850, 873/P				9 à 20 11 à 12	-	-	-	A	-	-	-	-	-	SC	L/Ha	2	400 g/l pendimethaline	x	-	-	1	5m			
79	STOMP	9839/B	*3 A	9 à 20 11 à 12	-	-	-	A	-	-	-	-	-	SC	L/Ha	2	400 g/l pendimethaline	x	-	-	1	5m			
79	STOMP 400 SC	9839/B	*3 A	9 à 20 11 à 12	-	-	-	A	-	-	-	-	-	SC	L/Ha	2	400 g/l pendimethaline	x	-	-	1	5m			
90	STOMP AQUA	7957/B	*3 A	9 à 20 11 à 12	-	-	-	A	-	-	-	-	-	CS	L/Ha	2	455 g/l pendimethaline	x	-	-	1	5m			
80	TIMOK	9640/B		13 à 20	-	-	-	-	x	-	-	-	-	EC	L/Ha	0,6 à 1,2	25 g/l clodinafop-propargyl 25 g/l pinoxaden 6,25 g/l cloquintocet-mexyl	-	-	x	1	-			
81	TOPIK	8813/B	x3 x4	13 13 à 20	-	-	-	x	-	-	-	-	-	EC	L/Ha	0,3 0,3 à 0,6	100 g/l clodinafop-propargyl 25 g/l cloquintocet-mexyl	-	-	x3 x4	1	-			
62	TOUCAN ou Diflufenican Glob 500 SC	9653/B		9 à 20	-	x	-	x	-	x	x	x	-	SC	L/Ha	0,375	500 g/l diflufenican	x	-	-	1	20m/50%			
80	TRAXOS	9639/B		13 à 20	-	-	-	-	x	-	-	-	-	EC	L/Ha	0,6 à 1,2	25 g/l clodinafop-propargyl 25 g/l pinoxaden 6,25 g/l cloquintocet-mexyl	-	-	x	1	-			
82	TREVISTAR	9799/B	P	13 à 20	P	P	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/Ha	1,5	100 g/l fluoxypyr 80 g/l clopyralide 2,5 g/l florasulam	x	x	-	1	-			

Légende des tableaux 1 et 2 :

*2 ne peut pas être mélangé avec des urées substituées.

*3 ne pas traiter si céréales couvertes de gelée blanche ou de rosée abondante ou en période de risque de gel. Maximum. 2 kg de pendiméthaline/ha par an.

x1 : agréé contre jouet du vent et pâturin annuel ; x2 : agréé contre gaillier et crucifères ;

x3 : agréé contre vulpin ; x4 : agréé contre folle avoine, jouet du vent et vulpin ; x5 : agréé contre vulpin et ray-grass ;

A : pour usage uniquement en automne ; P : pour usage uniquement au printemps ; P1 : pour usage uniquement en culture de printemps.

Tableau 1 de 6 : Herbicides céréales en début tallage à dernière feuille (BBCH 21-39)

x ou **A** ou **P** = agréé pour la culture ou l'usage ; - = pas agréé.

A pour usage uniquement en automne, **P** pour usage uniquement en culture de printemps, **H** d'hiver.

BBCH : (21-25-29) Début tallage – plein tallage – fin tallage ; (30-31-32) Redressement – 1er nœud – 2ème nœud ; (39) Dernière feuille ;

Zone tampon/Dérivé¹ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %.

N°	 mise à jour 4/01/2011	numéro d'agrément	Voir légende	BBCH	avoine	épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle	triticale	Formulation	dose (maximum)	composition	dicoylées annuelles	contre graminées vivaces	nombre max. d'application	zone tampon/ dérivé ¹
59	Aaiko Chloroluron 500 SC	9549/B	(z)	25 à 29	-	x	-	x	-	x	-	x	SC	L/ha	500 g/l chloroluron	x	-	1	-
70	ACCURATE	9551/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	P	WG	g/ha	20 % mesulfuron-méthyl	x	-	1	2m
67	AGROXONE 750	6463/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/ha	750 g/l MCPA	x	-	1	-
66	AGROXYL 250	8785/B		29 à 32	P	P	P	P	P	P	P	P	SL	L/ha	250 g/l MCPA	x	-	1	-
67	AGROXYL 750	9157/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/ha	750 g/l MCPA	x	-	1	-
3	ALLIE	9450/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	P	SG	g/ha	20 % mesulfuron-méthyl	x	-	1	-
4	ALLIE EXPRESS	9003/B		21 à 31	P	P	P	P	P	P	-	P	WG	g/ha	40 % carfentrazone-éthyl 10 % mesulfuron-méthyl	x	-	1	-
5	ALLIE STAR	9795/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	P	SG	g/ha	22,2 % tribenuron-méthyl 11,1 % mesulfuron-méthyl	x	-	1	2m
2	ALISTER	9594/B		21 à 31	-	P	-	P	-	-	-	P	OD	L/ha	150 g/l diflufenican 27 g/l méfenpyr-diéthyl 9 g/l mésosulfuron-méthyl 3 g/l iodosulfuron-méthyl-na	x	-	1	20m/75%
58	AMINEX	1648/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/ha	500 g/l 2,4-D	x	-	-	-
64	ARELON L	9107/B	L1	21 à 30	-	p ^(b)	-	p ^(b)	-	x ^(b)	p ^(b)	p ^(b)	SC	L/ha	500 g/l isoproturon	x	x	1	20m
46	ATACO	9508/B	L4	21 à 31	x	-	x	x	x	-	-	-	SE	L/ha	100 g/l fluoxypyr 1 g/l florasulam	x	-	1	-
6	ATLANTIS WG	9372/B 844/P 858/P		21 à 31	-	p ^(b)	p ^(b)	p ^(b)	-	-	p ^(b)	p ^(b)	WG	g/ha	9 % méfenpyr-diéthyl 3 % mésosulfuron-méthyl 0,6 % iodosulfuron-méthyl-na	x	-	1	5m
7	ATTRIBUT	9288/B	x7	21 à 31	-	-	-	P	-	-	-	P	SG	g/ha	70 % propoxycarbazone-na	x7	-	1	-
64	AUGUR	9107/B	L1	21 à 30	-	p ^(b)	-	p ^(b)	-	x ^(b)	p ^(b)	p ^(b)	SC	L/ha	500 g/l isoproturon	x	x	1	20m
8	AURORA	8983/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	-	P	WG	g/ha	50 % carfentrazone-éthyl	x	-	1	-
9	AURORA 40 WG	9393/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	-	P	WG	g/ha	40 % carfentrazone-éthyl	x	-	1	-
11	AXEO	9603/B	x4,5	21 à 31	-	A	-	A	-	A	-	A	EC	L/ha	50 g/l pinoxaden	-	x4	1	-
				21 à 31	-	P	-	P	-	P	-	P	EC	L/ha	12,5 g/l cloquintocet-mexyl	-	x5	1	-
11	AXIAL	9602/B	x4,5	13 à 20	-	A	-	A	-	A	-	A	EC	L/ha	50 g/l pinoxaden	-	x4	1	-
				13 à 20	-	P	-	P	-	P	-	P	EC	L/ha	12,5 g/l cloquintocet-mexyl	-	x5	1	-

Légende :

L1 max. 1 application de produit à base d'isoproturon par cycle de production, dose fonction du type de sol.

L4 en mélange avec azote liquide, un mouillant ou un autre herbicide, les doses mentionnées seront diminuées de moitié.

x4 : agréé contre folle avoine, jouet du vent et vulpin ; **x5** : agréé contre vulpin et ray-grass ; **x7** : agréé contre chiodent, vulpin, jouet du vent et crucifères.

(z) Certaines variétés de froment d'hiver sont sensibles. Celle de l'épéautre n'est pas connue. S'informer auprès de l'obteneur pour la sensibilité variétale.

(z) La dose max. en céréales (sauf triticales où c'est 3 l/ha) sur sol : sableux, 3 l/ha ; sablo-limoneux et limoneux, 3-3,5 l/ha ; argileux, 3,5-4 l/ha ; polders, 4,5-5 l/ha.

Tableau 2 de 6 : Herbicides céréales en début tallage à dernière feuille (BBCH 21-39)

N°	mise à jour 4/01/2011 adco	numéro d'agrération	voir légende	BBCH	avoine				orge d'hiver				Formulation		dose (maximum)	composition	contre			nombre max. d'application	zone tampon/ dérive ¹
					épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	seigle	triticale			dicotylées annuelles	dicotylées vivaces			graminées annuelles				
13	AZUR	8541/B	L1	21 à 30	-	P	P	-	P	P	P	SC	L/Ha	3	400 g/l isoproturon 100 g/l ioxynil 20 g/l diflufenican	x	x	x	1	20m	
14	BACARA	9127/B	x1	21 à 29	x ^(a)	x			x	x	x	SC	L/Ha	1	1 + 750 g/ha isoproturon (a)/1 + 1kg/ha isoproturon (b)	x		x1	1	5m	
					-	x ^(a)	-	x ^(b)	-		-			-							
77	Barclay hurler 200	9829/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/Ha	0,5 à 1	200 g/l fluoxypyr	x	x	-	1	-	
68	BI-AGROXYL DUO	8787/B		29 à 32	P	P	P	P	P	P	P	SL	L/Ha	1,5 à 1,75	275 g/l 2,4-D 275g/l MCPA	x	x	-	1	-	
16	BIFENIX N	8542/B	L1	26 - 30	-	-	-	x	-	x	x	SC	L/Ha	3,5 à 4,5	333 g/l isoproturon 166 g/l bifenox	x	-	x	1	5m	
15	BIATHLON	9779/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	WG	g/Ha	70	71,4 % tritosulfuron	x	-	-	1	-	
17	BINGO	9134/B		21 à 29	-	-	-	P	P	P	H	EC	L/Ha	0,25	200 g/l cindon-éthyl	x	-	-	1	-	
18	BOFIX	8171/B		29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	EW	L/Ha	4	200 g/l MCPA 40 g/l fluoxypyr 20 g/l clopyralide	x	x	-	-	5m	
85	BUTTRESS	9819/B		29 à 32	x ^(b)	-	x ^(a)	x ^(a)	x ^(a)	-	-	SL	L/Ha	4,5(a)/4,25 si H ou 4,5(b)	16,8 % propoxycarbazone-na 8 % méfenpyr-diéthyl 1 % iodosulfuron-méthyl-na	x	x	-	1	-	
20	CALIBAN DUO	9739/B	x6	21 à 31	-	-	-	-	-	-	P	WG	g/Ha	250	14 % propoxycarbazone-na 6,67 % méfenpyr-diéthyl 0,83 % iodosulfuron-méthyl-na 6 % amidosulfuron	x	-	x6	1	-	
86	CALIBAN TOP	9810/B	x6	21 à 31	-	-	-	-	P	-	-	H	P	WG	g/Ha	14 % propoxycarbazone-na 6,67 % méfenpyr-diéthyl 0,83 % iodosulfuron-méthyl-na 6 % amidosulfuron	x	-	x6	1	5m
64	CALIPURON	9011/B	L1	21 à 30	-	x ^(a)	-	p ^(b)	-	x ^(b)	x ^(a)	SC	L/Ha	2-2,5(a)/2-3(b)	500 g/l isoproturon	x	x	x	1	20m	
20	CAMEO	9581/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	SG	g/Ha	45	50 % tribenuron-méthyle	x	x	-	1	5m	
22	CAPRI	9764/B		21 à 31	-	P	-	P	-	-	H	P	WG	g/Ha	7,5 % cloquintocet-mexyl 7,5 % pyroxulam	x	-	x	1	-	
23	CAPRI TWIN	9765/B		21 à 31	-	P	-	P	-	-	H	P	WG	g/Ha	6,8 % cloquintocet-mexyl 6,8 % pyroxulam 2,3 % flusulam	x	-	x	1	5m	
24	CAPTURE	8879/B		21 à 29	-	P	P	P	P	P	P	SC	L/Ha	1	300 g/l bromoxynil 200 g/l ioxynil 50 g/l diflufenican	x	x	-	1	-	
25	CELTIC	9479/B		21 à 25	-	P	-	P	-	-	A	P	SC	L/Ha	320 g/l pendimethaline 16 g/l picolinafen	x	-	-	1	2m	
67	CERIDOR MCPA	9867/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	1,3 à 2	750 g/l MCPA	x	x	-	1	2m	

Légende :

L1 max. 1 application de produit à base d'isoproturon par cycle de production, dose fonction du type de sol.

x1 : agréé contre jouet du vent et paturin annuel ; x6 : agréé contre jouet du vent.

Tableau 3 de 6 : Herbicides céréales en début tallage à dernière feuille (BBCH 21-39)

N°	mise à jour 4/01/2011 Gadco	numéro d'agrèation	voir légende	BBCH	Formulation								dose (maximum)	composition	dicotylées annuelles	contre dicotylées vivaces	nombre max. années	d'application	zone d'érive
					avoine	épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle	triticale							
26	CHEKKER	9366/B		21 à 31	-	P	P	P	P	P	P	WG	g/ha	12,5 % méfenpyr-diéthyl 12,5 % amidosulfuron 1,25% iodosulfuron-méthyl-na	x	x	-	1	-
59	Chloortoluron 500 SC	7980/B	(z)	25 à 29	-	x	-	x	-	x	-	SC	L/ha	500 g/l chlortoluron	x	-	-	1	-
52	GLIOPHAR 100 SL	9081/B	x7	29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/ha	100 g/l clobpyralide	x7	-	-	-	-
88	CONNEX	9814/B		21 à 39	P	P	P	P	-	P	P	WG	g/ha	68,2% thifensulfuron-méthyl 6,8 % metsulfuron -méthyl	x	-	-	1	2m
27	COSSACK	9449/B		21 à 31	-	P	P	P	-	P	P	WG	g/ha	9 % méfenpyr-diéthyl 3 % iodosulfuron-méthyl-na 3 % mécosulfuron-méthyl	x	-	x	1	5m
28	DAMEX	5236/B		29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/ha	275 g/l 2,4-D 275 g/l MCPA	x	x	-	-	-
28	DAMEX FORTE	8503/B		29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/ha	345 g/l 2,4-D 345 g/l MCPA	x	x	-	1	-
70	DEFT	9552/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	WG	g/ha	20 % metsulfuron-méthyl	x	x	-	1	-
62	DIFLANIL 500 SC	9408/B		21 à 29	-	x	-	x	x	x	x	SC	L/ha	500 g/l diflufenican	x	-	-	1	20m/50%
			26 à 29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	DINET	8309/B		29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	EW	L/ha	200 g/l MCPA 40 g/l fluoxypyr 20 g/l clobpyralide	x	x	-	-	5m
	DJINN	8997/B	L1	21 à 29	-	-	-	x	x	-	-	SE	L/ha	300 g/l isoproturon 32 g/l méfenpyr-diéthyl 16 g/l fenoxaprop-p-éthyl	x	x	x	1	20m
61	DUPLOSAN DP-P	7616/B		29 à 31	P	P	P	P	P	P	-	SL	L/ha	600 g/l mécoprop-p	x	x	-	1	-
69	DUPLOSAN KV-P	7615/B		21 à 31	P	P	P	P	P	P	-	SL	L/ha	600 g/l mécoprop-p	x	x	-	1	-
60	DUPLOSAN SUPER	7618/B		26 à 31	P	P	P	P	P	P	-	SL	L/ha	310 g/l dichlorprop-p 160 g/l MCPA 130 g/l mécoprop-p	x	x	-	1	-
70	FINY	9482/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	WG	g/ha	20 % metsulfuron-méthyl	x	x	-	1	-
77	FLOXY	9512/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/ha	180 g/l fluoxypyr	x	x	-	1	-
77	FLUOSTAR 180	9506/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/ha	180 g/l fluoxypyr	x	x	-	1	-
77	FLUROX 180 EC	9828/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/ha	180 g/l fluoxypyr	x	x	-	1	-
77	FLUXYR 200 EC	9780/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/ha	200 g/l fluoxypyr	x	x	-	1	-
32	FOXTPRO D	8427/B		26 à 31	p	p	p	p	p	p	-	SC	L/ha	300 g/l bifénox 260 g/l mécoprop-p 92 g/l ioxynil	x	-	-	-	20m/90%

Légende :

L1 max. 1 application de produit à base d'isoproturon par cycle de production, dose fonction du type de sol.

x7 agréé contre chardons et composées.

(z) Certaines variétés de froment d'hiver sont sensibles. Celle de l'épeautre n'est pas connue. S'informer auprès de l'obteneur pour la sensibilité variétale.

(z) La dose max. en céréales (sauf triticale où c'est 3 l/ha) sur sol : sableux, 3 l/ha ; sablo-limoneux et limoneux, 3-3,5 l/ha ; argileux, 3,5-4 l/ha ; polders, 4,5-5 l/ha.

Tableau 4 de 6 : Herbicides céréales en début tallage à dernière feuille (BBCH 21-39)

N°	mise à jour adco 4/01/2011	numéro d'agrément	voir légende	BBCH	avoine	épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle	triticale	Formulation	dose (maximum)	composition	dicotylées annuelles	contre vivaces dicotylées	graminées annuelles	nombre max. d'application	zone tampon ¹
33	FOXTROT	9705/B		21 à 31	-	-	-	P	-	-	P	P	EW	L/ha	69 g/l fenoxaprop-p-éthyl 34,5 g/l cloquintocet-méthyl	-	-	x	1	-
77	GALISTOP	9830/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/ha	200 g/l fluroxypyr	x	-	-	1	-
52	GLOPYR 100 SL	9330/B	x7	29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/ha	100 g/l clopyralide	x7	-	-	1	5m
60	GRAMIX SUPER	9535/B		26 à 31	P	P	P	P	P	P	-	-	SL	L/ha	310 g/l dichlorprop-p 160 g/l MCPA 130 g/l mécoprop-p	x	x	-	1	-
35	GRATIL	8316/B	x2	21 à 39	x	x	x	x	x	x	x	x	WG	g/ha	75 % amidosulfuron	x2	-	-	-	-
36	HARMONY M	9510/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	P	SG	g/ha	40 % thifensulfuron-méthyl 4 % métsulfuron-méthyl	x	-	-	1	-
37	HERBAFLEX	9547/B	L1	21 à 30	-	P	-	P	-	x	P	P	SC	L/ha	500 g/l isoproturon 85 g/l beflubutamide	x	-	x	1	5m
69	Hermoo mecoprop-P 600	8786/B		21 à 31	P	P	P	P	P	P	-	-	SL	L/ha	600 g/l mécoprop-p	x	x	-	1	-
67	HORMONEX 750	2864/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/ha	750 g/l MCPA	x	x	-	1	-
41	HUSSAR	9242/B	x6	21 à 31	-	-	-	x	-	-	-	-	WG	g/ha	15 % méfenpyr-diéthyl 5 % iodosulfuron-méthyl-na	x	-	x6	1	2m
42	HUSSAR TANDEM	9788/B	x6	21 à 29	-	P	-	p	-	-	-	p	OD	L/ha	150 g/l diflufenican 50 g/l méfenpyr-diéthyl 10 g/l iodosulfuron-méthyl-na	x	-	x6	1	10m
43	HUSSAR ULTRA	9576/B	x6	21 à 31	-	x	-	x	-	-	x	x	OD	L/ha	300 g/l iodosulfuron-méthyl-na 100 g/l méfenpyr-diéthyl	x	-	x6	1	2m
15	INCENDIO	9859/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	P	WG	g/ha	71,4 % tritosulfuron	x	-	-	1	-
18	INTERFIX	842/P		29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	x	EW	L/ha	200 g/l MCPA 40 g/l fluroxypyr 20 g/l clopyralide	x	x	-	-	5m
56	INTERLANTIS WG	793/P		21 à 31	-	x	x	x	-	-	x	x	WG	g/ha	9 % méfenpyr-diéthyl 3 % mésoisulfuron-méthyl 0,6 % iodosulfuron-méthyl-na	x	-	x	1	5m
41	INTERSAR WG	797/P		21 à 31	-	-	-	x	-	-	-	-	WG	g/ha	15 % méfenpyr-diéthyl 5 % iodosulfuron-méthyl-na	x	-	x	1	5m
46	INTERSTAR	821/P		21 à 31	x	x	x	x	x	x	x	x	SE	L/ha	100 g/l fluroxypyr 2,5 g/l florasulam	x	-	-	1	-
64	IPFLO SC	6966/B	L1	21 à 30	-	p ^(a)	-	p ^(b)	-	x ^(b)	p ^(a)	p ^(a)	SC	L/ha	500 g/l isoproturon	x	x	x	1	20m
64	ISO-CALLIOPE	8261/B	L1	21 à 30	-	p ^(a)	-	p ^(b)	-	x ^(b)	p ^(a)	p ^(a)	SC	L/ha	500 g/l isoproturon	x	x	x	1	20m
64	ISOGUARD 83 WG	8851/B	L1	21 à 30	-	p ^(a)	-	p ^(b)	-	x ^(b)	p ^(a)	p ^(a)	WG	kg/ha	83 % isoproturon	x	x	x	1	20m
70	ISOMEXX	9481/B		21 à 39	P	P	P	P	P	P	P	P	WG	g/ha	20 % métsulfuron-méthyl 62,5 g/l diflufenican	x	x	-	1	2m
45	JAVELIN	7841/B	L1	21 à 30	-	-	-	P	-	-	-	-	SC	L/ha	500 g/l isoproturon	x	x	x	1	20m

L1 max. 1 application de produit à base d'isoproturon par cycle de production, dose fonction du type de sol.

x2 : agréé contre gallet et crucifères ; x6 : agréé contre jouet du vent ; x7 : agréé contre chardons et composées.

Tableau 5 de 6 : Herbicides céréales en début tallage à dernière feuille (BBCH 21-39)

N°	mise à jour 4/01/2011 	numéro d'agrédation	voir légende	BBCH	Formulation										dose (maximum)	composition	contre		nombre max. d'application	zone tampon/ dérive ¹		
					avoline	épaulette	front printemps	front d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle	triticale	dicotylées annuelles				vivaces annuelles					
46	KART	9463/B	L4	21 à 31	x	-	x	x	x	x	x	-	-	SE	L/Ha	1,2	100 g/l fluoxypyr 1 g/l florasulam	x	-	-	1	-
62	LEGACY 500 SC	9589/B		21 à 29 26 à 29	-	x	-	x	-	x	x	x	x	SC	L/Ha	0,4 0,125	500 g/l diflufenican	x	-	-	1	20m/50% 10m
59	LENTIPUR 500 SC	8875/B	(2)	25 à 29	-	x	-	x	-	x	-	-	-	SC	L/Ha	(2)	500 g/l chloroburon	x	-	-	1	-
47	LEXUS MILLENIUM	9284/B	L2	21 à 29	P	P	-	P	-	-	-	-	-	WG	g/Ha	80 à 100	40 % thifensulfuron- méthyl 10 % fluprussulfuron- méthyl	x	-	x	1	5m
48	LEXUS SOLO	8992/B	L2	21 à 29	P	P	-	P	-	-	-	-	-	WG	g/Ha	20	50 % fluprussulfuron- méthyl 10 % fluprussulfuron- méthyl	x	-	x	1	-
49	LEXUS XPE	8994/B	L2	21 à 29	P	P	-	P	-	-	-	-	-	WG	g/Ha	30	33,3 % fluprussulfuron- méthyl 16,7 % métsulfuron- méthyl	x	-	x	1	-
52	MATRIGON	8200/B	x7	29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	0,7 à 0,9	100 g/l chlpyralide	x7	-	-	-	-
53	MEXTRA	9695/B		21 à 30	-	-	-	P	-	-	-	-	-	EC	L/Ha	2	290 g/l mécoprop-p 180 g/l loxynil	x	-	-	1	20m/75%
54	MILAN	9078/B		21 à 29	-	-	-	-	x	-	-	-	-	SC	L/Ha	1 à 1,33	500 g/l bifénox 9 g/l pyraflufen-éthyle	x	-	-	1	-
55	MONITOR	9158/B	x3	21 à 31 31 à 32	-	P	-	P	-	-	-	-	-	WG	g/Ha	12,5 25	80 % sulfosulfuron	x -	-	x3	2	5m
MONITOR doit toujours être appliqué en mélange avec une huile de colza esterifiée agréée à cet effet.																						
60	OPTICA TRIO	8834/B		21 à 32	x	x	x	x	x	x	x	-	-	SL	L/Ha	2 à 2,5 dans 400-600 L d'eau	310 g/l dichloprop-p 160 g/l MCPA 130 g/l mécoprop-p	x	x	-	-	-
56	PACIFICA	9771/B		21 à 31	-	x	x	-	-	-	-	x	x	WG	g/Ha	500	9 % méfenpyr-diéthyl 3 % méso sulfuron- méthyl 1 % iodosulfuron- méthyl-na	x	-	x	-	5m
57	PLATFORM S	8999/B		21 à 31	P	P	P	P	P	P	P	-	-	SG	g/Ha	1000 (ne pas mélanger avec des graminicidés)	60 % mécoprop-p 1,5 % carfentazone-éthyl	x	-	-	1	-
71	PRIMSTAR	9327/B	L4	21 à 31	P ^(b)	P ^(b)	P ^(b)	P ^(b)	P ^(a)	P ^(a)	P ^(a)	P ^(a)	P ^(b)	SE	L/Ha	0,5 à 1(a)/0,25 à 1(b)	100 g/l fluoxypyr 2,5 g/l florasulam	x	-	-	1	-
72	PRIMUS	9074/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	P	P	SC	L/Ha	0,025 à 0,1	50 g/l florasulam	x	-	-	1	-
64	PROTUGAN 500 SC	8549/B	L1	21 à 30	-	P ^(b)	-	P ^(b)	-	x ^(b)	P ^(a)	P ^(a)	P ^(a)	SC	L/Ha	2 -2,5(a)/2-3(b)	500 g/l isoproturon	x	x	x	1	20m
73	PUMA S EW	8986/B		21 à 31	-	-	x	x	-	-	-	x	x	EW	L/Ha	0,4 à 1,2	69 g/l fenoxaprop-p-éthyl 18,75 g/l méfenpyr-diéthyl	-	-	x	-	-
58	SALVO	9865/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	1,2 à 1,6 0,8	500 g/l 2,4-D	x	x	-	1	-

Légende :

L1 max. 1 application de produit à base d'isoproturon par cycle de production, dose fonction du type de sol.

L2 Ne pas mélanger avec un mouillant, une huile ou un engrais liquide en raison du risque de dégâts à la culture ;

L4 en mélange avec azote liquide, un mouillant ou un autre herbicide, les doses mentionnées seront diminuées de moitié ;

x3 agréé contre chiendent ; x7 agréé contre chardons et composées.

(z) Certaines variétés de froment d'hiver sont sensibles. Celle de l'épaveure n'est pas connue. S'informer auprès de l'obtenteur pour la sensibilité variétale.

(2) La dose max. en céréales (sauf triticale où c'est 3 l/ha) sur sol : sableux, 3 l/ha ; sablo-limoneux et limoneux, 3-3,5 l/ha ; argileux, 3,5-4 l/ha ; polders, 4,5-5 l/ha.

Tableau 6 de 6 : Herbicides céréales en début tallage à dernière feuille (BBCH 21-39)

N°	mise à jour 4/01/2011 Nom commercial	numéro d'agrégation	voir légende	BBCH	avoine						Formulation	dose (maximum)	composition	dicotylées annuelles vivaces	contre graminées annuelles	nombre max. d'application	zone tampon/ m
					épeautre	froment printemps	froment d'hiver	orge printemps	orge d'hiver	seigle	triticale						
77	STARANE	8292/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/Ha	180 g/l fluoxypyr	x	-	-
78	STARANE KOMBI	7757/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/Ha	120 g/l isoxail 100 g/l fluoxypyr 30 g/l clopyralide	x	-	20m/50%
79	STOMP	7850, 850, 873/P	L3 L4	21 à 25	-	-	-	-	-	-	-	SC	L/Ha	400 g/l pendimethaline	x	-	5m
79	STOMP 400 SC	9839/B	L3 L4	21 à 25	-	-	-	-	-	-	-	SC	L/Ha	400 g/l pendimethaline	x	-	5m
90	STOMP AQUA	7957/B	L3	21 à 25	-	-	-	-	-	-	-	CS	L/Ha	455 g/l pendimethaline	x	-	5m
77	TANDUS 180	9715/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/Ha	180 g/l fluoxypyr	x	-	-
77	TANDUS 200	9700/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/Ha	200 g/l fluoxypyr	x	-	-
80	TIMOK	9640/B		21 à 30	-	-	-	-	-	-	-	EC	L/Ha	25 g/l clodinafop-propargyl 6,25 g/l pinoxaden 6,25 g/l cloquintocet-mexyl	-	x	-
59	TOLUREX SC	7733/B	(z)	25 à 29	-	x	-	-	-	-	-	SC	L/Ha	500 g/l chloroluron	x	-	-
77	TOMAHAWK	9181/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/Ha	180 g/l fluoxypyr	x	-	-
81	TOPIK	8813/B	x8 x4	21 à 31	-	-	-	-	-	-	-	EC	L/Ha	100 g/l clodinafop-propargyl 25 g/l cloquintocet-mexyl	-	x3 x4	-
62	TOUCAN ou Diflufenican Glob 500 SC	9653/B		9 à 20	-	x	-	-	-	-	-	SC	L/Ha	500 g/l diflufenican	x	-	20m/50%
80	TRAXOS	9639/B		21 à 30	-	-	-	-	-	-	-	EC	L/Ha	25 g/l clodinafop-propargyl 25 g/l pinoxaden 6,25 g/l cloquintocet-mexyl	-	x	-
82	TREVISTAR	9799/B		21 à 32	P	P	P	P	P	P	P	EC	L/Ha	100 g/l fluoxypyr 80 g/l clopyralide 2,5 g/l florasulam	x	-	-
83	U46 COMBI ou Bi-Hedonal Forte	6490/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	360 g/l 2,4-D 315 g/l MCPA	x	-	-
67	U 46 M	8439/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	750 g/l MCPA	x	-	2m
67	U 46 M750	9310/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	750 g/l MCPA	x	-	-
66	U46-M-250	6788/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	250 g/l MCPA	x	-	-
58	U-46-D-500	7013/B		29 à 32	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	500 g/l 2,4-D	x	-	-
84	VERIGAL D	8303/B		21 à 31	x	x	x	x	x	-	-	SC	L/Ha	308 g/l mécoprop-p 250 g/l bifénox	x	-	-
52	VIVENDI 100 SL	9356/B	x7	29 à 31	x	x	x	x	x	x	x	SL	L/Ha	100 g/l clopyralide	x7	-	-

L3 ne pas traiter si céréales couvertes de gelée blanche ou de rosée abondante ou en période de risque de gel. Max. 2 kg de pendiméthaline/ha par an.

L4 en mélange avec azote liquide, un mouillant ou un autre herbicide, les doses mentionnées seront diminuées de moitié ;

x4 : agréé contre folle avoine, jouet du vent et vulpin ; **x7** : agréé contre chiodent, vulpin, jouet du vent et crucifères ; **x8** : agréé contre vulpin.

Herbicides agréés sur céréales à maturité (1/2)

Agréés en avoines, épeautre, froments, orges, seigles et triticale ;
Stade d'application : (BBCH 85) maturité pâteuse du grain, les feuilles, pailles et nœuds sont complètement jaune
Agréés contre chardon, chiendent, gesse tubéreuse et mauvaises herbes ;
Délai avant récolte : 7 jours ; **Nombre d'application :** maximum 1 application/cycle de culture ;

Tableau 1 : Produits composés de 360 g/l glyphosate

Formulation SL = concentré soluble / dose maximum 3-4 l/ha

Total 62	N°	 mise à jour 4/01/2011	numéro d'agrégation	Nom commercial	numéro d'agrégation	Nom commercial	numéro d'agrégation
		Nom commercial					
3	3	ACOMAC	9804/B	GLYFATEX	9149/B	PANIC	9155/B
3	3	AGRICHIM GLYFOSAAT 360	8178/B	GLYFO NECT	9744/B	PROLOGUE	9564/B
3	3	AGRO-GLYFO 360	9009/B	GLYFO-STAR	9745/B	PROP'SOL	9445/B
3	3	AMEGA	9624/B	GLYFOS	8387/B	RIDAL	9717/B
3	3	BARCLAY GALLUP	8421/B	GLYFOSAAT 360	795/P	ROSATE 360	9827/B
3	3	CLINIC	9206/B	GLYFOSAAT 360 PROFIT	832/P	ROUNDUP	6565/B
3	3	CLEAN GLY	854/P	GLYFOS ENVISION	9567/B	ROUNDUP ++	9856/B
3	3	COSMIC	9263/B	HURRICANE	9255/B	ROUNDUP ULTRA	8504/B
3	3	FIGARO	9776/B	INTERGLYFOSAAT 360	822/P	RUIMTOP	8556/B
3	3	GLIALKA PLUS	8953/B	IPIGLYCE 36 SL	8734/B	TAIFUN 360	8395/B
3	3	GLIFONEX	8271/B	MADRIGAL	8619/B	TORINKA (anc. FR-888)	9770/B
3	3	GLYCAR	8269/B	NOVOSOL PLUS	9279/B	TOTAL NET	8689/B
3	3	GLYCEL 36 SL	9179/B	MON79632	9831/B	TOUCHDOWN quatre	9444/B
3	3	GLYFALL	8391/B	NUFOSATE	9625/B	VIVAL	9775/B

Tableau 2 : Autres produits composés de glyphosate

N°	 mise à jour 4/01/2011	numéro d'agrégation	composition	Formulation	dose (maximum)
	Nom commercial				
1	19 BUGGY 36 SG	8597/B	36 % glyphosate	SG	3-4 l/ha
1	75 ROUNDUP 680	9342/B	68 % glyphosate	SG	1,6-2,1 kg/ha
1	75 ROUNDUP ENERGY	9341/B	68 % glyphosate	SG	1,6-2,1 kg/ha
1	76 ROUNDUP MAX	9343/B	450 g/l glyphosate	SL	2,4-3,2 l/ha
1	76 ROUNDUP TURBO	9344/B	450 g/l glyphosate	SL	2,4-3,2 l/ha

Herbicides agréés sur céréales à maturité (2/2)

Agréés uniquement en avoines et orges ;
Agréés contre mauvaises herbes et repousses de céréales ;
Stade d'application : (BBCH 89) maturation complète, grain dur ;
Zone tampon/Dérive¹ : zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

Tableau 3 : Produits composés de 200 g/l diquat

Formulation SL = concentré soluble

N°		mise à jour	numéro d'agrégation	dose (maximum)	DAR	nombre max. d'application	zone tampon/ dérive ²
		4/01/2011					
		Nom commercial					
1	74	DIQUA (2) (3)	9870/B	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	DIQUANET (1)	9584/B	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	DIQUANET SL (2) (3)	9811/B	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m / 75%
2	74	DIQUAT EUROFYTO (2)	745/P 775/P	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	DIQUAT EUROFYTO (2) (3)	852/P	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m / 75%
1	74	ENKOR PLUS (1)	9633/B	4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	FALCON (1)	9642/B	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	INTERQUAT (2)	818/P	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	INTERQUAT (2)	883/P	4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	MISSION (1)	9585/B	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	QUAD-GLOB 200 SL (1) anciennement QUAD (1)	9578/B	4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
2	74	REGLONE (2)	4781/B 770/P	2-4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m
1	74	ROQUAT (1)	852/P	4 l/ha	7 jours	max. 1	20 m

(1) en céréales pour l'alimentation du bétail.

(2) utiliser en combinaison avec un surfactant, sur céréale versée et selon le développement des mauvaises herbes.

(3) uniquement pour l'alimentation du bétail, maximum 1.000 g diquat/ha/12 mois.

Froment d'hiver

VARIETTES TOLERANTES AU CHLORTOLURON

Adequat	Claire	Hyno-esta	Némocart	Santana
Albatros	Colbert	Incisif	Novalis	Scout
Albiano	Cubus	Inspiration	Nucléo	Selekt
Altigo	Dekan	Intérêt	Oakley	Shango
Amundsen	Dinosor	Iridium	Olivart	Sideral
Arack	Dream	Isengrain	Omart	Sogood
Ararat	Drifter	Istabraq	Oratorio	Soissons
Arezzo	Einstein	Julius	Ordeal	Solehio
Aristote	Elegant	Kaspart	Pajero	Sophytra
Azzerti	Ephoros	Katart	Patrel	Sophytra
Barok	Equilibre	Kinto	Pepidor	Tapidor
Bermude	Equilibre	Koch	Pericles	Tataros
Boregar	Expert	Koreli	Pulsar	Toisondor
Boston	Farandole	Landrel	Quebon	Tommi
Bussard	Florett	Lear	Record	Tuareg
Camp Remy	Garantus	Legat	Rialto	Tulsa
Campari	Glasgow	Lexus	Ritmo	Tybalt
Caphorn	Goncourt	Limes	Rollex	Visage
Capitaine	Hattrick	Manager	Rustic	Viscount
Carenius	Homeros	Mercury	Sahara	Waldorf
Charger	Hourra	Mulan	Samurai	

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 seigles (1/1)

Stade¹ = échelle phénologique BBCH :

(29) fin tallage ; (31-32) 1er nœud - 2ème nœud ; (37-39) dernière feuille-ligule visible ; (45 ou 47) gaine écartée ; (49) apparition des barbes.

DAR² = Délais avant récolte.

 mise à jour 04/01/2011		Date de fin d'utilisation	Classe	Formulation	numéro d'agrégation	Dose maximum			composition	DAR ² Jour	Stade ¹ d'application			nombre d'application
						Orge d'hiver	Orge de printemps	Seigle			Orge hiver	Orge printemps	Seigle	
Composé d'éthéphon														
ARVEST		-	B	SL	7064/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	1,5-1,75 l/ha	480 g/l éthéphon	-	37-39	37-39	39-45	-
CERAFON		-	B	SL	9386/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	1,5-1,75 l/ha	480 g/l éthéphon	-	37-39	37-39	39-45	-
ETHEPHON CLASSIC		-	B	SL	9202/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	1,5-1,75 l/ha	480 g/l éthéphon	-	37-39	37-39	39-45	-
ETHEPRO ou ETHEFON-PROTEX 480 g/l		-	A	SL	7775/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	1,5-1,75 l/ha	480 g/l éthéphon	-	37-39	37-39	39-45	-
FLORDIMEX 480		-	A	SL	8678/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	1,5-1,75 l/ha	480 g/l éthéphon	-	37-39	37-39	39-45	-
YATZE		-	B	SL	9833/B	1-1,25 l/ha	0,6-0,8 l/ha	1,5-1,75 l/ha	480 g/l éthéphon	-	37-39	37-39	39-45	max. 1
Composé de chlorure de mépiquat														
MEDAX TOP		-	B	SC	9840/B	1,5 l/ha	1 l/ha	1 l/ha	300 g/l chlorure de mépiquat 50 g/l prohexadione	56	31-32	31-32	31-37	max. 1
TERPAL		-	A	SL	9286/B	2,5 à 3 l/ha	1,5 à 2 l/ha	3 à 3,5 l/ha	305 g/l chlorure de mépiquat 155 g/l éthéphon	-	37-49	37-49	37-49	-
Composé de trinexapac-éthyl														
MODDUS *		-	B	EC	9201/B, 805/P	0,6-0,8 l/ha** en fonction de la variété	0,4-0,6 l/ha en fonction de la variété	0,4-0,5 l/ha	250 g/l trinexapac-éthyl	-	31-32	29-32	31-32	-
SCITEC *		-	B	EC	9768/B	0,6-0,8 l/ha** en fonction de la variété	0,4-0,6 l/ha en fonction de la variété	0,4-0,5 l/ha	250 g/l trinexapac-éthyl	-	31-32	29-32	31-32	-

* ne pas utiliser en cas de production de semences.

** en combinaison avec 240 g/ha d'éthéphon : 0,5 l/ha.

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.
 DAR² = Délais avant récolte.

(nom commercial) = agrégations prolongées ou renouvelées en vue d'une liquidation des stocks.

mise à jour 04/01/2011		Date de fin d'utilisation	Classe	numéro d'agrégation	Dose maximum		Formulation	composition	DAR ²		Stade ¹ d'application	nombre d'application	
					Avoine	Froment de printemps			Avoine	Froment de printemps			
Composé de chlorméquat													
Nom commercial	(AGRO CCC 720)	30/11/2011	B	9182/B	2 l/ha	0,65 - 1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	(BARCLAY HOLDUP 720)	30/11/2011	B	8990/B	2 l/ha	0,65 - 1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	(BARCLAY HOLDUP 750)	30/11/2011	B	8948/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	BC 720 CCC	-	B	8790/B	2 l/ha	0,6 à 1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	BELCOCEL 750	-	B	7384/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	CYCOCCEL 75	-	B	8679/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	CYCOFIX 750	-	B	8800/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	(METEX)	30/11/2011	B	7490/B	3 l/ha	1 - 1,6 l/ha	SL	460 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	JADEX O 720 ou AGRIGUARD CHLORMEQUAT 720	-	B	9189/B	2 l/ha	0,65 - 1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
	STABILAN 750	-	B	9138/B	1,9 l/ha	0,6 à 1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-		plantes de 40 cm	21- 30	max. 1
Composé de chlorure de mépiquat													
MEDAX TOP	-	B	9840/B	1 l/ha	1 l/ha	SC	300 g/l chlorure de mépiquat	56		31-32	31-32	max. 1	
	TERPAL	-	B	9286/B	-	2,5 à 3 l/ha 1,5 à 2 l/ha**	SL	50 g/l prohexadione 305 g/l chlorure de mépiquat 155 g/l éthéphon	-	-	32-39	-	
Composé de trinexapac-éthyl													
MODDUS *	-	B	9201/B, 805/P	0,4 l/ha	0,4 l/ha	EC	250 g/l trinexapac-éthyl	-		30-31	30-31	-	
	SCITEC *	-	B	9768/B	0,4 l/ha	0,4 l/ha	EC	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 (stade redressement - première/deuxième nœud) et si un risque de verse subsiste.

Régulateurs de croissance – épeautre, froment d'hiver, triticale (1/1)

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (30-31-32) redressement -1^{er} nœud - 2^{ème} nœud ; (37-39) dernière feuille-ligule visible ; (45 ou 47) gaine éclatée.
 DAR² = Délais avant récolte.

(nom commercial) = agrégations prolongées ou renouvelées en vue d'une liquidation des stocks.

mise à jour 4/01/2011		Date de fin d'utilisation	Classe	numéro d'agrégation	Dose maximum			Formulation	composition	DAR ² Jour	stade d'application	nombre d'application
Nom commercial					Epeautre	froment d'hiver	tritcale					
Composé d'éthéphon												
(1) (2) Dans les parcelles préalablement traitées au chlorméquat un traitement antiverse complémentaire peut être envisagé :												
(1) Il sera appliqué à la dose de 0,50 à 0,75 l/ha en froment d'hiver au stade 37 à 45												
(2) Il sera appliqué à la dose de 0,5 l/ha au stade 39 à 45												
ARVEST		-	B	7064/B	0,75 l/ha (2)	0,5 à 1,25 l/ha (1)	SL	480 g/l éthéphon	-	37-45	-	-
CERAFON		-	B	9386/B	0,75 l/ha (2)	0,5 à 1,25 l/ha (1)	SL	480 g/l éthéphon	-	37-45	-	-
ETHEPHON CLASSIC		-	B	9202/B	0,75 l/ha (2)	0,5 à 1,25 l/ha (1)	SL	480 g/l éthéphon	-	37-45	-	-
ETHEPRO ou ETHEFON-PROTEX 480 g/l		-	A	7775/B	0,75 l/ha (2)	1 à 1,25 l/ha (1)	SL	480 g/l éthéphon	-	37-45	-	-
FLORDIMEX 480		-	A	8678/B	0,75 l/ha (2)	1 à 1,25 l/ha (1)	SL	480 g/l éthéphon	-	37-45	-	-
YATZE		-	A	9833/B	0,75 l/ha (2)	0,5 à 1,25 l/ha (1)	SL	480 g/l éthéphon	-	37-45	max. 1	max. 1
Composé de chlorure de mépiquat												
(3) si la céréale a reçu un traitement préalable au chlorméquat (stade redressement - première/deuxième noeud) et si un risque de verse subsiste												
31-32** = en froment d'hiver et 31-37*** = en triticale												
MEDAX TOP		-	B	9840/B	-	1 l/ha	SC	300 g/l chlorure de mépiquat et 50 g/l prohexadione	56	31-32** 31-37***	max. 1	max. 1
TERPAL		-	B	9286/B	-	2,5 à 3 l/ha 1,5 à 2 l/ha (3)	SL	305 g/l chlorure de mépiquat et 155 g/l éthéphon	-	32-39 37-39 (3)	-	-
Composé de trinexapac-éthyl (* ne pas utiliser en cas de production de semences)												
MODDUS *		-	B	9201/B, 805/P	0,4 à 0,5 l/ha	EC	EC	250 g/l trinexapac-éthyl	-	31-32*	-	-
SCITEC *		-	B	9768/B	0,4 à 0,5 l/ha	EC	EC	250 g/l trinexapac-éthyl	-	31-32*	-	-
Composé de chlorméquat												
(AGRO CCC 720)	30/11/2011	B	9182/B	1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
(BARCLAY HOLDUP 720)	30/11/2011	B	8990/B	1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
(BARCLAY HOLDUP 750)	30/11/2011	B	8948/B	1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
BC 720 CCC	-	B	8790/B	1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
BELCOCEL 750	-	B	7384/B	1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
CYCOCCEL 75	-	B	8679/B	1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
CYCOFIX 750	-	B	8800/B	1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
JADEX O 720 ou AGRIGUARD Chlorméquat 720	-	B	9189/B	1 l/ha	SL	720 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
METEOR 369 SL (METEX)	30/11/2011	B	8559/B	-	2 l/ha	-	SL	368 g/l chlorméquat et 0,8 g/l imazaquin	-	30-32	max. 1	max. 1
MONDIUM	-	B	7490/B	1,6 l/ha	SL	460 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2
STABILAN 750	-	B	9718/B	-	2 l/ha	-	SL	368 g/l chlorméquat et 0,8 g/l imazaquin	-	30-32	max. 1	max. 1
	-	B	9138/B	1 l/ha	SL	750 g/l chlorméquat	-	30-32	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2

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 ;

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (1/3)

Commentaire de l'équipe Livre Blanc :

La résistance du piétin-verse au carbendazime et au thiophanate-méthyl peut être très fréquente.
La rouille jaune n'est plus observée en orges depuis longtemps.

(65).

Légende générale :

X = agréé pour cet usage ; (X) efficacité secondaire.

Stade¹ = échelle phénologique BBCH (30-31-32) Redressement – 1er nœud – 2ème nœud ; (37 ou 39) Dernière feuille ; (50-58,59) épisaison-fin d'épisaison ; pleine floraison (65).DAR² : délais avant récolte ; Zone tampon/TRD³ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %.Nombre max.⁴ PARAN = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures. / PAR CYCLE = au cours de la culture.

REMARQUE : nombre de données ci-après se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

mise à jour 4/01/2011	Nom commercial	numéro d'agrément	Stade ¹ d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (L ou kg / ha)	contre						DAR ² (jours)	Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
						Piétin-verse	Oridium	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naïve	Helminthosporiose	Rhynchosporiose				
	ACANTO	9323/B	31-39	SC	1 l/ha		X			X	X	X	5 m	2 en 2ans/2	250 g/l picoxystrobine	strobilurine
	ALLEGRO (1)	8817/B	31-37	SC	1 l/ha		X		X	X	X	X	2 m	2 en 2ans/2	125 g/l époxiconazole + 125 g/l krésoxim-méthyl	triazole + strobilurine
	AMISTAR	8898/B 787, 871/P	31-39	SC	1 l/ha		X			X	X		5 m	2 / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine
	AMISTAR OPTI	9493/B	32-39	SC	2,5 l/ha					X	X	X	-	2 / 2	80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact
	AMISTAR XTRA	9503/B	31-39	SC	1 l/ha	(X)		X		X	X	X	2 m	2 / 2	200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole
	APACHE	9701/B	31-39	SE	2 l/ha					X	(X)	X	20m/50%	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole
	BRAVO	7003/B 799, 851/P 875/P	39	SC	2 l/ha			X	X	X	X	X	-	2 / 2	500 g/l chlorothalonil	contact
	BRAVO 500							X	X				-	- / -	250 g/l propiconazole	triazole
	BUMPER 25 EC	9022/B	31-39	EC	0,5 l/ha		X	X					-	- / -	400 g/l prochloraz + 90 g/l propiconazole	imidazole + triazole
	BUMPER P	9013/B	31-59	EC	1-1,25 l/ha	X	(X)	X	X	X	X	X	-	- / -	62,5 g/l époxiconazole 200 g/l fenpropimorphe	triazole morpholine
	CAPALO	9821/B	31-39	SE	2 l/ha		X			X	X	X	20m/75%	- / 2	75 g/l metrafenone	benzophenone triazole
	CAPTAN 25 EW	8873/B	31-39	EW	0,7 l/ha		X	X	X	X	X	X	5 m	- / -	250 g/l flusilazole	triazole
	CARAMBA (2)	862/P 8883/B	31-49	SL	1 l/ha					X	X	X	10 m	2 / 2	60 g/l metconazole (cis/trans 84/16)	triazole
	CARAMBA 60 SL (2)									X	(X)	X	20m/50%	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole
	CHEROKEE	9698/B	31-39	SE	2 l/ha					X		X	5 m	2 / 2	250 g/l pyraclostrobine	strobilurine
	COMET	9605/B	31-39	EC	1 l/ha			X	X		X	(X)	-	- / 2	750 g/l fenpropimorphe	morpholine
	CORBEL	7313/B	30-31 37-39	EC	0,75-1 l/ha		X	X	X	X			-	- / 2	500 g/l chlorothalonil + 100 g/l picoxystrobine	contact + strobilurine
	CREDO	9712/B	31-39	SC	2 l/ha					X	X	X	5 m	2 / 2		

(1) pas agréé en orge brassicole (2) uniquement agréé en orge d'hiver ; (3) pas agréé en orge brassicole.

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (2/3)

Nom commercial	mise à jour 4/01/2011	numéro d'agrément	Stade ¹ d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (L ou kg / ha)	contre						DAR ² (jours)	Zone tampon ³ (m)	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
						Pétiol-verse	Oïdium	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naïve	Helminthosporiose	Rhynchosporiose				
DELARO		9634/B	30-49	SC	0,8 l/ha		X			X	X	X	5 m	2 / 1	175 g/l prothioconazole + 150 g/l trifloxystrobin	triazole + strobilurine
DIAMANT		9373/B	31-39	SE	1,75 l/ha		X		X	X	X	X	-	2 / 2	42,9 g/l époxiconazole + 214,3 g/l fenpropimorph + 114,3 g/l pyraclostrobin	triazole + morpholine + strobilurine
EPOXUS (2)		819/P	31	SC	1,5 l/ha	X							5 m	2	125 g/l époxiconazole	triazole
EPOXUS			31-39		1 à 1,5 l/ha	X	X	X	X	X	X	X	-	1	84 g/l époxiconazole + 250 g/l fenpropimorph	triazole + morpholine
EPOXUS PLUS		833/P	31	SE	2,25 l/ha	X							20/50%	1	100 g/l prothioconazole + 100 g/l fluoxastrobin	triazole + strobilurine
FANDANGO		9458/B 867/P	31 ou 45 31-49	EC	1,25 l/ha	X	X			X	X	X	20/50%	2 / 2	100 g/l prothioconazole + 50 g/l fluoxastrobin	triazole + strobilurine
FANDANGO PRO		9723/B	30-32 31-49	EC	2 l/ha	X				X	X	X	-	2 / 1	100 g/l prothioconazole + 250 g/l tébuconazole	triazole
FEZAN		9766/B	31 ou 45	EW	1,75 l/ha	X	X			X	X	X	-	1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole
FOLICUR		830, 876/P	31 ou 45	EW	1,0 à 1,5 l/ha	X	X			X	X	X	-	2 / 2	500 g/l quinoxifen	anti-oïdium
FORTRESS		9063/B	31-59	SC	0,30 l/ha	X							5 m	2 / 2	100 g/l prothioconazole + 300 g/l spinexamine	triazole + anti-oïdium
HELIX		9806/B	30-32 31-49	EC	1,25 l/ha	X	X	X	X	X	X	X	10 m	2 / 2	250 g/l tébuconazole	triazole
HORIZON EW		8354/B 874/P	31 ou 45	EW	1,0 à 1,5 l/ha		X			X	X	X	-	1 / 1	125 g/l carbendazime 94 g/l flutriafol	benzimidazole triazole
IMPACT R		7574/B	30-39	SC	1,25 l/ha	X	X	X	X	X			20m/50%	- / 2	500 g/l spinexamine	anti-oïdium
IMPULSE		8923/B	31-39	EC	1,50 l/ha	X					(X)		10 m	- / 2	100 g/l prothioconazole + 300 g/l spinexamine	triazole + anti-oïdium
INPUT		9719/B	30-32 31-49	EC	1,25 l/ha	X	X			X	X	X	10 m	2 / -	250 g/l prothioconazole	triazole
INPUT PRO		9446/B	30-32 31-49	EC	0,8 l/ha	X	X			X	X	X	5 m	2 / 1 2 / 2	250 g/l prothioconazole	triazole
INTER AZOXY 250 SC		794/P	31-39	SC	1 l/ha	X	X			X	X	X	5 m	2 / 2	250 g/l azoxystrobin	strobilurine
Inter Chlorothalonil 500 SC		804/P	39	SC	2 l/ha			X	X	X	X	X	-	2 / 2	500 g/l chlorothalonil	contact
INTER EPOXYFEN (2)		826/P	31	SE	1,5 l/ha	X							-	2 / 1	84 g/l époxiconazole	triazole
INTER EPOXYFEN			31-45		2,25 l/ha	X	X	X	X	X	X	X	-	2 / 2	250 g/l fenpropimorph	morpholine
INTER FANDO		812/P	30-32 31-49	EC	1,25 l/ha	X	X			X	X	X	20 m	2 / 1 2 / 2	100 g/l fluoxastrobin 100 g/l prothioconazole	strobilurine triazole
EC		760/P	31-39	EC	0,5 l/ha	X	X	X	X	X			-	-	250 g/l propiconazole	triazole
mancozèbe (3) (5)		plusieurs n°	32-59	WG	2,1 kg/ha			X	X				5 m	- / 2	75 % mancozèbe	dithiocarbamate
mancozèbe (4) (5)		plusieurs n°	32-59	WP	2 kg/ha			X	X				5 m	- / 2	80 % mancozèbe	dithiocarbamate
MASTANA SC (5)		9110/B	32-59	SC	3,6 l/ha			X	X				-	- / 2	455 g/l mancozèbe	dithiocarbamate
MILDIN		9014/B	31-39	EC	0,75 l/ha	X	X						-	-	750 g/l fenpropidine	anti-oïdium

(3) WG 75 % mancozèbe : Dequiman MZ WG/Dithane WG/Liman 75 WG/Mancoplus 75 WG/Manfil 75 WG/ Milcozebe 75 WG/Pemcozeb WG/Prozeb WG.

(4) WP 80 % mancozèbe : Agro-mancozèbe 80 WP/Astraman/Dequiman MZ WP/Dithane M 45/Hemozèbe 80 WP/Indofil M 45/Limanco 80 WP/Mancomix WP/Pemcozeb/Prozeb/Spoutnik.

(5) : l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en orges et escourgeon (3/3)

 mise à jour 4/01/2011	Nom commercial	numéro d'agrément	Stade ¹ d'application (BBCH)	Formulation	Dose max. (L ou kg / ha)	contre						DAR ² (jours)	Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
						Oïdium	Rouille brune	Rouille jaune	Rouille naïve	Helminthosporiose	Rhynchosporiose					
adco	MIRAGE 45 EC (2)	8644/B	31-39	EC	1 l/ha	(X)				X	X	-	-	2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole
	MYSTIC ou Mystique	9748/B	31 ou 45	EC	1 à 1,5 l/ha	X			X	X	X	21	-	max. 1	250 g/l tébuconazole	triazole
	NISSODIUM	9468/B	31-59	EW	0,5 l/ha	X						-	-	- / 2	50 g/l cyflufenamide	amidoxime
	OLYMPUS	9494/B	32-39	SC	2,5 l/ha				X	X	X	-	-	max. 2	80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothaloni	strobilurine + contact
	OPERA	9290/B	31-39	SE	1,5 l/ha	X		X	X	X	X	-	5 m	2 / 2	50 g/l époxiconazole + 133 g/l pyraclostrobine	triazole + strobilurine
	OPUS	8472/B	31	SC	1,5 l/ha	X						-	5 m	-	125 g/l époxiconazole	triazole
	OPUS TEAM	8473/B	31-39	SE	1-1,5 l/ha	X		X	X	X	X	-	-	1 / 1	84 g/l époxiconazole + 250 g/l fenpropimorphe	triazole + morpholine
		786/P	31 ou 45		2,25 l/ha	X	X	X		X	X	-	-	2 / 2	62,5 g/l époxiconazole + 200 g/l fenpropimorphe	triazole + morpholine
	PALAZZO	9825/B	31-39	SE	2 l/ha	X			X	X	X	35	20m/75%	- / 2	75 g/l metrafenone	benzophenone
	PRIORI XTRA	9502/B	31-39	SC	1 l/ha	(X)		X	X	X	X	-	2 m	2 / 2	200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole
	PROLINE	9805/B	30-32 31-49	EC	0,8 l/ha	X			X	X	X	-	5 m	2 / 1 2 / 2	250 g/l prothioconazole	triazole
	PUNCH SE	8632/B	31-37	SE	0,7 l/ha	(X)	X	X	X	X	X	-	10 m	2 / 1	125 g/l carbendazime + 250 g/l flusilazole	benzimidazole triazole
	RIZA	9470/B	31 ou 45	EW	1,0 à 1,5 l/ha	X			X	X	X	-	2 m	1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole
	RUBRIC (2)	9738/B	31	SC	1,5 l/ha	X		X	X	X	X	-	5 m	-	125 g/l époxiconazole	triazole
	RUBRIC		31-39		1 à 1,5 l/ha	X		X	X	X	X	-	- / 2	-		
	SPORTAK (2)	7322/B	31-39	EC	1 l/ha	X				X	X	-	10 m	2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole
	SPORTAK EW (2)	8510/B	31-39	EW	1 l/ha	X				X	X	-	5 m	2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole
	soufre (6)	plusieurs n°	31-39	WG	4-5 kg/ha	X						-	-	-	80 % soufre	contact
	STEREO (2)	8803/B	31-37	EC	2 l/ha	(X)			(X)	X	X	-	-	2 / 2	250 g/l cyprodinil + 62,5 g/l propiconazole	anti-oïdium+piétiin triazole
	TEBUSTAR	9491/B	31 ou 45	EW	1,0 à 1,5 l/ha	X			X	X	X	-	-	1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole
	TOPSIN M 500 SC	7057/B	30-37	SC	0,6-0,8 l/ha	X						-	-	- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole
	TOPSIN M 70 WG	8666/B	30-37	WG	0,43-0,57 kg/t	X						-	-	- / 1	70 % thiophanate-méthyl	benzimidazole
	TRIMANGOL 80 (5)	4814/B	32-59	WP	2,0 kg/ha			X				-	5 m	- / 2	80 % manèbe	dithiocarbamate
	TRIMANGOL WG (5)	9420/B	32-59	WG	2,10 kg/ha			X				-	5 m	- / 2	75 % manèbe	dithiocarbamate
	TRIMANGOL WG (5)	9420/B	32-59	WG	2,10 kg/ha			X				-	5 m	- / 2	500 g/l trifloxystrobine	strobilurine
	VENTURE	9378/B	31-37	SC	0,375 l/ha	X		X	X	X	X	-	-	2 / 2	233 g/l boscalid + 67 g/l époxiconazole	pyridine + triazole
		9516/B	31-39	SC	1,5 l/ha			X	X	X	X	-	5 m	2 / 2		

(1) pas agréé en orge brassicole (2) uniquement agréé en orge d'hiver ; (3) pas agréé en orge brassicole.

(5) l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

(6) produits à base de soufre : Cosave/Hermovit/Kumulus WG/Microsulfo/Sputzwavel 800 WG ou Luxan Spuitzwavel 800 WG/Sulfostar/Sulfovit Super/Thiovit Jet.

La résistance du piétin-verse au carbendazime et au thiophanate-méthyl peut être très fréquente.
L'efficacité du mancozèbe sur rouille brune ou jaune est très inférieure à celle de triazoles ou de strobilurines.
Les strobilurines (azoxystrobine, dimoxystrobine, famoxadone, fluoxastrobine, krésoxym-méthyl, picoxystrobine, pyraclostrobine, trifloxystrobine) ne fonctionnent plus sur la septoriose des feuilles.

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (1/5)

Légende générale :

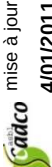
X = agréé pour cet usage ; (X) efficacité secondaire.

Stade¹ = échelle phénologique BBCH (30-31-32) Redressement – 1er nœud – 2ème nœud ; (37 ou 39) Dernière feuille ; (50-58,59) épiaison-fin d'épiaison ; pleine floraison (65).

DAR² : délais avant récolte ; **Zone tampon/TRD**³ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la drêve en %.

Nombre max.⁴ **PAR AN** = par année, sur une même terre quoi qu'elle porte comme cultures. / **PAR CYCLE** = au cours de la culture.

REMARQUE : nombre de données ci-après se fondent sur des critères d'efficacité, d'écotoxicologie, de résidus, de sélectivité et de gestion de la résistance.

mise à jour  4/01/2011	Nom commercial	numéro d'agrégation	Stade ¹ d'application (BBCH)	Céréales (E/F/S/T) ³	Formulation	Dose max. (L ou kg / ha)	Contre								DAR ² (jours)	Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
							Piétin-verse	Oïdium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de l'épi	Fusariose	Helminthosporiose					
	ALLEGRO	8817/B	9323/B	32-59	- /E/- /-	SC	1 l/ha	X	X	X	X	X		-	5 m	2 en 2ans/2	250 g/l picoxystrobine	strobilurine	
			31	- /F*/- /-		1,2 l/ha	X								2 / 2				
			31-59	- /E/- /-	SC	1 l/ha	X	X	X	X	X	X			2 / 2	125 g/l époxiconazole +	triazole +		
			31-59	E/- /- /-		1 l/ha	X	X	X	X	X			2 / 2	125 g/l krésoxim-méthyl	strobilurine			
	ALTO EXTRA	9062/B	37-59	- /- /S/T		1 l/ha	X	X	X	X	X				1 / -				
			31-58	- /F*/- /-	EC	0,5 l/ha	X	X	X	X	X	X		-	-	160 g/l cyproconazole +	triazole +		
			32-59	- /F/S/T	SC	1 l/ha	X	X	X	X	X	X		-	2 / 2	250 g/l propiconazole	triazole		
			32-59	E/F/S/T	SC	2,5 l/ha		X	X	X	X	X		-	2 / 2	80 g/l azoxystrobine +	strobilurine		
	AMISTAR OPTI	9493/B	9503/B	32-59	E/F/S/T	SC	1 l/ha	(X)	X	X	(X)	X		-	2 m	2 / 2	200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole	
			31-59	E/F/S/T	SE	2 l/ha		X	X					-	20m/50%	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole +		
			50-59	- /E/- /-	EC	0,8 l/ha	X	X	X	X	(X)		-	- / 1	150 g/l difenoconazole + 150 g/l propiconazole	triazole + triazole			
			7003/B	32-59	- /E/- /T	SC	2 l/ha		X	X	X	X		-	2 / 2	500 g/l chlorothalonil	contact		
	BRAVO XTRA	9414/B	799, 851/P	32-59	- /F*/- /-	SC	2 l/ha	(X)	X	X	X	X		-	20 m	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 40 g/l cyproconazole	contact + triazole	
			875/P	31-59	- /F*/- /T**	EC	0,5 l/ha	X	X	X	X		-	- / -	250 g/l propiconazole	triazole			
			9022/B	31-59	- /E/- /-	EC	1-1,25 l/ha	(X)	X	X	X		-	- / -	400 g/l prochloraz + 90 g/l propiconazole	imidazole + triazole			
			9013/B	37	- /E/- /-		1-1,25 l/ha	X						-	- / -				

26 Fongicides : Epeautre, froment, seigle, triticale

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (2/5)

 mise à jour 401/2011	Nom commercial	numéro d'agrégation	Stade ¹ d'application (BBCH)	Céréales (E/F/S/T) ³	Formulation	Dose max. (L ou kg / ha)	Contre								DAR ² (jours)	Zone tampon ³ (m) / TRD (%)	Nombre max ⁴ d'applications par an	Composition	Familles chimiques
							Pétiol-verse	Oridium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de l'épi	Fusariose	Helminthosporiose					
CAPALO		9821/B	31-32	- / F* / - / -	SE	2 l/ha	X										- / 1	62,5 g/l époxiconazole 200 g/l fenpropimorphe 75 g/l metrafenone	triazole morpholine benzophenone
			31-59	E / - / S / T				X	X	X	X					20m/75%	- / 2		
CAPITAN 25 EW		8873/B	31	- / F* / - / T	EW	0,8 l/ha mélange obligatoire avec 100 g/ha s.a. carbendazime	X											250 g/l flusilazole	triazole
			39	- / - / S / -				X	X	X	X					5 m	- / -		
CARAMBA / CARAMBA 60 SL		862/P 8883/B	59	- / F* / - / T	SL	0,7 l/ha 1 l/ha				X	X	X	X					60 g/l metconazole (cis/trans 84/16)	triazole
			37-59 65	- / F* / - / -					X	X	X	X	X			10 m	2 / 2 1 / 1		
CHEROKEE		9698/B	31-59	E / F / S / T	SE	2 l/ha			X	X	X				-	20m/50%	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 50 g/l cyproconazole + 62,5 g/l propiconazole	contact + triazole + triazole
CELLO		9747/B	31-65	E / F / S / T	EC	1,25 l/ha		X	X	X	X		X	X	14	5 m	2 / 2	100 g/l prothioconazole + 250 g/l spiroxamine + 100 g/l tebuconazole	triazole + anti-oidium + triazole
CITADELLE		9580/B	32-59	- / F* / - / -	SC	2 l/ha		(X)	X	X	X	X			-	20 m	2 / 2	375 g/l chlorothalonil + 40 g/l cyproconazole	contact + triazole
COMET		9605/B	31-59	E / F / - / T	EC	1 l/ha			X	X	X	(X)			-	5 m	2 / 2	250 g/l pyraclostrobine	strobilurine
CORBEL		7313/B	58	E / F / - / T	EC	0,75 à 1 l/ha		X	X		X				28	-	- / 2	750 g/l fenpropimorphe	morpholine
CREDO		9712/B	32-59	- / F* / - / -	SC	2 l/ha			X	X	X	X			-	5 m	2 / 2	500 g/l chlorothalonil + 100 g/l picoxystrobine	contact + strobilurine
DEJARO		9634/B	31-32 31-69	E / F / - / T	SC	1 l/ha 1 l/ha	X								-	5 m	2 / 1 2 / 2	175 g/l prothioconazole + 150 g/l trifloxystrobine	triazole + strobilurine
DIAMANT		9373/B	31-59	E / F / S / T	SE	1,75 l/ha		X	X	X	X	X	X		-	-	2 / 2	42,9 g/l époxiconazole + 214,3 g/l fenpropimorphe + 114,3 g/l pyraclostrobine	triazole + morpholine + strobilurine
EMINENT		9566/B 8902/B	31-59	- / F* / - / -	ME	1 l/ha		X	X	X	X	X			-	-	1 / 1 -	125 g/l tetraconazole	triazole
EPOXUS		819/P	31 31-59	- / F* / - / - E / F / - / T	SC	1,5 l/ha 1 l/ha	X								-	5 m	- 2 / -	125 g/l époxiconazole	triazole
EPOXUS PLUS		833/P	31 31-59 37-59	- / F* / S* / - E / F / - / - - / - / S / T	SE	2,25 l/ha 1,5 l/ha	X								-	-	- 1 / 1	84 g/l époxiconazole 250 g/l fenpropimorphe	triazole morpholine
FANDANGO		9458/B 867/P	31-32 31-65 32-59	E / F* / - / - - / - / S / -	EC	1,5 l/ha	X								-	20/50%	2 / 1 2 / 2 2 / 1	100 g/l prothioconazole + 100 g/l fluoxastrobine	triazole + strobilurine

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (3/5)

 mise à jour 4/01/2011	Nom commercial	numéro d'agrégation	Stade ¹ d'application (BBCH)	Céréales (E/F/S/T) ³	Formulation	Dose max. (L ou kg / ha)	Contre						DAR ² (jours)	Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
							Oïdium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de l'épi	Fusariose	Helminthosporiose				
FANDANGO PRO	FEZAN	9723/B	31-32	E/F/-/T	EC	2 l/ha	X	X	X	X	X	X		-	2 / 1	100 g/l prothioconazole + 50 g/l fluoxastrobine	triazole + strobilurine
			31-65	-/-/S/-													
			31-59	-/F/-/T	EW	1 l/ha		X	X	X	X	X		-	1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole
			31-39	- /F/-/-	SE	2,3 l/ha	X		X	X	X			-	- / -	54 g/l fluquinconazole + 174 g/l prochloraz	triazole + imidazole
FLEXITY	9511/B	9511/B	31-32	E/F/S/T	SC	0,5 l/ha	X							-	2 / 1	300 g/l metrafenone	benzophenone
			31-59			0,5 l/ha	X							-	2 / 2		
FOLICUR	FORTRESS	9063/B	31-59	-/F/-/T	EW	1 l/ha	X	X	X	X	X	X		-	1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole
			31-59	E/F/S/T	SC	0,30 l/ha	X							-	2 / 2	500 g/l quinoxyfen	anti-oïdium
HELIX	9806/B	9806/B	31-32	E/F/-/T	EC	1,25 l/ha	X		X	X		X		-	2 / 2	100 g/l prothioconazole + 300 g/l spiroxamine	triazole + anti-oïdium
			31-59	-/-/S/-					X et rhynchosporiose	X	X			-			
HORIZON EW	IMPACT R	8354/B	31-59	-/F/-/T	EW	1 l/ha	X	X	X	X	X	X		-	1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole
			31-39	-/F/-/T	SC	1,25 l/ha	X							-	- / 2	125 g/l carbendazime 94 g/l flutriafol	benzimidazole triazole
IMPULSE	INPUT	8923/B	31-37	E/F/-/-	EC	1,50 l/ha	X							-	- / 2	500 g/l spiroxamine	anti-oïdium
			31-32	E/F/-/T	EC	1,25 l/ha	X	X	X	X	X	X		-	2 / 1	160 g/l prothioconazole + 300 g/l spiroxamine	triazole + anti-oïdium
INPUT PRO	INTER AZOXY 250 SC	9446/B	31-32	-/F*/-/-	EC	0,8 l/ha	X	X	X	X	X	X		-	2 / 1	250 g/l prothioconazole	triazole
			31-65	-/-/S*/-			X	X	X	X	X			-	2 / 2		
INTER EPOXYFEN	INTER chlorothalonil 500 SC	794/P	32-59	-/F/S/T	SC	1 l/ha	X	X	X	X	X			-	2 / 2	250 g/l azoxystrobine	strobilurine
			32-59	-/F/-/T	SC	2 l/ha	X	X	X	X	X			-	2 / 2	500 g/l chlorothalonil	contact
INTER FANDO	812/P	812/P	31	-/F*/S*/-	SE	2,25 l/ha	X							-	- / 2	84 g/l époxiconazole	triazole
			31-59	E/F/-/-		1,5 l/ha	X	X	X	X	X			-	- / 1	250 g/l fenpropimorphe	morpholine
INTER propiconazol 250 EC	807/P	760/P	31-32	E/F*/*/-/-	EC	1,5 l/ha	X							-	2 / 1	100 g/l fluoxastrobine	triazole + strobilurine
			31-65	E/F*/*/-/-			X	X	X	X	X	X		-	2 / 2	100 g/l prothioconazole	strobilurine
INTER SWING	857/P	857/P	32-59	-/-/S/-			X							-	2 / 2		
			31-59	-/F/-/T	EC	0,5 l/ha	X	X	X	X	X	X et rhyncho.		-	-	250 g/l propiconazole	triazole
			59-65	-/F/-/T	EC	1,5 l/ha		X	X	X	X			-	1 / 1	133 g/l dimoxystrobine + 50 g/l époxiconazole	strobilurine + triazole
			65	E/F/-/-	SC							X					

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (4/5)

 mise à jour 4/01/2011	Nom commercial	numéro d'agrégation	Stade ¹ d'application (BBCH)	Céréales (E/F/S/T) ³	Formulation	Dose max. (L ou kg / ha)	Contre						DAR ² (jours)	Zone lamp (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par cycle	Composition	Familles chimiques
							Piétin-verse	Oidium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de l'épi	Fusariose	Helminthosporiose			
	mancozèbe (2) (4)		32-59	E/F/S/T	WG	2,1 kg/ha			X	X	X	X		-	- / 2	75 % mancozèbe	dithiocarbamate
	mancozèbe (3) (4)		32-59	E/F/S/T	WP	2 kg/ha		X	X	X	X	X		-	- / 2	80 % mancozèbe	dithiocarbamate
	MASTANA SC (4)	9110/B	32-59	E/F/S/T	SC	3,6 l/ha		X	X	X	X	X		-	- / 2	455 g/l mancozèbe	dithiocarbamate
	MILDIN	9014/B	31-59	- / F / - / T	EC	0,75 l/ha		X						-	-	750 g/l fenpropidine	anti-oïdium
	MIRAGE 45 EC	8644/B	31-39 39-59	- / F* / S* / T - / F* / - / T	EC	1 l/ha	X					X		-	2 / 2 2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole
	MYSTIC ou MYSTIQUE	9748/B	31-59	- / F / - / T	EC	1 l/ha		X	X	X	X	X		21	-	250 g/l tébuconazole	triazole
	NISSODIUM	9468/B	31-59	- / F / S / T	EW	0,50 l/ha	X							-	- / 2	50 g/l cyflufenamide	amidoxime
	OLYMPUS	9494/B	32-59	E / F / S / T	SC	2,5 l/ha		X	X	X	X	X		-	max. 2	80 g/l azoxystrobine + 400 g/l chlorothalonil	strobilurine + contact
	OPERA	9290/B	31-39/50-59 39-59	E / F / - / - - / - / - / T	SE	1,5 l/ha		X	X	X	X	X	X	-	2 / 2 2 / 2	50 g/l époxiconazole + 133 g/l pyraclostrobine	triazole + strobilurine
	OPUS	8472/B	31 31-59	- / F* / - / - E / F / - / T	SC	1,5 l/ha 1 l/ha	X							-	1 / 1 2 / 1	125 g/l époxiconazole	triazole
	OPUS TEAM	8473/B 786/P	31 31-59 37-50	- / F* / - / - E / F / - / - - / - / S / -	SE	2,25 l/ha 1,5 l/ha 1,5 l/ha	X	X	X	X	X	X		-	1 / 1 2 / 2 1 / 1	84 g/l époxiconazole + 250 g/l fenpropimorphe	triazole + morpholine
	PALAZZO	9825/B	31-32 31-59	- / F / - / - E / - / S / T	SE	2 l/ha	X		X	X	X			35	- / 1 - / 2	62,5 g/l époxiconazole 200 g/l fenpropimorphe 75 g/l metrafenone	triazole + morpholine benzophenone
	PRIORI XTRA	9502/B	32-59	E / F / S / T	SC	1 l/ha		(X)	X	(X)	X	(X)		-	2 / 2	200 g/l azoxystrobine + 80 g/l cyproconazole	strobilurine + triazole
	PROLINE	9805/B	31-32 31-65 32-59	- / F* / - / - - / - / S / -	EC	0,8 l/ha	X	X	X	X	X	X	X		2 / 1 2 / 2	250 g/l prothioconazole	triazole
	PROSARO	9515/B	32-59 65	E / F / - / - - / - / - / T - / - / S / - E / F / S / T	EC	1 l/ha 1 l/ha 1 l/ha 1 l/ha		X	X	X	X	X		-	1 / 1 1 / 1 1 / 1 1 / 1	125 g/l prothioconazole + 125 g/l tébuconazole	triazole + triazole

(2) WG 75 % mancozèbe : Dequiman MZ WG/Dithane WG/Liman 75 WG/Mancoplus 75 WG/Manfil 75 WG/Milcozèbe 75 WG/Penncozeb WG/Prozeb WG.

(3) WP 80 % mancozèbe : Agro-mancozeb 80 WP/Astraman/Dequiman MZ WP/Dithane M 45/Hermozeb 80 WP/Indofil M 45/Limanco 80 WP/Mancomix WP/Penncozeb/Prozeb/Spoi

(4) l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

Fongicides agréés en céréales pour combattre les maladies cryptogamiques en Epeautre, Froment, Seigle, Triticale (5/5)

mise à jour  4/01/2011	numéro d'agrégation	Stade ¹ d'application (BCH)	Céréales (E/F/S/T) ³	Formulation	Dose max. (L ou kg / ha)	Contre						DAR ² (jours)	Zone tampon (m) / TRD (%) ³	Nombre max ⁴ d'applications par an / par cycle	Composition	Familles chimiques
Nom commercial						Piétin-verse	Oïdium	Rouille jaune	Septoriose (feuilles)	Rouille brune	Septoriose de l'épi	Fusariose	Helminthosporiose			
PUNCH SE	8632/B	31-37 39-59	- /F*/- /T - /F*/- /T	SE	0,8 l/ha 0,7 l/ha mélange obligatoire avec 750 g s.a. chlorotalonil	X (X)	X	X	X	X	X	X	-	2 / 1 2 / 1 2 / 1	125 g/l carbendazime + 250 g/l flusilazole	benzimidazole triazole
RIZA	9470/B	39-59 31-59	- /F*/S/T - /F*/- /T	EW	0,7 l/ha 1 l/ha	(X)	X	X	X	X	X			2 / 1 1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole
RUBRIC	9738/B	31 31-59	- /F*/- /- E/F/- /T	SC	1,5 l/ha 1 l/ha	(X)	X	X	X	X			-	2 / -	125 g/l époxiconazole	triazole
SOLEEDA	9860/B	59-65 65	E/F/- /- E/F/- /-	SC	1,5 l/ha				X	X			42	1 / 1 1 / 1	133 g/l dimoxystrobine + 50 g/l époxiconazole	strobilurine + triazole
SPORTAK	7322/B	31-39 39-59	- /F*/S*/T - /F*/- /T	EC	1 l/ha	X					X		-	2 / 2 2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole
SPORTAKEW	8510/B	31-39 39-59	- /F*/S*/T - /F*/- /T	EW	1 l/ha	X			X		X		-	2 / 2 2 / 2	450 g/l prochloraz	imidazole
soufre en WG (1)		31-39	E/F/S/T	WG	4-5 kg/ha	X							-	-	80 % soufre	contact
STEREO	8803/B	31-37	- /F/- /-	EC	2 l/ha	X	X	(X)	(X)	(X)			-	2 / 2	250 g/l cyprodinil + 62,5 g/l propiconazole	anti-oïdium+piétin+ triazole
Sulfostar ou Sulfovit super	9221/B 07E-1/B	31-37	E/F/S/T	WP	4-5 kg/ha		X						-	-	80 % soufre	contact
SWING GOLD	9465/B	59-65 65	E /F/- /- E /F/- /-	SC	1,5 l/ha				X	X		X	42	1 / 1 1 / 1	133 g/l dimoxystrobine + 50 g/l époxiconazole	strobilurine + triazole
TEBUSTAR	9491/B	31-59	- /F/- /T	EW	1 l/ha		X	X	X	X	X		-	1 / 1	250 g/l tébuconazole	triazole
TOPSIN M 500 SC	7057/B	30-37 65	E/F/S/T - /F/- /T	SC	0,60-0,80 l/ha 1,5 l/ha	X						X	-	- / 1	500 g/l thiophanate-méthyl	benzimidazole
TOPSIN M 70 WG	8666/B	30-37	E/F/S/T	WG	0,43-0,57 kg/ha	X							-	- / 1	70 % thiophanate-méthyl	benzimidazole
TRIMANGOL 80 (4)	4814/B	32-59	E/F/S/T	WP	2 kg/ha			X		X			-	- / 2	80 % manèbe	dithiocarbamate
TRIMANGOL WG (4)	9420/B	32-59	E/F/S/T	WG	2,10 kg/ha			X		X			-	- / 2	75 % manèbe	dithiocarbamate
TWIST 500 SC	9378/B	31-59	- /F/- /-	SC	0,375 l/ha		X	X	X	X	X		-	2 / 2	500 g/l trifloxystrobine	strobilurine
VENTURE	9516/B	31-59	E/F/S/T	SC	1,5 l/ha	X		X	X	X	X		-	2 / 2	233 g/l boscalid + 67 g/l époxiconazole	pyridine + triazole

(1) Produits à base de **soufre** : Cosavet / Hermovit / Kumulus WG / Spuitzwavel 800 WG ou Luxan Spuitzwavel 800 WG / Microsulfo / Thiovit jet.

(4) l'efficacité des dithiocarbamates sur les rouilles est très inférieure à celle des triazoles.

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 présente dans au moins un produit agréé en Belgique.

Traitements à base de Mancozèbe agréés uniquement en froment contre carie du blé

AGRO-MANCOZEB 80 WP / ASTRAMAN / DEQUIMAN MZ WG / DEQUIMAN MZ WP / DITHANE M 45 / DITHANE WG / HERMOZEB 80 WP / INDOFIL M-45 / LIMAN 75 WG / LIMANCO 80 WP / MASTANA SC / MANCOMIX WP / MANCOPLUS 75 WG / MANFIL 75 WG / MILCOZEBE 75 WG / PENNICOZEB / PENNICOZEB WG / PROZEB / PROZEB WG / SPOUTNIK

Traitements agréés pour lutter contre une ou plusieurs maladies/ravageurs

Légende : (nom commercial) = agrégations prolongées ou renouvelées en vue d'une liquidation des stocks ; E S = efficacité secondaire reconnue.

adco	mise à jour 04/01/2011	Date de fin d'utilisation	Formulation	numéro d'agrégation	composition						dose (par 100 kg de semences)	insectes		charbon nu	carie du blé	helminthos porose	piétin- chaudage	fusariose	septoriose	répulsif oiseaux	
					avoine	épeautre	froment	orge de printemps	orge d'hiver	seigle		triticale									
Non commercial	ARGENTO (agréé* = uniquement en froment d'hiver)	-	FS	9855/B	-	agréé	agréé *	-	-	agréé	agréé	250 g/l clothianidine 50 g/l prothioconazole	0,2 L	pucerons vecteurs de JNO	agréé	agréé	-	agréé	-	-	
		-	FS	9575/B	-	agréé	agréé	-	-	agréé	agréé	37,5 g/l fluoxastrobine 37,5 g/l prothioconazole	0,15 L	-	agréé	agréé	-	agréé	-	-	
CELEST		-	FS	9269/B	-	-	agréé	agréé	-	agréé	agréé	25 g/l fludioxonil	0,2 L	-	-	agréé	-	agréé	agréé	-	
		-	FS	9674/B	-	-	agréé	agréé	-	-	agréé	10E9-10E10 CFU/ml pseudomonas chlororaphis (MA342)	1 L	-	agréé	agréé	-	agréé	agréé	-	
(GAUCHO ORGE)		30/ 05/ 2011	FS	8955/B	-	-	-	-	agréé	-	-	350 g/l imidacloprid 15 g/l tébuconazole 10 g/l triazoxide	0,2 L	pucerons vecteurs de JNO	agréé	-	agréé	-	E S	-	-
		-	CS	7744/B	agréé	agréé	agréé	agréé	agréé	agréé	agréé	200 g/l tefluthrine	0,1 L	mouche grise	-	-	-	-	-	-	
KINTO DUO		-	FS	9486/B	-	-	agréé	agréé	agréé	-	-	60 g/l prochloraz 20 g/l triticonazole	0,2 L	-	agréé	-	agréé	-	agréé	-	-
		-	FS	9765/B, 895/P	-	agréé	agréé	agréé	agréé	-	agréé	125 g/l silthiopham	0,2 L	-	-	-	-	agréé	-	-	
PANOCTINE 350 LS		-	LS	8132/B	agréé	-	agréé	-	-	agréé	-	350 g/l triacétate de guazatine	0,2 à 0,3 L	-	-	-	-	agréé	agréé	E S	
		30/05 2011	FS	8848/B	-	-	-	agréé	agréé	-	-	20 g/l tébuconazole 20 g/l triazoxide	0,15 L	-	agréé	-	agréé	-	-	-	
REDIGO 100 FS		-	FS	9682/B	-	agréé	agréé	-	-	agréé	agréé	100 g/l prothioconazole	0,1 L	-	agréé	agréé	-	-	agréé	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	agréé	-	-	agréé	-	agréé	-	agréé	-	agréé	-	-	

* CET M (9846/B) est un additif qui peut être utilisé en mélange avec FORCE (7744/B). Il est composé de 19 g/l d'alpha olefine sulfonate de sodium. C'est une suspension concentrée pour traitement de semence (FS). Agréé avoine, épeautre, froment, orge, seigle et triticale. Dose d'emploi : 0,2 l/100 kg de semences en mélange avec un produit agréé à base de téfluthrine.

Insecticides agréés pour lutter contre les pucerons en été / céréales (1/1)

Classé par composition

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (39) Dernière feuille ; (50 - 58,59) Épiaison - fin d'épiaison ; (60) début floraison ; (75-85) grain laiteux - pâtes mou

DAR² : délais avant récolte ; **Zone tampon/Dérive**³ : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

mise à jour 04/01/2011		Nom commercial	Date de fin d'utilisation	Formulation	numéro d'agrégation	dose	nombre		DAR ² (Jour)	avoine	épeautre	froment	orge	seigle	triticale	zone tampon/ dérive ³
Composition																
d'application																
1. Pyréthrinoides																
alpha-cyperméthrine 50 g/l	FASTAC	-	EC	8958/B	0,200 l/ha	max. 2	50-59	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	20 m / 90 %
beta-cyfluthrine 25 g/l	BULLDOCK 25 EC	-	EC	9835/B	0,300 l/ha	-	50-59	56	max. 1	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	5 m
bifenthrine 80 g/l	(BISTAR)	30/05/2011	SC	9368/B	0,095 l/ha	-	59	42	-	-	-	-	-	-	-	20 m / 75%
	(MULTISTAR 80 SC)			9543/B		max. 1	> 59									
	(STARION 80 SC)			9544/B		-	> 59									
	(TALSTAR 8 SC)			8080/B		-	59									
cyfluthrine 50 g/l	BAYTHROID EC 050	-	EC	7433/B	0,300 l/ha	max. 2	50-59	-	-	max. 1	max. 1	-	-	max. 1	max. 1	20 m
cyperméthrine 10 g/l	INSECTICIDE 10 ME	-	ME	9459/B	2 l/ha	max. 2	50-59	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	10 m
cyperméthrine 100 g/l	CYTOX	-	EC	8653/B	0,200 l/ha	max. 2	50-59	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	10 m
cyperméthrine 200 g/l	CYPERSTAR	-	EC	9727/B	0,100 l/ha	max. 2	50-59	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	-
	SHERPA 200 EC			8968/B												
deltaméthrine 25 g/l	DECIS EC 2,5	-	EC	7172/B	0,200 l/ha	max. 2	50-59	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	5 m
	PATRIOT			9207/B												
	SPLENDID			9627/B												
esfenvalérate 25 g/l	SUMI ALPHA	-	EC	8241/B	0,200 l/ha	max. 1	50-59	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	5 m
lambda-cyhalothrine 100 g/l	KARATE ZEON	-	CS	9231/B	0,050 l/ha	max. 2	60-85	-	max. 1	max. 1	max. 1	-	-	max. 1	max. 1	5 m
	NINJA			9571/B												
lambda-cyhalothrine 50 g/l	LAMBDA 50 EC	-	EC	9749/B	0,100 l/ha	max. 2	60-85	-	-	-	max. 1	-	-	-	-	5 m
	RAVANE 50			9647/B												
tau-fluvalinate 240 g/l	MAVRIK 2F	-	EW	7535/B	0,150 l/ha	-	> 59	42	-	-	max. 1	-	-	-	-	10 m
zetacyperméthrine 100 g/l	FURY 100 EW	-	EW	8476/B	0,150 l/ha	max. 2	50-59	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	20 m
	SATEL			9636/B												
2. Carbamate																
pirimicarbe 50 %	PIRIMOR	-	WG	6640/B 864/P	0,250 kg/ha	-	-	7	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	-
3. Pyridine carboximate																
flonicamide 50 %	TEPPEKI *	-	WG	9526/B	0,160 kg/ha	-	39-75	28	-	-	max. 2	-	-	-	-	-
4. Pyréthrinoides + Carbamate																
lambda-cyhalothrine 5 g/l pirimicarbe 100 g/l	OKAPI	-	EC	7978/B	0,750 l/ha	max. 1	> 58	7	-	-	max. 1	-	-	-	-	5 m

* = uniquement agréé en froment d'hiver ; (*nom commercial*) = agréments prolongés ou renouvelés en vue d'une liquidation des stocks.

Insecticides agréés pour lutter contre les pucerons vecteurs de jaunisse nanisante de l'orge / céréales (1/1)

Classé par composition

Stade¹ = échelle phénologique BBCH : (09) Emergence ; (30) Début de redressement ; **Zone tampon/Dérive³** : Zone tampon en mètre et si précisé, avec technique réduisant la dérive en %

mise à jour 04/01/2011		Nom commercial	Date de fin d'utilisation	Formulation	numéro d'agrément	dose maximum	nombre		stade ¹ d'application	avoine	épeautre	froment	orge	seigle	triticale	zone tampon / dérivé ³
Composition							par cycle ou an	d'application								
1. Pyréthrinoides																
alpha-cyperméthrine 50 g/l	FASTAC	-	EC	8958/B	0,2 l/ha	max. 2	09-30	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	20 m / 90 %
	beta-cyfluthrine 25 g/l	BULLDOCK 25 EC	-	EC	9835/B	0,300 l/ha	-	09-30	max. 1	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	5 m
	bifenthrine 80 g/l	(BISTAR) *	30/05/2011	SC	9368/B	0,095 l/ha	-	-	max. 1	-	-	max. 1	max. 1	-	-	20 m / 75%
		(MULTISTAR 80 SC) *			9543/B		-									
		(STARION 80 SC) *			9544/B		-									
	(TALSTAR 8 SC) *			8080/B		-										
cyfluthrine 50 g/l	BAYTHROID EC 050	-	EC	7433/B	0,3 l/ha	max. 2	09-30	-	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	-	max. 2	max. 2	20 m
cyperméthrine 10 g/l	INSECTICIDE 10 ME	-	ME	9459/B	2,0 l/ha	max. 2	09-30	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	10 m
cyperméthrine 100 g/l	CYTOX	-	EC	8653/B	0,2 l/ha	max. 2	09-30	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	10 m
cyperméthrine 200 g/l	CYPERSTAR	-	EC	9727/B	0,1 l/ha	max. 2	09-30	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	-
	SHERPA 200 EC			8968/B												
	DECIS EC 2,5			7172/B												
	PATRIOT			9207/B												
deltaméthrine 25 g/l	SPLENDID	-	EC	9627/B	0,2 l/ha	max. 2	09-30	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	5 m
esfenvalérate 25 g/l	SUMI ALPHA	-	EC	8241/B	0,2 l/ha	max. 1	09-30	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	5 m
lambda-cyhalothrine 100 g/l	KARATE ZEON	-	CS	9231/B	0,05 l/ha	max. 2	09-30	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	5 m
	NINJA			9571/B												
lambda-cyhalothrine 50 g/l	LAMBDA 50 EC	-	EC	9749/B	0,1 l/ha	max. 2	09-30	-	-	-	max. 2	-	-	-	-	5 m
	RAVANE 50			9647/B												
tau-fluvalinate 240 g/l	MAVRIK 2F *	-	EW	7535/B	0,2 l/ha	-	-	-	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	10 m
zetacyperméthrine 100 g/l	FURY 100 EW	-	EW	8476/B	0,1 l/ha	max. 2	09-30	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	20 m
	SATEL			9636/B												
2. Carbamate																
pirimicarbe 50 %		PIRIMOR	-	WG	6640/B 864/P	0,25 kg/ha	max. 2	-	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	max. 2	-
3. Pyréthrinoides + Carbamate																
lambda-cyhalothrine 5 g/l	OKAPI **	-	EC	7978/B	0,75 l/ha	max. 1	-	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	max. 1	5 m

* = uniquement agréé pour usage en automne ; ** = uniquement agréé en céréales d'hiver ;
(nom commercial) = agréments prolongés ou renouvelés en vue d'une liquidation des stocks ;

Molluscicides agréés en céréales pour lutter contre les limaces

 Molluscicides - céréales (1/1) mise à jour 04/01/2011 Nom commercial	numéro d'agrément	Formulation	Composition	Dose (maximum)	Nombre d'application	Date de fin d'utilisation
AGRICHIM SLAKKENDOOD / AGRICHIM ANTILIMACES	7123/B	GB	6 % métaldehyde	5 - 7 kg/ha	-	-
ARIONEX GRANULAAT - GRANULE	4044/B					
CARAGOAL GR	5453/B					
LIMAGOLD	9622/B					
LIMASLAK PRO	6511/B					
LIMMAX	9623/B	RB				
LIMORT	4305/B					
METAREX RB	8518/B	GB				
METASON	3083/B					
BIO-SLAK / LIMACES	887/P	GB	1 % phosphate de fer	50 kg/ha	max.4	-
ECO-SLAK/ECO-LIMACE	841/P					
ESCAR-GO	9361/B					
FERRAMOL ECOSTYLE SLAKKENKORRELS	9360/B					
METASLAK	9847/B					
NATUREN LIMEX	835/P, 884/P	GB	3 % phosphate de fer	7 kg/ha	max.4	-
NEU 1181M	9724/B					
SLUXX	9722/B					
Anciennement : FERROX						
MESUROL PRO	9210/B	GB	4 % méthiocarb	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 2010-2011															
	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	Septoriose	Rouille jaune	Rouille brune	Maladies épis
Altigo	-	m	+	m	m	+	P	+	+	P	-	(-)	(+)	(+)	
Amundsen	m	m	m	+	m	m	P	+	-	+	+	(-)	+	(+)	
Boregar	m	-	+	+	m	+	P	+	+	P	+	(+)	+	(+)	
Célébration	m	+	m	+	+	m	+	P	P	+	+	(+)	+	(+)	
Centenaire	m	+	-	-	+	m	P	+	+	+	-	(+)	(-)	+	
Contender	+	+	m	+	-	-	+	+	+	+	+	(+)	+	+	
Expert	m	?	m	m	m	+	P	P	P	P	P	(-)	(-)	(-)	
Fortis	+	+	m	-	+	+	-	+	P	P	-	(-)	+	+	
Hekto	m	m	+	-	m	+	-	+	P	P	-	(+)	+	(-)	
Homeros	m	m	m	m	m	-	P	+	+	+	P	+	(+)	-	
Istabraq	m	m	m	m	m	-	+	+	+	+	P	-	+	(+)	
Julius	+	m	-	+	+	+	P	+	P	P	+	+	+	+	
KWS Ozon	+	?	m	m	+	+	+	+	+	+	P	(+)	+	(+)	
Sahara	+	m	-	+	m	-	P	+	+	+	+	(+)	+	+	
Scor	+	?	m	-	m	+	-	+	+	+	-	(-)	+	(+)	
Tabasco	+	+	-	+	m	-	+	+	+	+	+	+	+	(+)	
Viscount	m	-	-	+	-	-	P	+	P	+	+	(-)	+	(+)	
	+	très bon					+	recommandé				+	bon comportement		
	m	bon à moyen					p	possible				(+)	moyen à bon		
	-	faible					-	à éviter				(-)	moyen à faible		
												-	comportement faible		

RESULTATS DES VARIETES DE FROMENT D'HIVER INSCRITES AU CATALOGUE BELGE ET AYANT PARTICIPE AUX
ESSAIS OFFICIELS (RECOTES 2009 ET 2010)

VARIETES	RENDEMENTS				VALEURS TECHNOLOGIQUES				RESISTANCES (3)						Longueur plante cm	Précoci- té maturité (2)<> jour	VARIETES
	2009 8 essais %	2010 8 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	99,9	102,3	101,1	77,7	11,0	32	294	2,91	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	108	CENTENAIRE
PATREL	104,3	102,6	103,4	73,8	11,0	24	263	2,18	5,3	7,3	6,8	5,3	7,3	5,3	8,8	88	PATREL
TULSA	88,9	94,4	91,8	76,3	11,2	34	332	3,04	5,8	7,0	8,2	8,1	5,7	5,6	8,2	79	TULSA
RUSTIC	97,0	99,7	98,4	78,5	11,4	50	317	4,39	6,6	8,2	9,0	8,4	7,3	5,2	8,3	81	RUSTIC
MULAN	102,7	100,8	101,7	78,1	11,3	32	258	2,83	5,7	6,7	8,3	7,1	6,9	5,0	8,6	100	MULAN
MANAGER	100,7	97,3	99,0	78,5	11,4	41	237	3,60	6,6	8,1	8,3	5,5	6,5	5,6	8,7	95	MANAGER
WALDORF	102,4	101,6	102,0	75,6	11,4	20	215	1,75	6,7	7,9	9,0	8,9	7,2	5,4	8,6	86	WALDORF
JULIUS	104,2	101,3	102,7	78,5	11,2	44	365	3,93	5,4	7,7	8,7	7,1	7,7	6,0	8,7	97	JULIUS
HOMEROS	108,2	104,9	106,5	75,3	11,0	18	258	1,64	4,8	7,5	8,6	7,2	8,2	6,6	8,4	90	HOMEROS
FORTIS	105,0	103,8	104,4	77,0	11,3	38	280	3,36	4,9	6,9	9,0	7,9	6,8	5,4	8,5	99	FORTIS
ROCKYSTART	98,6	98,1	98,3	74,3	11,6	33	214	2,84	4,5	8,2	8,9	8,5	5,8	5,3	8,0	88	ROCKYSTART
POPSTART	103,0	97,6	100,2	75,3	11,1	23	165	2,07	5,2	5,0	9,0	8,6	5,1	5,9	8,1	101	POPSTART
SCOR	104,2	99,6	101,8	75,8	11,1	39	281	3,51	5,1	5,3	9,0	8,2	5,8	5,7	7,7	92	SCOR
FOXTROTT	103,5	103,7	103,6	75,5	11,3	35	200	3,10	6,2	6,2	8,4	8,8	6,1	6,3	8,8	101	FOXTROTT
AZZERTI	100,7	99,8	100,3	77,3	11,7	28	294	2,39	6,7	6,8	9,0	8,0	5,0	6,6	7,9	91	AZZERTI
KWS OZON	107,8	106,7	107,2	79,0	11,1	48	276	4,32	5,9	7,4	9,0	8,1	8,0	5,8	8,2	89	KWS OZON
VISCOUNT	110,2	105,3	107,7	74,0	10,8	21	211	1,94	4,3	7,9	8,9	8,8	8,1	5,9	7,8	78	VISCOUNT
SCOUT	101,6	100,8	101,2	76,4	11,2	25	256	2,23	5,8	8,3	9,0	9,0	7,1	5,2	7,9	82	SCOUT
HENRIK	106,5	104,1	105,3	75,1	10,8	27	294	2,50	4,9	6,3	8,9	6,5	7,9	5,7	8,8	100	HENRIK
(1) Standard	100,0	100,0	100,0	77,1	11,2	32	264	3,08	6,1	7,7	8,2	7,2	6,8	5,5	8,6	92	(1) Standard

RESULTATS DES VARIETES DE FROMENT D'HIVER ADMISES AU CATALOGUE EN 2010

KWS HORIZON	99,1	97,1	98,1	76,8	11,4	47	291	4,12	5,5	8,3	9,0	8,5	8,3	5,1	8,8	78	KWS HORIZON
KWS RADIUS	103,0	104,4	103,7	76,3	11,2	40	333	3,57	5,7	8,1	9,0	8,6	7,6	5,3	7,8	95	KWS RADIUS
KWS PIUS	99,4	99,9	99,7	78,1	11,5	39	278	3,39	6,5	7,2	8,6	7,5	8,1	5,7	8,0	91	KWS PIUS
EDGAR	106,4	104,2	105,2	76,2	11,5	43	271	3,74	5,2	8,2	8,8	8,2	8,2	6,1	8,7	97	EDGAR
KALAHARI	105,5	100,4	102,9	78,7	11,1	41	291	3,69	6,3	7,8	8,4	7,5	8,0	6,2	8,7	99	KALAHARI
DORIAN	106,7	102,6	104,6	76,9	11,2	21	310	1,88	3,5	5,9	8,7	8,5	8,2	5,8	8,7	91	DORIAN
ORPHEUS	105,9	100,4	103,1	75,8	11,1	24	281	2,16	5,8	7,7	7,8	7,4	8,2	6,5	8,4	87	ORPHEUS
UNICUM	100,7	102,0	101,3	80,3	11,6	39	332	3,36	5,4	8,2	8,7	9,0	7,9	6,8	9,0	96	UNICUM

(1) Le standard est la moyenne des variétés: Centenaire, Patrel, Tulsa, Rustic, Mulan, Manager, Waldorf et Julius. Le rendement 100,0 est égal à 9492 kg/ha en 2009 et 10177 kg/ha en 2010

(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 (RECOLTES 2009 ET 2010)

VARIETES	RENDEMENTS			VAL. TECHNOLOGIQUES			RESISTANCES (3)				Longueur plante cm	Précoci- té maturité (2)<= jour	VARIETES		
	2009 7 essais %	2010 6 essais %	Moy. pondérée %	Poids hectolitre kg	Calibrage >2,5 mm %	Teneur protéines %	Froid	Verse	Rouille naine	Oïdium				Rhyncho- sporiose	Autres taches
PELICAN	95,8	99,8	97,7	65,3	89,9	10,3	1,4	7,8	7,4	8,1	8,2	6,3	123	0,0	PELICAN
LYSEVAL	98,3	96,5	97,4	66,5	90,1	10,9	1,7	6,4	6,8	8,1	8,0	7,5	134	- 3,4	LYSEVAL
FRANCISKA	96,4	98,6	97,4	67,7	92,4	11,0	2,4	8,5	7,0	8,2	6,1	7,0	125	+ 0,3	FRANCISKA
PROVAL	102,3	98,7	100,6	66,5	79,1	10,4	2,1	8,8	7,6	8,4	6,9	6,9	124	+ 2,6	PROVAL
ROSEVAL	107,3	106,4	106,9	65,4	94,9	11,0	1,2	8,6	8,3	8,0	7,9	6,8	126	- 4,6	ROSEVAL
ERICAS	103,5	102,1	102,8	66,8	92,2	11,0	1,4	8,8	6,8	8,1	8,1	6,9	129	+ 0,5	ERICAS
MILORE	101,3	100,4	100,9	68,9	90,5	10,8	1,5	8,7	8,8	8,3	8,3	6,8	127	- 0,7	MILORE
(1) Standard	100,0	100,0	100,0	66,3	89,3	10,7	1,8	8,0	7,4	8,2	7,4	6,9	126	(1) Standard	

RESULTATS DES VARIETES D'ESCOURGEON ADMISES AU CATALOGUE EN 2010

MARLENE	103,4	98,7	101,2	67,1	93,0	10,7	1,4	9,0	8,9	8,1	8,0	7,8	131	+ 3,1
SASKIA	102,0	104,4	103,1	65,1	82,8	10,9	2,0	6,6	8,6	8,3	8,3	7,4	125	- 1,7

(1) Le standard est la moyenne des variétés: Pelican, Lyseval, Franciska, Proval et Roseval. Le rendement 100,0 est égal à 8462 kg/ha en 2009 et 9035 kg/ha en 2010

(2) Différence en jour par rapport à Pelican: le signe - signifie que la variété est plus précoce

(3) 9 est la cote la plus favorable

TRITICALE

Période de semis:	Octobre
Variétés commercialisées en Belgique:	Agrano, Beneto, Borodine, Cultivo, Orval, Ragtac, Sequenz, Tribeca, Vuka
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:	Produit à base d'Ethéphon appliqué du stade ligule de la dernière feuille visible au stade gaine éclatée (BBCH39-45) Produit à base de CCC appliqué du stade stade redressement au stade 2 nœuds 5BBCH30-32) Moddus appliqué entre les stades 1er et 2ème nœuds (BBCH31-32) Médax Top appliqué entre les stades 1 ^{er} nœuds et dernière feuille pointante (BBCH31-37) Terpal appliqué du stade 2 nœuds au stade dernière feuille étalée (BBCH32-39)
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 (RECOLTES 2009 ET 2010)

VARIETES	RENDEMENTS			VALEURS TECHNOLOGIQUES					RESISTANCES (3)							Longueur plante cm	Précoci- té maturité (2)<> jour	VARIETES
	2009 4 essais %	2010 5 essais %	Moy. pondérée %	Proportion grain nu %	Teneur protéines %	Test Zélény ml	Chopin w	Teneur amande %	Froid	Verse	Rouille jaune	Rouille brune	Oïdium	Septo feuille	Maladies épi			
ALKOR	102,2	101,3	101,7	8,5	13,5	24	82	74,5	1-9	1-9	7,8	2,5	3,2	4,1	1-9	132	- 2,0	ALKOR
COSMOS	102,9	103,4	103,2	8,9	13,2	28	97	74,5	4,8	7,4	8,5	3,0	4,9	4,5	8,0	123	0,0	COSMOS
RESSAC	90,4	92,2	91,4	7,8	13,3	45	145	76,9	4,3	6,6	9,0	3,3	4,9	4,4	8,5	131	+ 2,5	RESSAC
EPANIS	104,4	103,1	103,7	6,4	13,4	34	96	75,0	4,8	6,8	9,0	3,8	5,1	4,6	8,0	137	+ 0,3	EPANIS
(1) Standard	100,0	100,0	100,0	7,9	13,4	33	105	75,2	4,7	6,5	8,6	3,2	4,5	4,4	8,125	131		(1) Standard

(1) Le standard est la moyenne des variétés: Alkor, Cosmos, Poème, Ressac et Stone. Le rendement 100,0 est égal à 7868 kg/ha en 2009 et 7697 kg/ha en 2010

(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:	Cosmos, Epanis, 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) Cfr pages de couleurs « Régulateurs ».
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).

SEIGLE

Période de semis:	Dans le courant d'octobre, de préférence durant la première quinzaine.
Variétés commercialisées en Belgique:	Marcelo, Matador, Recrut
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:	Le traitement de préémergence aura la préférence En postémergence: différents anitidicotylées (cfr tableaux herbicides)
Emploi du régulateur:	Produit à base d'Ethéphon appliqué du stade ligule de la dernière feuille visible au stade gaine éclatée (BBCH39-45) Moddus appliqué entre les stades 1 ^{er} et 2 ^{ème} nœuds (BBCH31-32) Médax Top appliqué entre les stades 1 ^{er} nœuds et dernière feuille pointante (BBCH31-37) Terpal appliqué dès l'apparition de la dernière feuille jusqu'au stade d'apparition des barbes (BBCH37-49)
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). Production importante de paille
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:	• Avoine blanche: Albatros, Duffy, Evita, Freddy • Avoine jaune: Aragon, Effektiv, Expo, Max • Avoine noire: Auteuil, Belino II, Corneil
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. Produit à base de Chlormequat (CCC) appliqué lorsque l'avoine mesure environ 40 cm (BBCH32-37) Moddus appliqué entre les stades épi 1 cm et 1 ^{er} nœud (BBCH30-31)
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 nettoiyante (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:	Champsin,Granny, Marin, Olivart, Popstart, Sensas, Trappe 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 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:	Voir article Orge de brasserie
Préparation du sol:	Labour et semis direct le même jour.
Densité de semis:	De 200 à 225 grains/m ² en période normale.
Fumure azotée:	60 unités au tallage. Correction éventuelle début montaison 0 à 50 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, $\frac{3}{4}$ 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.
Voir article « Orges brassicoles » dans les pages blanches.	

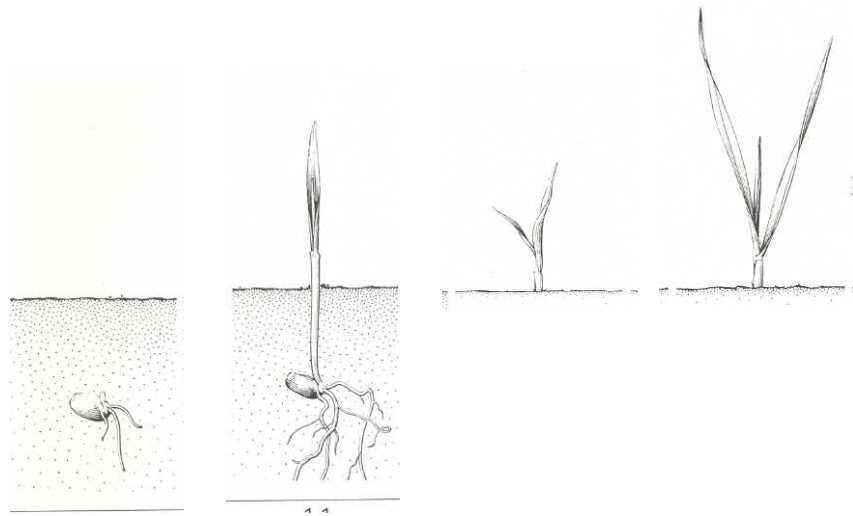
PRINCIPAUX STADES REPERES DE LA VEGETATION EN CEREALES

(A)	(B)	(C)	Brève description	Dates approximatives de la réalisation des stades en région limoneuse			
				Froment d'hiver	Escourgeon et orge d'hiver	Froment de printemps et avoine	Orge de printemps
21	E	2	<u>Début tallage</u> : début de l'apparition des tiges secondaires ou talles.	Fin d'hiver - début mars	Avant et pendant l'hiver	Fonction de la date de semis et des conditions	
26	F	3	<u>Plein tallage</u> : plante étalée. Formation de nombreuses talles.	15-30 mars	01-10 mars		
30	G	4	<u>Fin tallage</u> : la tige maîtresse se redresse, les talles commencent à se redresser. <u>Redressement</u> : talles dressés. Début d'allongement.	10-15 avril	20-25 mars	Particulières de la saison.	
30	H	5	<u>Epi à 1 cm</u> : fin redressement. Tout début du 1 ^{er} nœud.	20 avril	5-10 avril		
31	I	6	<u>Premier nœud</u> : se forme au ras du sol. Décelabe au toucher.	5-10 mai	20-25 avril	15-20 mai	15-20 mai
32	J	7	<u>Deuxième nœud</u> : apparition du 2 ^{ème} nœud sur la tige principale.	12-15 mai	1-5 mai	Fin mai	20-25 mai
37	K	8	<u>Apparition de la dernière feuille</u> : encore enroulée. Tige enflée au niveau de l'épi.	20-25 mai	6-10 mai	Début juin	1-10 juin
39	L	9	<u>Ligule visible</u> : ligule (oreillette) développée. Début de l'apparition des barbes pour l'escourgeon.	25 mai 1 juin	15 mai	-	-
50	N	10,1	<u>Epi émerge</u> : le sommet de l'épi sort de sa gaine.	Début juin	20-25 mai	10-15 juin	15-20 juin
58	O	10,5	<u>Epi dégagé</u> : épi complètement dégagé de sa gaine.	10-15 juin	Début juin	-	-

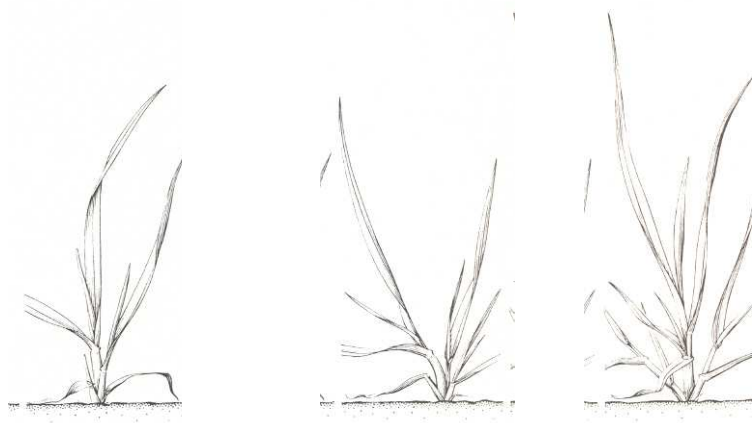
(A): Echelle selon Zadoks, échelle la plus couramment utilisée

(B): Echelle selon Keller et Baggiolini

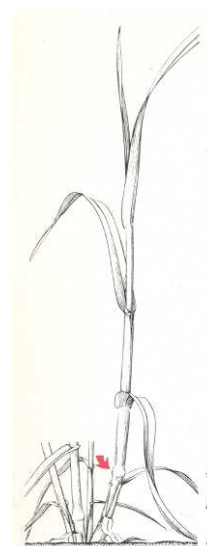
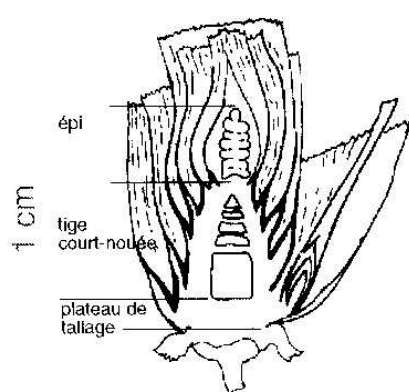
(C): Echelle selon Feekes et Large



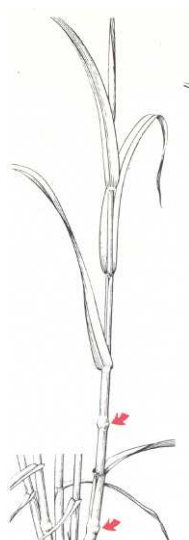
	Levée ³	Une feuille	Deux feuilles	Trois feuilles
Zadoks	10	11	12	13
Keller et Baggioloni	A	B	C	D
Feekes et Large	1	1	1	1



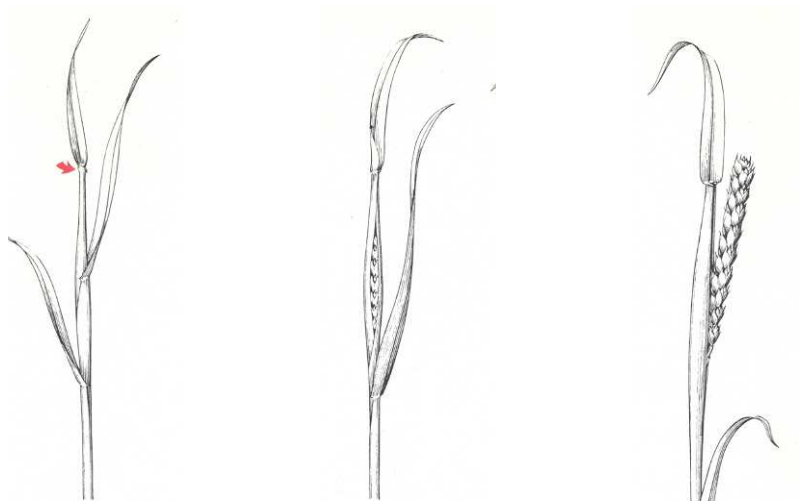
	Début tallage	Plein tallage	Fin tallage
Zadoks	21	26	30
Keller et Baggioloni	E	F	H
Feekes et Large	2	3	4



	Redressement	Premier nœud
Zadoks	30	31
Keller et Baggioloni	H	I
Feekes et Large	5	6



	Deuxième nœud	Apparition de la dernière feuille
Zadoks	32	37
Keller et Baggioloni	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 épiaison

- 51 début de l'épiaison: l'extrémité de l'inflorescence est sortie de la gaine, l'épillet supérieur est visible
- 52 20% de l'inflorescence est sortie
- 53 30% de l'inflorescence est sortie
- 54 40% de l'inflorescence est sortie
- 55 mi-épiaison: 50% de l'inflorescence est sortie
- 56 60% de l'inflorescence est sortie
- 57 70% de l'inflorescence est sortie
- 58 80% de l'inflorescence est sortie
- 59 fin de l'épiaison: l'inflorescence est complètement sortie de la gaine

Stade principal 6: floraison, anthèse

- 61 début floraison, les premières anthères sont visibles
- 65 pleine floraison, 50% des anthères sont sorties
- 69 fin floraison, tous les épillets ont fleuri, quelques anthères desséchées peuvent subsister

Stade principal 7: développement des graines

- 71 stade aqueux: les premières graines ont atteint la moitié de leur taille finale
- 73 début du stade laiteux
- 75 stade milaiteux: contenu de la graine laiteux, les graines ont atteint leur taille finale mais sont toujours vertes
- 77 fin du stade laiteux

Stade principal 8: maturation des graines

- 83 début du stade pâteux
- 85 stade pâteux mou: contenu de la graine tendre mais sec, une empreinte faite avec l'ongle est réversible
- 87 stade pâteux dur: contenu de la graine dur, une empreinte faite avec l'ongle est irréversible
- 89 maturation complète: le caryopse est dur et difficile à couper en deux avec l'ongle

Stade principal 9: sénescence

- 92 sur-maturité: le caryopse est très dur, ne peut pas être marqué à l'ongle
- 93 des graines se détachent
- 97 la plante meurt et s'affaisse
- 99 produit après récolte

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} nœud</u> : Protection fongicide (*) <u>2^{ème} nœud</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	<u>1^{er} nœud</u> : 24 avril - 5 mai Fongicides contre les maladies du pied (*) <u>2^{ème} nœud</u> : 10-15 mai Fin des herbicides 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 antidicotylées (*) Herbicides antigraminées (*) Traitement aphicide (*)
<u>Redressement:</u> Apport de 2/3 de la dose totale de N Traitement Cycocel	<u>Redressement:</u> Apport de 50 u.N. Traitement aphicide (*)	
<u>1^{er} nœud:</u> 10-15 mai Fin des antidicotylées Protection fongicide <u>2^{ème} nœud:</u> 20-25 mai	<u>1^{er} nœud:</u> 10-15 mai Fin des antidicotylées Protection fongicide <u>2^{ème} nœud:</u> 20-25 mai	<u>Redressement</u> 2 ^{ème} apport de N (*) <u>1^{er} nœud:</u> 10-15 mai Fin des aphicides Traitement fongicide (*) Fin des herbicides <u>2^{ème} nœud:</u> 20-25 mai
<u>Dernière feuille</u> <u>Epiaison</u> (fin juin) Protection fongicide	<u>Dernière feuille</u> Traitement Cycocel <u>Epiaison</u>	<u>Dernière feuille</u> Traitement régulateur Traitement fongicide
Récolte (fin août)	Récolte	Récolte