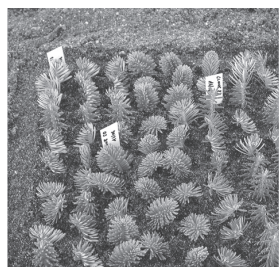




2003-2004

RAPPORT D'ACTIVITÉ



Rue de Liroux, 9
B- 5030 Gembloux

tél. +32 (0) 81 62.65.55
fax +32 (0) 81 62.65.59

cra@cra.wallonie.be
[http: //cra.wallonie.be](http://cra.wallonie.be)



RAPPORT D'ACTIVITÉ

2003 - 2004

CENTRE WALLON DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES

Directeur général a.i. : *P. Meeùs*



S O M M A I R E

Jury scientifique du CRA-W de l'Université catholique de Louvain-La-Neuve	6
Conseil scientifique	6
Collège des chefs de département	6
Commission administrative de la Personnalité juridique	6
Préface	7
Liste des sigles	8
Organigramme	9
Bureau d'assurance qualité	
1. MISSION	10
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	10
3. SENS DES ACTIVITÉS QUALITÉ	10
4. RÉFÉRENTIELS, PROCÉDURES ET EXPERTISES NOUVELLES	10
5. POINTS FORTS	10
6. DOMAINES PRIORITAIRES ET ÉTAT D'AVANCEMENT	10
Département	
BIOTECHNOLOGIE	
1. MISSION	14
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	14
2.1. Chef de Département	14
2.2. Scientifiques	14
2.3. Doctorants	14
3. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX	14
4. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX	14
5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES	14
6. COMPTE-RENDU DES RECHERCHES	14
6.1. Recherches sur l'utilisation de la culture in vitro pour la multiplication végétative de plantes et sur les techniques classiques de multiplication en horticulture	14
6.2. Recherches en biologie moléculaire dans les domaines de l'amélioration des plantes de grande culture et des cultures fruitières et maraîchères, de la phytopathologie et de la micro-biologie du sol	18
7. ACTIVITÉS DE SERVICE	21
Publications	21
Publications scientifiques	21
Publications techniques et de vulgarisation	21
Conférences	21
Rapports	21

Département	
PRODUCTION VÉGÉTALE	
1. MISSION	24
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	24
2.1. Chef de Département	24
2.2. Scientifiques	24
3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX	24
4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX	24
5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES	24
6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES	25
6.1. Sol et fertilisation	25
6.2. Phytotechnie	26
6.3. Obtentions végétales	30
7. Activités de développement et de service	30
7.1. Développement	30
7.2. Service	30
Publications	31
Publications scientifiques avec comité de lecture	31
Publications scientifiques sans comité de lecture	31
Publications techniques et de vulgarisation	31
Conférences	32

Département	
LUTTE BIOLOGIQUE ET RESSOURCES PHYTOGÉNÉTIQUES	
1. MISSION	36
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	36
2.1. Chef de département	36
2.2. Scientifiques	36
3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX	36
4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX	36
5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES	36
6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES	37
6.1. Lutte biologique et intégrée en phytopathologie et en zoologie appliquée	37
6.2. Ressources phylogénétiques et amélioration des plantes	42
7. Activités de service	45
7.1. Mycologie	45
7.2. Mycotoxines	45
7.3. Virologie	45
7.4. Entomologie	45
7.5. Ecotoxicologie	46
7.6. Etudes menées en BPL	46
7.7. Avertissements	46
7.8. Lutte contre les rongeurs	46
7.9. Sélection conservatrice du froment et de l'épeautre	46
7.10. Sauvegarde et valorisation des ressources génétiques fruitières	46
Publications	47
Publications scientifiques avec comité de lecture	47
Publications scientifiques libres	47
Publications techniques et de vulgarisation	47
Rapports	48
Conférences	48
Travaux de fin d'études	49

Département	
PHYTOPHARMACIE	
1. MISSION	52
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	52
2.1. Chef de Département	52
2.2. Scientifiques	52
3. REPRÉSENTATIONS ET COLLABORATIONS AVEC DES ORGANISMES NATIONAUX	52
4. REPRÉSENTATIONS ET COLLABORATIONS AVEC DES ORGANISMES INTERNATIONAUX	52
5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES	52
6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES	53
6.1. Chimie et physico-chimie des produits phytopharmaceutiques	53
6.2. Devenir des produits phytopharmaceutiques dans les productions agricoles, sur les substrats traités et dans l'environnement	54
6.3. Certification BPL et accréditation ISO 17025	56
6.4. Lutte contre les maladies de plantes	56
6.5. Lutte contre les ravageurs en agriculture et en forêt	57
6.6. Lutte contre les mauvaises herbes	58
7. Activités de service	59
7.1. Evaluation pour le Comité d'Agréation des dossiers d'efficacité des pesticides à usage agricole	59
7.2. Elaboration de dossiers analytiques comprenant les aspects chimiques et physico-chimiques de substances actives et de leurs formulations en vue de leur homologation ou de l'établissement de spécifications	59
Publications	60
Publications scientifiques avec comité de lecture	60
Publications scientifiques libres	60
Publications techniques et de vulgarisation	60
Conférences	60
Rapports	61
Travaux de fin d'étude	61

Département	
GÉNIE RURAL	
1. MISSION	64
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	64
2.1. Chef de Département	64
2.2. Scientifiques	64
3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX	64
4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX	64
5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES	64
6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES	64
6.1. Mécanisation agricole	64
6.2. Utilisation énergétique et industrielle de la biomasse	65
6.3. Aide à la décision des acteurs publics et privés	67
7. ACTIVITÉS DE SERVICE	67
7.1. Essais de tracteurs	67
7.2. Contrôle des pulvérisateurs	67
7.3. Essais de distributeurs d'engrais	67
7.4. Contrôle des épanduses de sel	67
7.5. Indicateur des coûts	68
7.6. Equipe Régionale Biomasse Energie (ERBE)	68
7.7. ValBiom	68
7.8. Accréditation ISO 17025	68



Publications	69
Publications scientifiques avec jury de lecture	69
Publications techniques et de vulgarisation	69
Conférences	69
Rapports	70

Département

PRODUCTIONS ET NUTRITION

ANIMALES

1. MISSION	74
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	74
2.1. Chef de Département	74
2.2. Scientifiques	74
3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES OU COMITÉS NATIONAUX OU RÉGIONAUX	74
4. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX	74
5. THÉMATIQUES DES RECHERCHES	74
6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES	75
6.1. Modes de conduite et de gestion des troupeaux	75
6.2. Valorisation des ressources fourragères locales en alimentation animale	76
6.3. Digestion des nutriments dans une optique de durabilité	78
6.4. Qualité des produits, sécurité des modes de production et santé humaine	79
6.5. Bien-être animal et éthique des modes de production	81
7. MISSIONS DE SERVICE	81
7.1. Production bovine	81
7.2. Production porcine	81
7.3. Digestibilité des nutriments	82
7.4. Pratique de la technique de cathétérisation des animaux de rente	82
7.5. Déterminations analytiques	82
7.6. Encadrement de travaux de fin d'étude	82
Publications	82
Publications scientifiques sans comité de lecture	82
Publications Scientifiques avec comité de lecture	82
Publications Techniques et de Vulgarisation	83
Rapports	83
Travaux de fin d'étude	83

Département

QUALITÉ DES PRODUCTIONS

AGRICOLAS

1. MISSION	86
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	86
2.1. Chef de Département	86
2.2. Scientifiques	86
3. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX	86
4. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX	86
5. THÉMATIQUES DE RECHERCHES	86
6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES	87
6.1. Composition et propriétés technologiques et physico- chimiques des céréales	87
6.2. Authentification et conformité des productions agricoles et agroalimentaires	87
6.3. Microbiologie, composition chimique et analyse des résidus dans les productions agricoles et agroalimentaires	89
6.4. Application de la spectrométrie à la gestion qualitative des productions agricoles et agro- alimentaires	91

7. ACTIVITES DE SERVICE	92
Publications	92
Publications scientifiques avec comité de lecture	92
Publications scientifiques libres	93
Conférences	94
Rapports	94
Travaux de fin d'étude	95

Section

SYSTÈMES AGRICOLES

1. MISSION	98
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	98
2.1. Chef de Section	98
2.2. Scientifiques	98
3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX	98
4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX	98
5. THÉMATIQUES DE RECHERCHE	98
6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES	98
6.1. Recherches sur la filière de production de pomme de terre	98
6.2. Etude des systèmes agraires sous l'angle de leur durabilité économique, environnementale et sociale	100
6.3. Phytotechnie des prairies permanentes et cultures du Sud-Est	102
6.4. Adaptation d'approches analytiques et développement d'outils	104
7. PRESTATION DE SERVICES	105
Publications	106
Publications scientifiques avec comité de lecture	106
Publications scientifiques libres	106
Conférences	106
Rapports	106
Travaux de fin d'étude	107

Section

BIOMÉTRIE, GESTION DES DONNÉES ET AGROMÉTÉOROLOGIE

1. MISSION	110
2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE	110
2.1. Chef de section	110
2.2. Scientifiques	110
3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX	110
4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX	110
5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES	110
6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES	111
6.1. La gestion durable des éco-systèmes agricoles	111
6.2. Qualité, traçabilité et sécurité alimentaire	112
6.3. Les ressources génétiques et la biodiversité agricole	113
6.4. Conception de méthodes et techniques nouvelles	113
7. Activités de service	114

Publications	114
Publications scientifiques avec comité de lecture	114
Publications scientifiques sans comité de lecture	114
Publications techniques et de vulgarisation	115
Rapports	115

Manifestations orgaorganisées en 2003-2004	115
--------------------------------------------------	-----

Conception graphique:
Atypic / Gembloux

Edité et distribué par :
Centre wallon de Recherches
agronomiques
Rue de Liroux, 9
B-5030 Gembloux (Belgique)

ISSN 0770-8343
Dépôt légal D/2005/1463/2
Jury de recrutement et de promotion

Jury de recrutement et de promotion*(jusqu'au 15/01/2004)***Président :**

J. Renault, *Directeur général a.i., Direction générale de l'Agriculture, Ministère de la Région wallonne*

Membres :

P. Meeùs, *Directeur a.i. du Centre de Recherches agronomiques de Gembloux*

D. Portetelle, *Professeur, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*

E. Persoons, *Professeur, Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale de l'Université catholique de Louvain-La-Neuve*

A. Thewis, *Professeur, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*

Jury scientifique du CRA-W*(à partir du 16/01/2004)***Président :**

P. Meeùs, *Directeur général a.i. du Centre wallon de Recherches agronomiques*

Membres :

J.J. Claustrioux, *Professeur, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*

P. Leroy, *Professeur, Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège*

H. Maraite, *Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale de l'Université catholique de Louvain-La-Neuve*

Conseil scientifique*(jusqu'au 15/01/2004)***Président :**

P. Meeùs, *Directeur a.i. du Centre de Recherches agronomiques de Gembloux*

Vice-président :

A. Burny, *Professeur, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*

Membres :

J.J. Claustrioux, *Professeur, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*

A. Copin, *Professeur, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*

J. Dufey, *Professeur, Faculté universitaire d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale de l'Université catholique de Louvain-La-Neuve*

J.M. Kinet, *Professeur, Faculté universitaire d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale de l'Université catholique de Louvain-La-Neuve*

P. Leroy, *Professeur, Faculté de Médecine vétérinaires de l'Université de Liège*

H. Maraite, *Professeur, d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale de l'Université catholique de Louvain-La-Neuve*

C. Debouche, *Professeur, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*

Collège des chefs de département**Président :**

P. Meeùs, *Directeur général a.i. du Centre wallon de Recherches agronomiques de Gembloux*

Membres :

B. Watillon, *Chef de Département Biotechnologie*

M. Frankinet, *Chef de Département Production végétale*

M. Cavellier, *Chef de Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques*

Y. Schenkel, *Chef de Département Génie rural*

N. Bartiaux-Thill, *Chef de Département Productions et Nutrition animales*

P. Dardenne, *Chef de Département Qualité des Productions agricoles*

Commission administrative de la Personnalité juridique*(jusqu'au 15/01/2004)***Président :**

P. Meeùs, *Directeur a.i. du Centre de Recherches agronomiques de Gembloux*

Membres :

R. Piscaglia, *Directeur général adjoint a.i. du Centre de Recherches agronomiques de Gembloux*

G. Detiège, *Secrétaire général de Phytophar*

G. Houins, *Directeur du Service politique de contrôle de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire (AFSCA)*

Ph. Van Eyck, *rue de l'Abbaye, 50, 5030, Gembloux*

B. Watillon, *Chef de Département Biotechnologie du Centre de Recherches agronomiques de Gembloux*

P. Dardenne, *Chef de Département Qualité des Productions agricoles du Centre de Recherches agronomiques de Gembloux*

Observateurs de la R.W. :

J.M. Godefroid, *délégué du Monsieur le Ministre*

José Happart

E. Reuter,

délégué du Monsieur le Ministre Serge Kubla

J. Renault,

Directeur général a.i., Direction générale de l'Agriculture, Ministère de la Région wallonne

La biennale 2003-2004 fut le cadre de deux évènements importants pour notre centre de Recherches, pour son fonctionnement et ses objectifs futurs. Non seulement le Centre a pu vivre la concrétisation de la Régionalisation engagée lors des années précédentes mais il a de plus été restructuré en organisme d'Intérêt Public le « Centre wallon de Recherches agronomiques ». Le nouveau CRA-W aura plus d'autonomie mais devra aussi assumer pleinement ce nouveau statut.

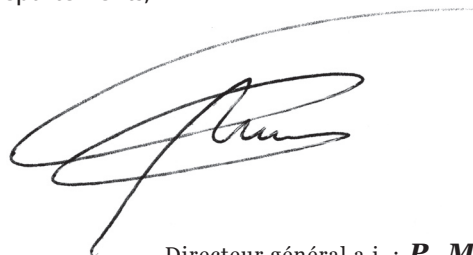
Ces réformes ne sont pas encore achevées. Ainsi, le Comité d'Orientation et d'Evaluation de la Recherche agronomique sera amené à superviser l'activité scientifique du Centre. De même, le statut des chercheurs en application depuis plus de 40 ans est abandonné au profit du nouveau code de la fonction publique wallonne.

Ces circonstances de changement n'ont heureusement pas entamer le dynamisme des chercheurs comme en témoigne le présent rapport de recherches 2003-2004. Chaque Département s'est attaché à répondre aux attentes de la Région wallonne et à son objectif de mettre la recherche et son encadrement non seulement au service des agriculteurs mais aussi de la société en général. Dans la poursuite des programmes de recherches qui étaient les siens dans un cadre fédéral, le CRA-W a tenté de relever un triple défi : anticiper les changements, développer son savoir-faire, diffuser ses acquis.

Ce programme ambitieux n'a pu être réalisé que grâce aux compétences pluridisciplinaires et complémentaires des Départements et Sections du CRA-W, qui recouvrent les différents domaines d'intérêt agronomique. En effet, aujourd'hui plus qu'hier, il est nécessaire de regrouper des activités dans des thématiques communes telles que la qualité et la sécurité alimentaire, la traçabilité au sein des filières, la gestion de l'environnement, la durabilité des systèmes de production, le développement rural ou encore l'utilisation durable des ressources naturelles.

Demain le CRA-W se devra de répondre à des nouveaux défis et plus particulièrement à la demande sociétale. Dans cet esprit, il lui faudra continuer à investir dans des recherches de base, des recherches appliquées et des activités de service.

Au nom du Conseil des chefs de Départements,

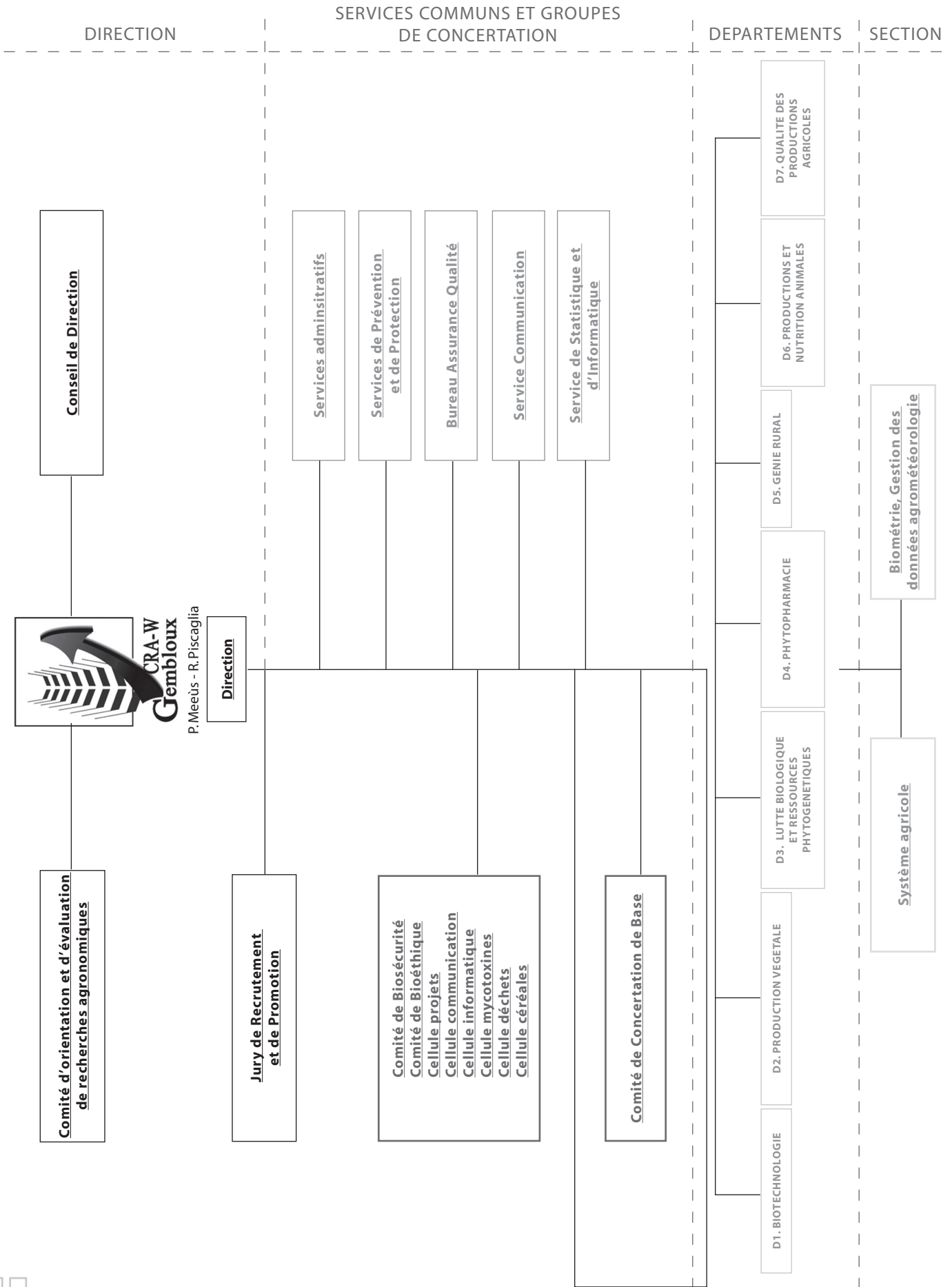
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'P. Meeùs', written over a light grey horizontal line.

Directeur général a.i. : **P. Meeùs**

L I S T E D E S S I G L E S

ACLSV	<i>Apple chlorotic leafspot virus</i>	DGRNE	Direction générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Ministère de la Région wallonne	OEPP	Organisation européenne de Protection des plantes
AEI	Indicateurs Agri-Environnementaux	DGTRE	Direction Générale des Technologies, de la Recherche et de l'Energie, Ministère de la Région wallonne	OILB	Organisation Internationale de Lutte Biologique
AFPP	Association Française de Protection des Plantes	DIAGPRO	Diagnostic Protocols for Organisms Harmful to Plants	OIP	Organisme d'intérêt public
AOC	Appellation d'Origine Contrôlée	DNF	Direction Nature et forêts	OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
ApMV	<i>Apple mosaic virus</i>	ECP/GR	European Cooperative Program for Crop Genetic Resources Networks	PADD	Plan d'Appui Scientifique à une Politique de Développement Durable
ASGV	<i>Apple stem grooving virus</i>	EEC	Economic European Commission.	PCR	Polymerase Chain Reaction
ASPV	<i>Apple stem pitting virus</i>	ELISA	Enzyme Linked Immuno-Sorbent Analysis	PDV	<i>Prune dwarf virus</i>
AWEX	Agence wallonne à l'Exportation	EU	European Union	PepMV	<i>Pepino mosaic virus</i>
BaMMV	<i>Barley mild mosaic virus</i>	FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.	PNRSV	<i>Prunus necrotic ringspot virus</i>
BASE	Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement	FEDER	Fonds Européen de Développement Régional	PPV	<i>Plum pox virus (sharka)</i>
BaYMV	<i>Barley yellow mosaic virus</i>	FIWAP	Filière wallonne de la Pomme de Terre	PSF	Politique scientifique fédérale
BEPN	Bureau économique de la Province de Namur	FUL	Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Belgique	PSTVd	<i>Potato spindle tuber viroid</i>
BNYVV	<i>Beet necrotic yellow vein virus</i>	FUSAGx	Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique	RAPD	Random Amplification of Polymorphic DNA
BPL	Bonnes Pratiques de Laboratoire	GLP	Good Laboratory Practices.	RGF	Ressources Génétiques Fruitières
BYDV	<i>Barley yellow dwarf virus</i>	GTIS-CAP	GeoTraceability Integrated System for the Common Agricultural Policy	RpRSV	<i>Raspberry ringspot virus</i>
CBD	<i>Convention on Biological Diversity</i>	IBW	Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer	RW	Région wallonne
CEE	Commission Economique Européenne.	IIRB	Institut International de Recherches Betteravières.	SAU	Surface Agricole Utile
CEHW	Centre d'Essais Horticoles de Wallonie	KUL	Katholiek Universiteit Leuven	SIG	Systèmes d'Informations Géographiques
CGMS	Crop Growth Monitoring System	LChV-1	<i>Little cherry virus-1</i>	SPP	Service Fédéral de Programmation de la Politique Scientifique
CLO-DvP	Departement Plantengenetica enveredeling	LChV-2	<i>Little cherry virus-2</i>	SPS	Services de la Politique Scientifique
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales	LMR's	Limites maximales de résidus	TSWV	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
COLEACP	Comité de liaison Europe-Afrique-Caraïbes-Pacifique.	MA	Ministère fédéral des Classes Moyennes et de l'Agriculture	UE	Union européenne
CRIA	Centre de Recherches Industrielles et Agronomiques	MAE	Mesures agro-environnementales	UPOV	Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales
CRNFB	Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois	NBS	Nationale Boomgaardenstichting	WHO	World Health Organisation.
CSL	Central Science Laboratory, York, England	OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques	WHOPES	World Health Organisation Pesticide Evaluation Scheme.
DG	Direction Générale.				
DGA	Direction Générale de l'Agriculture, Ministère de la Région wallonne				

O R G A N I G R A M M E



1. MISSION

Le Bureau Assurance Qualité (BAQ) a pour mission de faire progresser les démarches qualité au CRA-W. Pour cela, le BAQ aide chaque Département à la mise en place et au maintien d'un système qualité adapté. Il veille dans ce cadre à harmoniser les procédures entre les départements.

Le BAQ est en liaison directe avec la Direction du CRA-W et est appuyé par des correspondants qualité dans chaque département.

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

Dominique Vrebos, *Attachée scientifique (CRA-W)*
Blandine Gaurais, *Attachée scientifique (CRA-W)*

3. SENS DES ACTIVITÉS QUALITÉ

Les démarches qualité développées au CRA-W, appliquées actuellement aux services analytiques et en voie d'extension aux activités d'expérimentation et de recherche, ont pour objectifs :

- de fournir les garanties réclamées par les commanditaires, le public et la communauté scientifique,
- de sensibiliser les opérateurs à une culture renouvelée de rigueur, de responsabilité et de communication,
- de progresser continûment dans les pratiques quotidiennes.

4. RÉFÉRENTIELS, PROCÉDURES ET EXPERTISES NOUVELLES

Les systèmes qualité en place ou en cours de développement s'articulent principalement sur la norme ISO 17025 (Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais, constituant également un fil directeur pour la qualité en expérimentation et recherche) et sur les BPL (Bonnes Pratiques de Laboratoire, définies par l'OCDE) pour les études relatives aux produits phytosanitaires.

Des politiques et procédures complémentaires aux bonnes pratiques professionnelles en usage dans le domaine de la recherche ont été mises en place suivant ces normes :

En résumé, **sur le plan organisationnel :**

- établissement d'organigrammes fonctionnels et définition des fonctions et suppléances pour les postes clés ;
- maîtrise de la documentation et des enregistrements, permettant notamment d'avoir une vision claire du fonctionnement et un accès permanent à l'historique complet des opérations ;
- revue des demandes, appels d'offres et contrats, mettant l'accent sur l'adéquation du service par rapport aux attentes explicites ou implicites du client ;

- traitement des réclamations (externes et internes) ;
- maîtrise des travaux non conformes, des actions correctives et préventives ;
- audits internes et revues de Direction, pour s'assurer que les systèmes qualité et les activités d'essais sont toujours appropriés et efficaces.

sur le plan technique :

- gestion des compétences et de la formation continue du personnel ;
- gestion plus systématique des équipements, en ce compris leur étalonnage permettant d'établir la traçabilité des mesures à des unités SI (Système International des unités de mesure) ;
- validation des méthodes d'essais et estimation de leur incertitude de mesure ;
- surveillance de la qualité des résultats d'essais via l'établissement de cartes de contrôles, la participation à des essais interlaboratoires...

5. POINTS FORTS

Trois points forts sont à relever dans l'organisation du BAQ et des ressources du CRA-W pour le déploiement des systèmes qualité :

- la constitution d'une équipe de 14 auditeurs internes qualifiés issus de l'ensemble des départements, assurant l'objectivité et l'indépendance nécessaires dans le cadre des audits internes; cela est essentiel, pour que l'auto-évaluation des systèmes et des activités soit efficace et constitue un véritable outil de progrès ;
- l'organisation de la formation par le BAQ : évaluation des besoins, réalisation des formations en interne avec formateur externe pour le personnel de plusieurs départements, correspondance avec la Direction de la Formation du Ministère de la Région wallonne ;

- la mise à disposition de l'expertise de la Section Biométrie, Gestion des Données et Agrométéorologie en matière d'approche et de traitement statistiques nécessaires à la validation des méthodes, à l'établissement et au suivi des cartes de contrôles dans des domaines très variés.

Auditeurs internes

- **Delcarte Jérôme (D5)**
- **Decock Valérie (D4)**
- **Fumière Olivier (D7)**
- **Galoux Michel (D4)**
- **Gaurais Blandine (D8-BAQ)**
- **Goffart Jean-Pierre (D2)**
- **Jacquemin Jean-Marie (D1)**
- **Jansen Jean-Pierre (D3)**
- **Mostade Olivier (D5)**
- **Reuter Véronique (D2)**
- **Sinnaeve Georges (D7)**
- **Steyer Stéphane (D3)**
- **Thilmany Françoise (D8-SSA)**
- **Vrebos Dominique (D8-BAQ)**

6. DOMAINES PRIORITAIRES ET ÉTAT D'AVANCEMENT

L'implémentation des Systèmes Qualité est réalisée selon un plan de priorités, en fonction des obligations légales (ou contractuelles) d'accréditation dans les différents domaines.

Pour certains essais, l'accréditation est ou sera à terme une condition obligatoire pour que le CRA-W puisse maintenir un agrément ou une reconnaissance officielle vis-à-vis de l'AFSCA (analyses réglementaires), du Ministère de la Région wallonne (ex : application de la directive nitrates), des organismes certificateurs (labels, agriculture biologique...), de réseaux de laboratoires (ex : REQUASUD), ou encore vis-à-vis d'organismes internationaux (EU, OMS, FAO, FDA, EPA, CIRAD,...). Ceci concerne par exemple les analyses microbiologiques et la composition du lait, la valeur boulangère des céréales, la détection des antibiotiques ou de farines animales dans les aliments du bétail, les OGM (D7), les mycotoxines, les organismes de quarantaine (D3), les résidus de pesticides (D4), les tests de pulvérisateurs (D5), les tests virologiques sur pommes de terre (SSA), l'azote minéral dans les sols (D2).

Dans d'autres domaines d'essais mais également pour l'expérimentation et la recherche, l'accréditation revêt encore un caractère volontaire tout en étant également ressentie comme un vecteur de crédibilité de la compétence technique et organisationnelle du laboratoire. Tel est le cas pour la détermination de la valeur alimentaire des fourrages et aliments du bétail (SSA), l'analyse des biocombustibles et engrais (D5), l'identification variétale des pommes de terre ou des céréales, la mise en évidence de micro-organismes nuisibles dans les vergers (D3, D1), l'analyse de substrats imprégnés pour l'Organisation mondiale de la Santé (D4)...

Les accréditations et certifications obtenues jusqu'à présent sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Département	Référence certificats	Domaine d'accréditation ⁽¹⁾ / certification
Phytopharmacie (D4)	OCDE / Institut Scientifique de Santé publique Louis Pasteur C04 (1994) Beltest - 250 - T (2002)	BPL - Etudes sur formulations et résidus de produits phytopharmaceutiques ISO 17025 - Analyse de résidus de pesticides en fruits, légumes, céréales et autres substrats. Analyse de pesticides sur semences traitées.
Lutte Biologique et Ressources Phytogénétiques (D3)	OCDE / Institut Scientifique de Santé publique Louis Pasteur C03 (1998)	Etudes écotoxicologiques de produits phytopharmaceutiques
Génie Rural (D5)	Beltest - 325 - T (2004)	ISO 17025 Essais de pulvérisateurs (buses et manomètres) Essais chimiques sur biocombustibles solides Essais physiques sur engrais

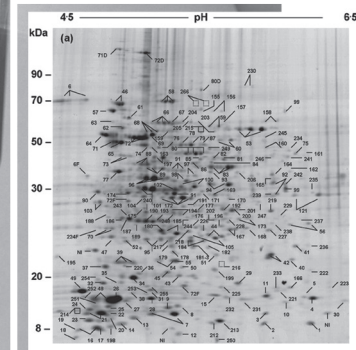
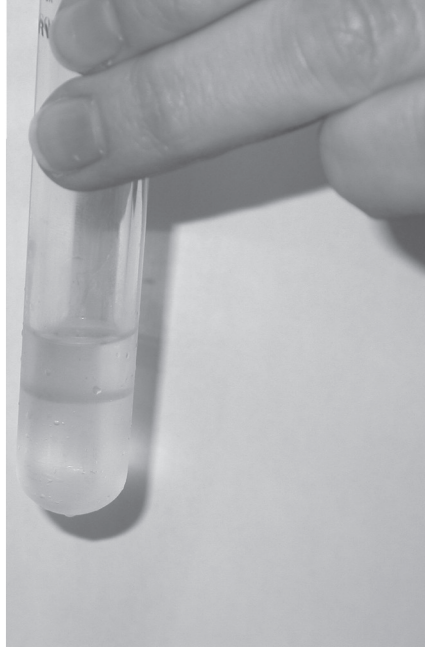
Le détail des domaines d'accréditation (types d'échantillons, caractéristiques mesurées et méthodes) peut être communiqué sur simple demande au BAQ ou au secrétariat du département concerné.

Correspondants qualité

La qualité se construit ensemble ...

Coordination BAQ:	D1:	D2:	D3:	D4:
Dominique VREBOS	Jean-Marie JACQUEMIN	Jean-Pierre GOFFART	Stéphane STEYER	Michel GALOUX
Blandine GAUROIS			David DANTINNE	Valérie DECOCK
Secrétariat: Carine BRUNELLI				
D5:	D6:	D7:	BGDA:	Systèmes Agricoles
Jérôme DELCARTE	Benoît GREGOIRE	Véronique NINANE	Viviane PLANCHON	Françoise THILMANY
François GIJS	Nicole BARTIAUX			

D é p a r t e m e n t B I O T E C H N O L O G I E



chaussée de Charleroi,234
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 73 70
fax : +32 (0) 81 62 73 99

e-mail : biotec@cra.wallonie.be

1. MISSION

Recherches en biologie moléculaire dans les domaines de l'amélioration des plantes de grande culture et des cultures fruitières et maraichères, de la phytopathologie et de la microbiologie du sol.

Recherches sur l'utilisation de la culture in vitro pour la multiplication végétative de plantes et sur les techniques classiques de multiplication en horticulture.

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

2.1. Chef de Département

B. Watillon, *Inspecteur général scientifique, chef de département*

2.2. Scientifiques

O. Arezki, *Attaché scientifique (RW-DGA)*

A. Bultreys, *Attaché scientifique (MRW)*

F. Delporte, *Attaché scientifique assistant (MRW)*

Ph. Druart, *Inspecteur général scientifique, chef de section*

A. Dutreccq, *Attaché scientifique (en interruption de carrière)*

S. Farvacque, *Ingénieur industriel (RW - AR258/APE)*

V. Gilbert, *Attaché scientifique (RW-DGA)*

R. Gruselle, *Attaché scientifique (RW - DGRNE/Interreg)*

M. Hajji, *Attaché scientifique (MRW), jusqu'au 17.10.04.*

J.M. Jacquemin, *Directeur scientifique*

F. Legros, *Ingénieur industriel (RW-DGA), jusqu'au 17.09.04.*

H. Magein, *Attaché scientifique*

S. Mauro, *Attaché scientifique (MRW)*

D. Mingeot, *Attaché scientifique (MRW)*

Y. Muhovski, *Attaché scientifique (RW-DGA), à partir du 01.08.04.*

J.-P. Misson, *Ingénieur industriel (RW-DGA)*

S. Pieron, *Chef de travaux (en interruption de carrière)*

J.M. Terzi, *Ingénieur industriel (MRW)*

2.3. Doctorants

G. Iwangou (CTB)

C. Ugarte-Ballon (CTB)

3. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX

- APHW (Association pour la Promotion de l'Horticulture Wallonne), membre du conseil d'administration

- Belgian Bioindustries Association, membre.

- BPTCg (Belgian Plant Tissue Culture group), membre du conseil d'administration

- CEF (Centre fruitier wallon), membre consultatif au conseil d'administration

- Commission Fruits de la Fédération horticole wallonne (FWH), membre

- Comité scientifique du Centre technique horticole (CTH), membre

- Comité scientifique du Centre d'essai maraîcher (CIM)

- Comité scientifique de la revue « BASE », secrétaire

- Comité technique pour la promotion de la fraise wallonne, membre

- Comité technique du Jardin d'essai fruitier de Velm, membre

- Commission Fruits de la Fédération horticole wallonne (FWH), membre

- Conseil technique de la Station de Recherche de Gorseme, membre

- Conseil du droit d'obtention végétale, membre

- Conseil de la Filière Horticole Ornementale Wallonne, membre et Président

- Groupement des Fraisieristes Wallons, asbl, membre

- Jardin d'essai fruitier de Merdorp (CEF), administrateur

- Ligue pomologique des provinces de Hainaut et Namur : membre du conseil d'administration, secrétaire

- OFB-BFO (Organisation Fruitière Belge – Belgische Fruit Organisatie) membre consultatif au conseil d'administration.

- PBB (Pépinière belge–Belgische boomkwekerij), asbl, organisme interprofessionnel de la filière pépinière belge, vice-Président

- Comité Scientifique "Plantes transgéniques" du Conseil de Biosécurité, membres.

- Comité scientifique "Microorganismes génétiquement modifiés - bactéries et champignons" du Conseil de Biosécurité, membre

- Revue « Le Fruit belge », Directeur

4. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX

- ASM (American Society for Microbiology), membre

- AUPELF-UREF, Réseau Biotechnologie et Génie Génétique, membre

- Commission d'Evaluation Collective de l'Unité de Recherches INRA sur les Espèces Fruitières et Ornementales à Angers (France), expert

- European Fruit Research Institute Network EUFRIN, membre

- Fraise de France, CIREF (Centre Interrégional de Recherches et d'Expérimentation sur la Fraise), représentant la recherche européenne au niveau du conseil scientifique

- IAPTC (International Association for Plant Tissue Culture), représentant national et membres

- ISHS (International Society of Horticultural Science), membres des sections Biotechnologie et Fruit (groupe cerisier et prunier)

- UE-DGXII, COST ACTION 843 «Quality Enhancement of Plant Production through Tissue Culture», Membre du Management Committee et représentant au Working group 2 «Advanced propagation techniques».

- UE-DG XII, COST ACTION 836 (Integrated Research in Berries), représentant national WG1 et membre du Management Committee.

- UE-DG XII, COST ACTION E28 ("Genosilva": représentant national WG2)

5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES

Au cours des dernières années, les sciences de la vie en général et les biotechnologies modernes en particulier ont été perçues comme une des

disciplines scientifiques clés pour l'avenir, pouvant contribuer fortement à l'avènement en Europe d'une économie fondée sur la connaissance. Le constat de la capacité de ces technologies à assurer tout à la fois une croissance économique (génératrice de richesses) et une amélioration des conditions de vie a amené les autorités politiques européennes à affirmer leur volonté de soutenir et de promouvoir l'essor des biotechnologies.

L'agriculture wallonne, confrontée aujourd'hui à de nombreuses contraintes et sollicitations sociétales, ne peut manquer de tirer elle-aussi parti des opportunités et des espoirs suscités par les développements récents des sciences de la vie. Tournés vers les besoins de la Région wallonne et de son agriculture, les travaux poursuivis dans notre Département intègrent donc les différents outils biotechnologiques disponibles (tels que les empreintes génétiques, les cultures de tissus végétaux ou les techniques de transgénèse).

Cette approche se manifeste au travers de projets de recherche visant des objectifs tels que la mise au point de variétés végétales adaptées à une agriculture plus soucieuse de l'environnement, le soutien à des secteurs émergents et prometteurs par l'innovation technologique, ou encore la définition d'outils de certification et de traçabilité.

6. COMPTE-RENDU DES RECHERCHES

6.1. Recherches sur l'utilisation de la culture in vitro pour la multiplication végétative de plantes et sur les techniques classiques de multiplication en horticulture.

Mise au point de nouvelles technologies de production d'arbres de Noël de qualité.

Misson J-P* (* RW-DGA)

Notre projet vise à soutenir la conversion industrielle de la production wallonne d'arbres de "Noël" par l'établissement de vergers à graines et la mise au point de technologies de clonage de plants "élites" d'*Abies nordmanniana*.

Le premier verger à graines évolutif implanté depuis 1996, comporte actuellement deux cent plants greffés répartis en une quinzaine de clones ; il est complété annuellement par de nouveaux clones élites établis par greffage "in situ". Il reste à fixer une quinzaine de clones. Un second verger est en voie d'installation à Mussy-la-ville. La position des arbres qui composent la parcelle de Neufchâteau a été relevée en utilisant le système DGPS (differential global positioning system). L'utilisation de la variabilité individuelle par la création de vergers à graines d'origine contrôlée s'inscrit parfaitement dans une filière de certification du matériel végétal produit en Wallonie.

Parallèlement, nous recherchons les moyens d'accélérer la mise à fleurs par le greffage des clones élites sur des *Abies hyperflorax*. Ces essais sont en cours depuis 1999 et les observations se poursuivent.

Si la création de semences dites "synthétiques" au sein des vergers à graines peut réduire l'hétérogénéité des sujets, ce n'est que par clonage, c'est-à-dire par multiplication végétative que des parcelles génétiquement homogènes pourront être obtenues offrant ainsi la possibilité d'une exploitation tout à fait rationnelle.

Les premiers essais de bouturage du sapin de Nordmann ont porté sur l'époque de prélèvements des ramets : les boutures à bois qui s'effectuent de novembre à février, les boutures herbacées de juin et celles d'octobre ou semi-dormantes.

Les boutures prélevées en octobre-novembre et placées au froid (+4°C) pour 4 à 8 semaines avant leur insertion, nous ont donné 35 % d'enracinement à partir d'ortets âgés de 12 ans. Ce type de boutures semble intéressant parce qu'elles seraient moins soumises aux phénomènes de polymorphisme rencontrés chez d'autres, mais cela reste à confirmer.

Les plus grands espoirs de résoudre les problèmes de multiplication végétative en masse des clones sélectionnés d'*Abies nordmanniana* reposent toutefois sur les technologies modernes de multiplication "in vitro" et plus particulièrement sur l'embryogenèse somatique. Chez le Nordmann, le bouturage viendra compléter judicieusement les techniques modernes de multiplication, dont nous savons que le passage "in vitro" peut être inducteur de juvénilité.

Le processus d'embryogenèse somatique est parfaitement maîtrisé pour plusieurs lignées jusqu'à la phase de maturation des embryons. Avec les lignées de référence, les conditions de germination sont en voie d'être optimisées et l'acclimatation des premiers embryons somatiques est en cours.

Afin de préserver la compétence embryogène de nos lignées, il a été nécessaire de définir une technique de cryoconservation. Actuellement, quinze lignées sont placées dans l'azote liquide.

Utilisation de la culture in vitro pour l'étude de problèmes de floraison de ligneux fruitiers.

Ugarte-Ballon C.*, Magein H, Ph Druart (*CTB)

La production de certaines espèces fruitières est affectée par des conditions défavorables à la transition florale. Chez le cerisier par exemple, des perturbations intervenant pendant l'initiation florale conduisent à un développement ultérieur de fruit malformés. Une nouvelle étude a été entreprise en ce sens dans le cadre d'un Doctorat, sur base des récents progrès obtenus avec la floraison *in vitro* de Rosacées. Les premiers objectifs fixés sont de tenter de transposer sur des vitroplants, les conditions favorisant la formation de bourgeons floraux en utilisant comme références plusieurs espèces ornementales connues pour leur facilité de floraison et de déterminer en parallèle les facteurs climatiques inadaptés sur des arbres poussant en Bolivie. Les premières fleurs ont été obtenues sur une variété de rosier élevée *in vitro*.

Ce travail est réalisé en collaboration avec le Professeur P. Du Jardin (FUSAGX).

Développement de méthodes de multiplication conforme chez la chicorée «Witloof» et chez l'artichaut.

Hajji M.* (* RW-DGA)

La possibilité d'induire l'apparition de nodules organogènes sur les feuilles de chicorées Witloof cultivées *in vitro* a servi de base au développement d'une méthode de micropropagation basée sur la nodulation. Des résultats encourageants ont pu être obtenus avec cette technique pour toutes les lignées testées, mais ses performances restent très variables d'une lignée à une autre.

La multiplication via les nodules requiert, dans l'état actuel, de nombreuses manipulations (notamment au niveau de l'obtention des nodules sur les feuilles). Toutefois, la possibilité d'obtenir une nodulation secondaire a pu être démontrée, et permet d'envisager une réduction considérable des besoins en main-d'œuvre pour la multiplication par cette voie.

De plus, les nodules peuvent être utilisés pour la conservation *in vitro* des lignées de chicorée maintenues par un obtenteur : les nodules peuvent être conservés, attachés aux feuilles, pendant plus de 6 mois sans manipulations supplémentaires, puis mis à germer pour former des nodules secondaires qui peuvent eux-même être conservés *in vitro*.

Les travaux menés sur la micropropagation axillaire de l'artichaut ont permis d'améliorer fortement les performances de la méthode, par optimisation des milieux de culture. Parallèlement, l'approche de type «modélisation» appliquée à cette espèce a conduit au développement d'une méthode de multiplication extrêmement efficace (par la réduction des besoins en main-d'œuvre et l'augmentation des performances de prolifération), qui a pu être appliquée aux différentes lignées en test.

Création de nouveaux génotypes de Prunus et de Malus par la culture in vitro: organogénèse, embryogénèse somatique, protoplastes, transformations génétiques, variation somaclonale.

Ph Druart

1. Etude de la compétence à la régénération.

Contrairement à ce que la littérature peut laisser croire, le contrôle de la régénération constitue encore l'une des causes principales limitant l'efficacité des protocoles de transformation génétique chez les ligneux fruitiers. Une meilleure connaissance des circonstances d'induction et d'initiation est recherchée en bourgeonnement adventif chez le pommier et en embryogenèse somatique chez *Prunus*.

Suite aux échecs répétés de transposition à d'autres *Prunus* de l'embryogenèse somatique mise au point chez *Inmil* (*P. incisa x serrula*), nous avons vérifié le comportement de la descendance de ce génotype.

Des embryons zygotiques issus de pollinisation libre ont ainsi été mis à germer *in vitro* et les semis ont été propagés. Quatre des cinq lignées ont formé des embryons somatiques sur les racines selon la procédure utilisée à l'origine pour

Inmil. Les cinq lignées se sont révélées embryogènes sur des racines de seconde génération. Une analyse cytométrique pratiquée sur les différentes origines d'embryons somatiques n'a révélé aucune variation génétique.

C'est à notre connaissance, la première fois que le caractère héréditaire de la compétence à l'embryogenèse somatique est démontré chez *Prunus*.

2. Culture de protoplastes chez *Prunus sp.*

Les protoclones du porte-greffe 'Inmil' (*P. incisa x serrula*) transférés en pépinière paraissent phénotypiquement semblables et se comportent comme les plants témoins. Les observations se poursuivront jusqu'à la floraison.

Par contre, la régénération de protocals de *Damil* (*P. dawycensis*) a échoué. Les essais ont temporairement été interrompus.

3. Diversité génétique chez les pommiers aneuploïdes.

Le sauvetage des embryons aneuploïdes *in vitro* assure la survie de ces génotypes instables tandis que le microgreffage *ex vitro* permet d'évaluer leur comportement au verger avant de considérer ceux-ci comme des géniteurs potentiels. Les essais menés au cours de ces deux années ont donc confirmé qu'en recourant aux techniques de culture *in vitro*, les aneuploïdes de pommiers pouvaient constituer une source de variabilité génétique exploitable au travers de programmes d'amélioration génétique classique.

4. Variation somaclonale pour la couleur des fruits et le port de l'arbre chez le pommier.

Suite au succès de la variation de la couleur de l'épiderme des fruits obtenu chez Jonagold, une première méthode de criblage des régénérants a été mise au point sur les microboutures élevées *in vitro*. Elle permettrait de distinguer un clone produisant des fruits à dominante rouge d'un autre clone dont les fruits sont à dominante verte au moment même de la récolte. Un nouveau programme de variation somaclonale a été engagé avec le cultivar Pinova afin de vérifier les conditions d'induction de ce type de variation somaclonale et de confirmer la méthode de présélection *in vitro*. Les principaux candidats variants ont été établis en serre par microgreffage *ex vitro* sur M9 type KI 29.

Les essais préliminaires de bourgeonnement adventif ont été réalisés avec le cultivar «Boskoop spur» en vue d'observer la variation potentielle du mode de croissance à partir du comportement de régénérants provenant de feuilles.

5. Transformation génétique par l'intermédiaire d'*Agrobacterium rhizogenes*.

Les clones d'*Inmil* (*P. incisa x serrula*) transformés avec les gènes *rol A, B, C d'A. rhizogenes* survivent difficilement plus de trois ans lorsqu'ils sont élevés en pots en serre. Le problème se situe au niveau du système racinaire. La reprise de croissance se limite au débourement des bourgeons végétatifs. Des racines transformées d'*Inmil* et de *P. avium* «Summit» sont maintenues en subcultures *in vitro*

pour des essais de régénération. Par ailleurs, nous avons été sollicités pour participer à la mise au point d'un processus de transformation génétique chez le marronnier (*Aesculus hippocastanum*) dans le cadre d'une collaboration avec le Professeur L. Radojevic de l'Institut de Recherche Biologique 'S. Stankovic' de Belgrade (Serbie-Montenegro). L'objectif est d'obtenir des lignées tissulaires présentant un grand potentiel de croissance en vue de produire des métabolites secondaires largement utilisés dans l'industrie pharmaceutique.

Le fraisier, modèle pour l'analyse des causes des altérations durables des caractéristiques agronomiques induites par la culture in vitro : approche protéomique de la floraison du fraisier in vitro.

Mauro S.* (*MRW)

Les conditions de culture *in vitro* utilisées pour l'assainissement ou la multiplication d'espèces d'intérêts agronomiques sont susceptibles de modifier les comportements *ex vitro* attendus. Chez le fraisier la mémoire des cycles de multiplication réalisés à concentrations élevées en benzylaminopurine se manifeste par une hyperfloraison: les fruits produits ont des calibres incompatibles avec leur commercialisation. Un système *in vitro* adapté aux contraintes d'une analyse protéomique est en phase d'optimisation. Le choix d'un système *in vitro* a été déterminé par la facilité, l'homogénéité et la flexibilité des conditions de production du matériel végétal. Dès lors, le développement d'une approche protéomique nécessitait la rencontre de deux préalables:

- la conservation *in vitro* des capacités de perception et de transduction du signal déterminant la transition de l'état végétatif à l'état reproducteur;
- la possibilité d'isoler les méristèmes.

Les plantules de fraisier de la variété Gento nova, produites dans les conditions standards développées au département, conservent *in vitro* leur sensibilité vis à vis de la photopériode (Fig.1).

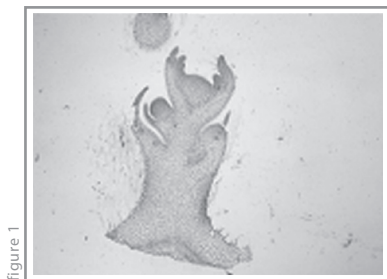
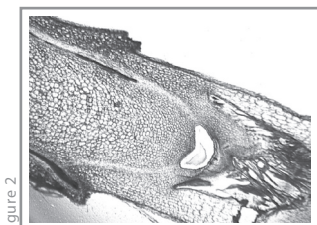


Figure 1: Ébauche florale (inflorescentielle) observée sur plantules de fraisier après une induction de sept jours avec une photopériode de huit heures. (Fig.1)

Figure 2: L'isolement des méristèmes a été réalisé par microdissection assistée par laser. (Fig.2)



Microdissection assistée par laser. La dissection du méristème apical est réalisée sur tissu frais et non fixé.

Ce projet est réalisé en collaboration avec Sandy Jacobs (Lab. of Neuroplasticity and Neuroproteomics, K.U.Leuven. Naamsestraat 59. B-3000 Leuven).

Développement de méthodes innovantes en culture in vitro.

Terzi JM*, Iwangou G** (*MRW, **CTB)

Nous poursuivons le développement du concept de modélisation au laboratoire.

Celui-ci peut être défini et compris comme la mise en œuvre et la combinaison d'un ensemble de techniques de multiplication permettant une grande souplesse de travail, une diminution importante des coûts de production et s'avérant particulièrement intéressant pour la production de plantes à grande échelle. Les principaux atouts recherchés sont : taux de prolifération très élevé, suppression de certaines étapes, réduction du nombre de manipulations, stockage à long terme...

En utilisant des protocoles et des conditions d'environnement radicalement différents de ceux généralement utilisés, nous avons pu apporter des solutions intéressantes à la multiplication *in vitro* d'espèces récalcitrantes (caractérisées par un faible taux de prolifération, mauvais enracinement, coût de production élevé, vitrification).

Le Pélagonium et le cyclamen, ayant fait l'objet de travaux depuis plusieurs années, en sont 2 exemples. Les travaux effectués jusqu'à ce jour, nous ont permis de mettre en évidence les potentialités d'un tel système. Le schéma présenté ci-dessous illustre les résultats obtenus après 4 mois de culture :

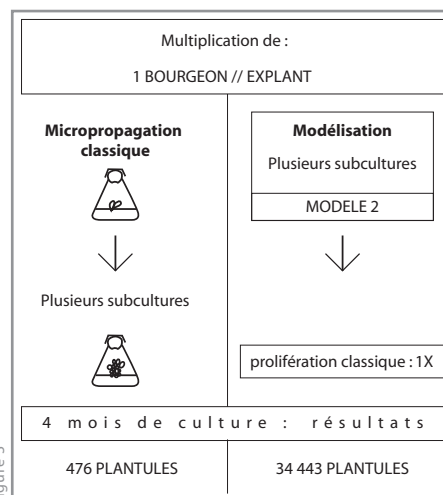


Figure 3

Comparaison de la technique classique et d'un modèle.

Dans le cadre de conventions de collaboration avec différents partenaires publics et privés, cette approche a été étendue à un diverses espèces :

- Pélagonium, Impatiens de Nouvelle Guinée :

les résultats obtenus depuis plusieurs années de recherches avec la modélisation permettent actuellement de mettre à disposition des horticulteurs un matériel végétal pouvant répondre à

de nouveaux critères, notamment, miniaturisation des pieds-mères et production plus importantes de boutures par cycles de prélèvement. Les partenariats établis permettent de disposer d'une information en retour de l'horticulteur, susceptible de contribuer à l'évolution et à l'adaptation des protocoles existants.

Pour l'Impatiens, une multiclone de 13 génotypes est travaillée. Chez le Pélagonium, nous travaillons sur 10 génotypes différents.

- Dipladénia : Cette espèce présente un défaut de floraison suite à son passage *in vitro*.

Les plantes issues du laboratoire étant destinées à devenir des pieds-mères, les outils développés au laboratoire doivent permettre d'apporter un gain de productivité et un gain de qualité tout en maintenant l'aptitude de la plante à la floraison.

- Vanille : Des travaux de prospection, ainsi qu'une approche des possibilités de modélisation, sont en cours.

- Une «Multiclone» d'espèces ornementales diversifiées est travaillée dans le cadre de la modélisation : *Verbena, Primula, Vinca, Calibrachoa, Dianthus, Lisiantus, Lysimachia, Plectranthus, Sanvitalia, Scaevola*.

Développement de la culture de fraises et petits fruits ligneux en Wallonie.

Farvacque S.*, Magein H. (* RW-AR258 / APE)

En Wallonie, la production de petits fruits est essentiellement destinée à la vente de proximité (vente à la ferme, bord de route, ...) et à la transformation. Les essais variétaux, phytotechniques et de lutte intégrée menés au sein du centre expérimental et démonstratif du Département devraient apporter aux producteurs de fraises et de petits fruits ligneux des connaissances supplémentaires à la maîtrise de ses cultures complexes.

1. Protection intégrée des cultures.

Plusieurs approches de protection intégrée contre différents ravageurs des cultures de fraises et de petits fruits ligneux sont à l'étude au département. Une étude a porté sur une comparaison entre la protection intégrée et la protection chimique raisonnée contre le thrips, l'acarien tisserand et le puceron en culture de variétés remontantes. Etude qui montre une bonne efficacité des auxiliaires introduits au sein du tunnel intégré durant la culture par rapport à la protection chimique raisonnée où l'on observe une résistance marquée des ravageurs vis à vis des produits phytosanitaires.

2. Etude de nouvelles variétés remontantes.

Plusieurs variétés de fraises (variétés précoces, tardives et remontantes) et de petits fruits ligneux (framboisiers, groseilliers, cassis et ronce) possédant des caractéristiques agronomiques intéressantes pour la production et la commercialisation en région wallonne sont testées afin d'élargir la gamme proposée aux producteurs.



Création de vergers intensifs.

Magein H.

1. Elargissement de l'assortiment variétal chez le cerisier.

Les évaluations de 11 variétés ont été finalisées et poursuivies pour 35 autres variétés.

Greffage de 10 nouvelles sélections d'origine anglaise (3) et américaine (7).

Nous avons proposé une sélection de 9 variétés à conseiller pour amateur basée sur un tri indépendant du calibre

4. Sélection de sujets porte greffe nanisants chez le prunier.

La première analyse de vigueur de la descendance de *Prunus bokhariensis* greffée en 1999 avec la variété R.C. d'Althan a été réalisée par rapport à celle engendrée par St Julien ou Brompton. En fin de troisième année, seulement trois génotypes présentent une vigueur inférieure à celle de St-Julien et près de la moitié des génotypes sont plus vigoureux que Brompton. 21 génotypes supplémentaires issus de la même descendance ont été greffés en 2003 et 2004.

greffe, les drageons sont apparus en 4ème année puis se sont généralisés progressivement aux pieds de chaque arbre. Les fruits récoltés sur les variétés greffées sur Ishtara sont d'une part de maturité plus avancée et d'autre part présentent un poids moyen 10 à 15% supérieurs à ceux du témoin. Cependant les variétés greffées sur Ishtara présentent toute l'année un feuillage plus clair et les arbres de cette association de greffe sont très sensibles au vent. En effet, quasi la totalité des arbres greffés sur Ishtara étaient couchés au terme de l'essai, montrant le faible ancrage de ce porte-greffe.

Les rendements cumulés (kg/arbre) obtenus au cours de la période 1998-2004 pour la variété Reine Claude montrent également que la production des arbres greffés sur Ishtara est significativement plus faible.

Phytotechnie des productions fruitières issues des techniques de biotechnologie.

Magein H.

1. Comportement des variants somaclonaux de pommiers.

L'évaluation de la variabilité d'expression de la couleur des fruits de lignées correspondant à différents événements de régénération de bourgeonnement adventif induit sur les feuilles d'un mutant de Jonagold cultivé *in vitro* a été poursuivie.

Les premiers fruits ont été récoltés sur le site de Gembloux sur les 17 lignées identifiées en 2000 comme présentant des caractéristiques particulières et replantées en plusieurs exemplaires afin de cerner la répétabilité et la stabilité de ces caractères.

Les lignées retenues notamment pour la précocité de la coloration du fruit (apparaissant plus de 2 semaines avant la période normale de maturité du cultivar d'origine) ont confirmé cette caractéristique ; leur coloration apparaît rouge foncé fortement striée à maturité et concerne quasi 100% de la surface de chaque fruit.

Les caractères de forme allongée, de couleur unie (non striée) et de fermeté du fruit se maintiennent tant au cours des années (1999-2004) que sur les arbres destinés à étudier la répétabilité et la stabilité.

Par contre, la couleur de fond ainsi que la

coloration rouge de la majorité des clones est sérieusement influencée par les conditions climatiques mais aussi par l'âge des arbres. Nos observations démontrent la possibilité de modifier certaines caractéristiques agronomiques des fruits au travers d'une variation somaclonale induite *in vitro* à des tissus

foliaires. Les observations de répétabilité et de stabilité seront poursuivies au moins une année de plus.

Suivant la même technique, des variants de la variété Pinova sont en préparation.

tableau 1

Variété	Ecart récolte J. après Burlat	Poids fruit (g)	Fermeté	Eclatement (%)	Pourriture (%)	Sucre (°Brix)
Annabella	15	7,1	34,1	5,6	1,7	17,5
Castor	21	9,1	21,4	16,1	2,7	17,9
Helshoven	11	5,5	19,7	6,6	3,2	17,4
Regina	31	8,3	16,6	8,9	8,4	20,5
Sam	16	7,5	17,8	10,8	3,6	16,5
S. Ghijssens	26	8,4	10,2	10,7	5,6	19,8
Star	18	7,5	18,4	8,9	2,5	17,6
Ulster	17	7,8	13,7	19,7	3,4	17,3
Kordia	24	8,8	10,7	15,8	7,5	18,3

tableau 2

Variété	Ecart floraison J. / Burlat	Aspect	Pollinisateurs
Annabella	3	pleureur	Castor, Schneider
Castor	3	1/2 érigé	Corum, Early rivers
Helshoven	-2	pleureur	Schneider
Regina	9	érigé	Sam, Sylvia, Annabella, Schneider
Sam	6	1/2 érigé	Hedelfinger, Sam, Schneider
S. Ghijssens	3	1/2 étalé	Schneider
Star	6	étalé	Hedelfinger, Kordia
Ulster	-1	étalé	Van, Burlat, Hedelfinger
Kordia	-2	1/2 étalé	Regina, Hedelfinger, Schneider

2. Conservation des ressources génétiques en Prunus.

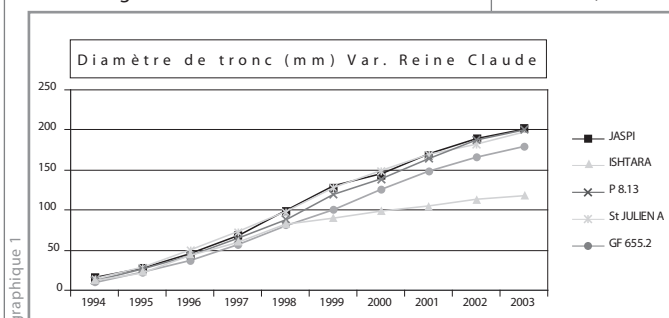
La collection de *Prunus* du Département compte actuellement 398 accessions, dont 263 variétés fruitières (acides et douces) et 135 variétés ornementales.

La collection de *Prunus* ornementaux dont les premières introductions datent de 1962 et reprise au programme de l'IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources), est en cours de renouvellement; 67 variétés ont été greffées sur F12/1. 73 variétés fruitières de cerisiers ont été également greffées sur Damil® dans le but de maintenir l'intégrité de la collection tant dans l'optique de conservation des ressources que dans celle de référence d'identité certifiée.

3. Elargissement de la gamme des sujets porte greffe nanisants chez le cerisier.

L'évaluation de la croissance et du potentiel fructifère des 28 candidats potentiels comme nouveaux sujets porte-greffe nanisants au sein de la descendance de Damil®, identifiés sur leur précocité de formation de bouquets de mai, a été poursuivie.

L'année 2004 clôture les observations dans le cadre de l'essai international de sujets porte-greffe installé dans nos vergers en automne 1993. Les porte-greffe Jaspé (France), Ishtara (France), P 8.13 et GF655/2 (France) étaient comparés à St Julien et étaient greffés des variétés Reine Claude 1119 et Wignon.



Le porte greffe Ishtara se montre de vigueur inférieure (environ 40%) au témoin St Julien, tandis que les autres porte-greffe montrent une variation de moins de 10% par rapport au témoin. Ce même Ishtara n'a pas développé pas de drageons au cours de l'essai tandis que sur les autres porte-

2. Multiplication végétative d'indicateurs à destination des techniques d'indexage.

Les essais de bouturage sous brouillard ont porté sur 7 indicateurs et plusieurs époques de prélèvement (d'avril à août) à partir de plants miniaturisés issus de culture *in vitro*.

Les poiriers s'enracinent lentement; A20 et Doyenné du Comice atteignent cependant un taux de réussite de l'ordre de 80% pour un bouturage très hâtif.

Le bouturage de Shirofungen et de Spy ne pose plus de problème et réussit à plus de 80% quelle que soit l'époque.

L'époque de prélèvement est plus importante pour les derniers indicateurs; ainsi Krikon réagit mieux au bouturage hâtif (92%), et l'enracinement de Pozzegazza atteint 60% à partir de juin.

Multiplication végétative d'essences ligneuses pour la renaturation des berges.

Gruselle R.* (* RW-DGRNE / Interreg)

A la demande des responsables de la gestion des cours d'eau (MRW – DGRNE – Division de l'Eau), un programme de production de ligneux intervenant dans la protection et la stabilisation des berges a été entrepris. L'objectif est d'atteindre un bon compromis entre la résolution des problèmes purement hydrauliques et la sauvegarde de la biodiversité. Les 3 essences retenues sont, par ordre décroissant de priorité, l'aulne (*Alnus glutinosa*), le saule (*Salix sp.*), et le frêne (*Fraxinus excelsior*). Afin de garantir un maximum de biodiversité, la prospection et la fixation de différents écotypes d'aulne ont été entreprises et se poursuivent dans l'ensemble de la Wallonie. Au total, 26 provenances d'aulne ont été fixées, chaque provenance comportant 5 à 15 clones.

Au cours de l'hiver 2003-2004, 20 provenances de saule, chacune comportant au minimum 10 clones, ont été récoltées sous forme de rameaux dormants. Après conservation en chambre froide, l'ensemble de ce matériel végétal a été bouturé à l'extérieur.

La fixation du frêne à partir de rejets de souche est plus difficile. Environ 10 clones issus de 3 provenances ont pu être fixés par bouturage en vert. A partir des clones d'aulne fixés en 2003, un début de multiplication a été entrepris au cours de l'été 2004.

La DGRNE est désireuse d'élargir les époques de plantation. Le transfert des plants le long des berges doit se faire lorsque celles-ci sont accessibles et lorsque le danger d'inondation est minimum afin de ne pas hypothéquer la reprise des arbres.

Dans ce but, des plançons de saule, des plants enracinés d'aulne, de saule et de frêne ont été conservés à +2°C et -2°C jusqu'au début juillet. Transplanté à cette date le long des berges, le matériel végétal a eu une excellente reprise. La température de conservation ne semble pas avoir une influence ni sur le taux de survie ni sur la croissance ultérieure; des tests complémentaires sont néanmoins nécessaires.

Depuis le 1er août 2004, ce travail se poursuit sous forme de projet européen Interreg III Wallonie – Lorraine – Luxembourg. Ce projet est géré par notre Département. En aulnes, 4 provenances luxembourgeoises et 1 provenance française sont en cours de fixation dans nos serres.

6.2. Recherches en biologie moléculaire dans les domaines de l'amélioration des plantes de grande culture et des cultures fruitières et maraîchères, de la phytopathologie et de la microbiologie du sol.

Introduction de gènes de résistance aux maladies et de modification de la croissance chez les espèces fruitières.

Watillon B, Magein H.

La croissance des lignées de pommier transgéniques exprimant le gène KNP1 (gène à homéoboîte appartenant à la famille «knotted1») a été observée sur les plantes cultivées en serre. Les transformants ont été installés en pots sous serre «insect proof» et munis d'un système d'irrigation automatique.

Ces observations ont permis de confirmer l'existence de modifications significatives de la croissance (notamment en terme de longueur moyenne des entrenoeuds et de longueur moyenne des ramifications). De plus, la formation de fleurs et de fruits a pu être obtenue chez deux des lignées transformées. Pour l'une de celles-ci, les fruits formés présentent d'importantes altérations de la forme (développement d'un pédoncule charnu).

Une dizaine de lignées transformées surexprimant de manière constitutive un gène codant pour une protéine de paroi de type «Hydroxy Prolin Rich Protein» de la famille des extensines ont également été obtenues et observées quant à leur croissance en serre. Chez diverses espèces végétales, les protéines appartenant à cette famille seraient impliquées dans la réponse aux stress biotiques et abiotiques.

Aucune anomalie significative de la croissance et du développement n'a été observée chez ces lignées. Leur résistance à la tavelure a été mesurée par rapport à la variété d'origine «Jonagold», en collaboration avec l'équipe du Département Lutte biologique et ressources phyto-génétiques, par inoculation en conditions contrôlées (banc d'inoculation). Une réduction limitée mais significative de la sensibilité au pathogène étudié a pu être mise en évidence chez deux de ces lignées, et cela malgré les conditions d'inoculation très favorables au développement du pathogène. L'opération sera répétée au cours de 2005.

Transformation génétique du froment

Delporte F* et Jacquemin JM (*MRW)

1. Transformation de variétés commerciales de blé panifiable avec des gènes associés à la résistance aux maladies.

La lutte contre les maladies virales des plantes est malaisée, car il n'existe pas de produit de traitement contre les virus. Depuis longtemps, l'homme sélectionne des variétés pour leur résistance naturelle à ces agents. Les biotechnologies offrent une voie alternative pour le développement de variétés résistantes via la synthèse dans la plante de molécules anticorps qui neutralisent l'infection virale, ou du moins diminuent l'accumulation des particules virales, atténuent l'incidence de l'infection et retardent le développement des symptômes.

Au sein des maladies virales, le groupe des potyvirus comprend le plus grand nombre de phytovirus qui infectent les plantes cultivées et occasionnent des préjudices économiques importants. Nous appliquons la technologie de transformation pour introduire chez le blé des séquences codant pour des anticorps spécifiques de potyvirus, en vue de développer cette stratégie alternative de lutte contre les infections virales d'ores et déjà appliquée avec succès chez d'autres plantes.

2. Développement des techniques de culture de tissus et de transformation génétique par la méthode "biolistique" en vue de leur application à l'amélioration des céréales.

La transformation génétique du froment reste problématique et délicate. Un second objectif est le développement d'un procédé de transformation alternatif simple et fonctionnel.

Les résultats acquis selon notre procédé sont prometteurs car supérieurs à ceux obtenus selon le procédé décrit dans la littérature. Notre modèle se révèle particulièrement attractif pour la transformation du blé ainsi que d'autres céréales. Des études supplémentaires sont requises pour la compréhension des déterminants biologiques de l'aptitude à la transformation et au «silencing» des transgènes, études dont l'aboutissement sera d'un grand intérêt pour tout travail de manipulation génétique des végétaux.

Identification et caractérisation biologique et moléculaire de *Pseudomonas syringae* et de *Xanthomonas fragariae*

A. Bultreys* (*MRW)

1. Etude des pyoverdines des *Pseudomonas fluorescents*

Suite à une collaboration avec les laboratoires des Professeurs Budzikiewicz de l'Université de Cologne et Wathelet de la FUSA de Gembloux, les structures chimiques fines des formes lactoniques des pyoverdines originellement produites par *Pseudomonas syringae* et *Pseudomonas cichorii* ont été établies. Ces deux pyoverdines ne diffèrent que par la substitution d'une sérine par une glycine dans la chaîne peptidique. Cette substitution d'un petit acide aminé neutre n'influe pas sur la reconnaissance de ces pyoverdines par leur récepteur membranaire respectif car les deux espèces incorporent chacune des pyoverdines. Par contre cette petite différence est détectable par le test HPLC développé au CRA-W. Ce test a permis de confirmer sur plus de 500 souches la constance de la pyoverdine produite au sein de *Pseudomonas syringae*.

2. Diversité des souches de *Pseudomonas syringae* isolées de vergers gembloutois

Pseudomonas syringae a été retrouvé en abondance, et dans toute sa diversité, au sein de quelques vergers de poirier, cerisier doux, cerisier acide et prunier de la région de Gembloux et de Gorsem. Les deux principaux pathovars de l'espèce connus sur ces cultures, les pathovars *syringae* et *morsprunorum*, les deux races du pathovar *morsprunorum*, mais aussi, de façon plus étonnante, des souches de *Pseudomonas syringae* de pathovars indéterminés et de *Pseudomonas viridiflava* atypiques ont été trouvés en tout à 169 reprises dans ces vergers. Les pathogènes ont montré une grande diversité dans les dégâts parfois graves qu'ils pouvaient occasionner, ainsi que des spécialisations apparemment différentes selon les cultures.

3. Caractérisation des bactéries de quarantaine *Xanthomonas fragariae* isolées en Wallonie.

Xanthomonas fragariae est une bactérie de quarantaine qui pénètre en Belgique via des plants de fraisier contaminés issus essentiellement de France et des Pays-Bas. Une collection de souches isolées en Belgique au CLO et au CRA-W a été comparée à des souches d'origine française, hollandaise ou variée, dont certaines appartenaient à des groupes génétiques définis. Les souches belges se sont avérées appartenir à des groupes génétiques variés. Des diversité génétiques importantes ont été mises en évidence parmi les souches d'origine française et hollandaise. On ne trouve généralement pas par rep-PCR de différences claires entre les souches des deux origines. La RAPD permet de suivre des souches individuelles, mais elle n'est pas informative pour déterminer l'origine d'une introduction en raison des profils trop spécifiques obtenus et de la nécessité d'analyse de souches de référence françaises et hollandaises additionnelles. Les résultats indiquent des introductions multiples et fréquentes du pathogène de quarantaine dans les pays européens via des plants contaminés.

Amélioration de la lutte contre les bactérioses en Wallonie

F. Legros*, A. Bultreys** (* RW-DGA, **MRW)

Des techniques optimisées de diagnostic de *Pseudomonas syringae*, de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* et pv. *morsprunorum* race 1 et 2 ainsi que d'*Erwinia amylovora* ont été développées et sélectionnées. Sur ces bases, des techniques d'identification accélérées utilisant notamment la Bio-PCR ont été mises au point en vue d'offrir un service de diagnostic performant et fiable au secteur horticole. Des collections de 501 nouvelles souches appartenant au groupe de *Pseudomonas syringae* et de 41 nouvelles souches d'*Erwinia amylovora* ont été établies suite à 235 collectes en vergers fruitiers dans toute la Wallonie. L'analyse de ces souches a confirmé les diversités de souches et de symptômes observés auparavant dans des vergers de Gembloux et elle a mis d'autres diversités en évidence. L'implication éventuelle de *Pseudomonas syringae* dans plusieurs cas litigieux en vergers a été précisée. Enfin, des sensibilités

de variétés agronomiquement intéressantes ont été évaluées par des tests originaux ou déjà mis au point. Certaines variétés significativement plus sensibles ou plus résistantes ont été définies dans plusieurs cas.

Détection et caractérisation de pathogènes bactériens en horticulture fruitière

V. Gilbert*, A. Bultreys** (* RW-DGA, ** MRW)

Les maladies provoquées par *Pseudomonas syringae* et *Erwinia amylovora* présentent des risques importants pour plusieurs cultures fruitières en Belgique. Une étude des caractères phénotypiques et génétiques des souches belges de ces pathogènes en vergers fruitiers (pommiers, poiriers, cerisiers, pruniers) est réalisée en vue d'améliorer, d'affiner et d'accélérer leur identification et leur détection. Quatre cents souches de *Pseudomonas syringae* ont été analysées à ce jour. Les caractères phénotypiques pris en compte ont été les phytotoxines, les sidérophores et les bactériocines. En ce qui concerne la caractérisation génétique, des analyses de type PCR ont révélé une centaine de profils différents. Ces profils permettent de différencier les souches entre et au sein des pathovars. Ceci démontre d'une part qu'il est difficile de lutter contre cette espèce étant donné sa diversité, et d'autre part que ces profils permettront peut-être d'identifier les souches les plus virulentes. Des analyses génétiques de type PCR, seules utilisées à ce jour, d'une cinquantaine de souches d'*Erwinia amylovora* isolées en Belgique ont montré que ces souches sont beaucoup plus homogènes.

Etude de l'implication du transporteur NpABC1 dans la réponse de *Nicotiana* à un pathogène

A. Bultreys* (*MRW)

Les plantes répondent différemment à la présence d'un organisme étranger selon la perception qu'elles en ont. Les différentes voies de défense ainsi activées font intervenir un nombre important de gènes. Le laboratoire du Professeur Boutry (UCL) s'est intéressé au rôle joué par le transporteur ABC NpABC1 de *Nicotiana plumbaginifolia* dans la résistance de la plante. Dans ce cadre, différents modèles bactériens ont été envisagés au CRA-W pour préciser quelles étaient les éventuelles bactéries inductrices et pour aider à préciser quelles étaient les réponses induites. NpABC1 a été induit en présence de bactéries non pathogènes et pathogènes du tabac, mais les souches pathogènes contre lesquelles *Nicotiana plumbaginifolia* développe une réaction d'hypersensibilité (HR) n'induisent pas NpABC1. Ces observations et des analyses réalisées dans le laboratoire du Prof. Boutry ont permis de démontrer l'implication de NpABC1 dans la voie de défense de l'acide jasmonique. Des essais utilisant des plantes transgéniques et les pathogènes *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, *Erwinia carotovora* et *Botrytis cinerea* ont montré que des plantes réprimées dans l'expression de NpABC1 étaient plus sensibles à au moins un pathogène.

Analyse fonctionnelle de l'interaction *Phytophthora infestans* - *Solanum tuberosum* pendant la phase biotrophe de la colonisation.

Mauro S.*, Muhovski Y** (* MRW, ** RW-DGA)

Les mécanismes naturels de défense des végétaux sont généralement analysés dans le contexte des modèles développés pour la réaction hypersensible (HR) et la réaction systémique induite (SAR). Dans leur présentation la plus simple, ces modèles associent l'activation des mécanismes de défense à la reconnaissance d'une des protéines synthétisées par le pathogène lors de la phase initiale de l'infection. En l'absence de cette reconnaissance, une relation compatible s'installe; elle permet au pathogène d'exploiter le métabolisme de l'hôte.

Les modalités des ajustements métaboliques liés à la colonisation sont peu documentées. Dans le cas du pathosystème *Phytophthora infestans* / *Solanum tuberosum* var *Bintje*, des mesures d'activités photosynthétiques, réalisées pendant la phase biotrophe, ont montré un renforcement de l'activité des photosystèmes concomitant à une réduction des capacités de dégagement d'oxygène. Ces résultats, suggèrent la mise en place de puit(s) énergétique(s) alternatif(s). L'hypothèse d'une activation des voies métaboliques liées à la chlororespiration a été testée et confirmée: une transcription accrue des ARNm de la sous unité F de la NADH déhydrogénase (Ndh) chloroplastique est observée pendant la phase initiale de la colonisation. Ce travail est réalisé en collaboration avec le Prof. Bartolomé Sabater (Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, 28871-Madrid. Spain).

Génomique appliquée au métabolisme de l'inuline chez la chicorée

Mingeot D*, Watillon B. (* MRW)

Un projet de génomique de la chicorée est mené en partenariat avec les FUNDP, l'UCL et la FUSAGx. Ce projet vise à étudier les modifications d'expression du génome dans la racine de chicorée durant une saison de culture. Cette étude devrait permettre de mettre en évidence les mécanismes impliqués dans le métabolisme des sucres et de développer, à partir de là, des outils moléculaires de sélection de variétés performantes de chicorée. Des échantillons de racines ont été prélevés en champ à intervalles réguliers. A partir de ces échantillons, dix banques ADNc d'ARNm, représentatives de 10 stades de développement différents, ont été construites. Le séquençage partiel d'un millier de clones par banque est en cours: nous disposons à l'heure actuelle d'environ 9000 EST (Expressed Sequence Tags). Des études de protéomiques sont effectuées en parallèle à partir des mêmes échantillons de chicorée. La contribution du CRA-W au projet se situe au niveau de la génomique: construction de banques, participation au séquençage. Ce projet est réalisé en partenariat avec les équipes de recherche universitaires suivantes :
- FUNDP: Unité de recherche en Biologie cellulaire végétale
- FUSAGx: Unité de Chimie biologique industrielle
- UCL: Unité de Biochimie physiologique

Identification variétale par marqueurs moléculaires d'espèces majeures cultivées en Belgique (pomme de terre, fraisier, plantes fruitières ligneuses...)

Mingeot D.* (*MRW)

Dans le cadre de ce projet, l'objectif du département de biotechnologie est de développer l'usage efficace et en routine des marqueurs moléculaires pour l'authentification variétale d'espèces commercialisées en Belgique. Dans cette perspective, les points suivants sont étudiés: optimisation des protocoles d'extraction d'ADN, choix pour chaque espèce de l'assortiment de marqueurs le plus adéquat (reproductibilité, pouvoir de discrimination), constitution de bases de données d'empreintes génétiques afin de pouvoir identifier par comparaison le plus grand nombre de variétés possible.

Différents projets sont menés, dédiés à différentes espèces. Ainsi, l'utilisation de marqueurs AFLP et microsatellites en fruitiers ligneux a conduit à l'obtention d'empreintes génétiques d'un certain nombre de variétés de référence tant en pommiers qu'en poiriers, pruniers et cerisiers. De même, des travaux d'identification variétale sont menés en pomme de terre par marqueurs microsatellites et en fraisier par marqueurs AFLP et microsatellites (en collaboration avec la Section «Systèmes agricoles»).

Dans le cadre de l'authentification de variétés de pomme de terre par marqueurs microsatellites, le laboratoire vise l'obtention d'une accréditation selon la norme ISO 17025.

Mise au point d'une méthodologie de mise en évidence de marqueurs moléculaires basée sur les rétrotransposons chez le pommier.

Arezki O.*, Watillon B. (* RW-DGA)

Ce projet a pour objectif le développement de techniques innovantes de marquage moléculaire chez le pommier. Il repose sur la mise en évidence préalable d'un rétrotransposon de type *copia* dans le génome du pommier.

Deux techniques ont été retenues et adaptées à l'obtention d'empreintes génétiques polymorphes et reproductibles chez le pommier : la S-SAP («Sequence-Specific Amplification Polymorphism») et la RE-MAP («Retrotransposon-Microsatellite Amplified Polymorphism»). La S-SAP est essentiellement dérivée de l'AFLPTM et repose sur l'utilisation d'amorces correspondant aux régions conservées du rétrotransposon (les extrémités «LTR») lors de la seconde phase d'amplification de l'ADN. La RE-MAP, quant à elle, nécessite l'utilisation de paires d'amorces ciblant d'une part les régions «LTR» du rétrotransposon et d'autre part des séquences répétées de type «microsatellites».

Ces techniques ont été mises au point sur des échantillons d'ADN de la variété Jonagold et de ses mutants de coloration, afin de vérifier si elles étaient aptes à distinguer des cultivars très proches génétiquement et difficilement identifiables par les autres techniques de marquage moléculaire (telles que l'AFLPTM ou les microsatellites). Elles ont été par la suite étendues à un plus vaste panel de variétés de pommier cultivés (*Malus domestica*) et sauvages (*Malus sylvestris*).

Caractérisation moléculaire de la diversité génétique chez le pommier sauvage.

Arezki O.*, Watillon B. (* RW-DGA)

Un projet de recherche mené en collaboration par le CRA-W (D1 et D3), le CRNFB (Gembloux), la KUL (Leuven) et le CLO (Gent) vise à caractériser la diversité génétique chez les pommiers sauvages présents en Belgique.

Dans le cadre de ce projet, notre équipe évalue l'intérêt de techniques de mise en évidence de marqueurs moléculaires innovantes, basées sur les rétrotransposons (la SSAP et la REMAP), pour l'analyse de la diversité génétique. Des profils génétiques de type REMAP, multibandes et polymorphes, sont en cours d'obtention sur une collection de plusieurs centaines de pommiers (sauvages et cultivés) identifiés en Région wallonne. La diversité génétique mise en évidence à l'aide de cette méthode sera comparée avec celle détectée par des marqueurs moléculaires plus classiques (microsatellites).

Parallèlement, une méthodologie de mise en évidence de marqueurs génétiques liés à des gènes potentiellement impliqués dans la résistance aux pathogènes est développée. A cette fin, nous avons mis au point une technique de «gene profiling» basée sur l'amplification de fragments entre amorces situées d'une part dans les régions terminales d'un rétrotransposon de type «copia» (préalablement identifié chez le pommier) et d'autre part dans des gènes de résistance de type R.. La méthode développée sera appliquée à la collection de pommier mentionnées plus haut.

Recherche de QTL impliqués dans la résistance adulte à la septoriose chez le froment.

Jacquemin J.M.,

La septoriose est une maladie importante de nos régions qui affecte grandement les rendements en grain. Pour contrôler les maladies, une résistance plus efficace que la résistance spécifique peut être approchée par les techniques moléculaires et statistiques. En effet, la résistance spécifique a un pathogène présente la particularité d'être rapidement contournée par l'apparition de nouvelles physioraces insensibles aux gènes déployés, par contre la résistance adulte est dépendante de l'expression de plusieurs gènes et est de type quantitatif (QTL). Des variétés de blé d'hiver ont été cultivées en de nombreux lieux et ont maintenu un très bon niveau de résistance à la septoriose durant de nombreuses années; on estime donc que ces variétés possèdent une résistance de type durable. Deux populations ont ainsi été créées par croisements entre Oasis X Renan et Mobil X Hussard et elles ont été fixées par Single seed descent (SSD). Nous avons entrepris de cartographier les QTLs contrôlant ce type de résistance. Pour cela, nous avons débuté la construction de cartes génétiques sur ces 2 populations en utilisant des marqueurs microsatellites. Les populations ont été évaluées également pour la résistance aux pathogènes en champs. La recherche et la comparaison de QTL pour cette résistance est en cours.

Ce travail est effectué en collaboration avec Dekeyser A. (D3).

Lutte génétique contre la fusariose du froment.

Muhovski Y.*, Jacquemin J.M. (* RW-DGA)

La fusariose de l'épi est actuellement un problème majeur de sécurité alimentaire au niveau de l'agriculture wallonne, belge et européenne. Les dégâts causés par les différents types de fusariose sont depuis plusieurs années en nette augmentation et vu l'importance des problèmes liés à la présence des mycotoxines (trichothécènes: deoxynivalnol -DON, nivalenol-NIV...) causant des maladies humaines graves, des réseaux de surveillance et d'intervention ont été mis en place.

Différents modes de lutte existent contre la fusariose; la résistance génétique est un des moyens les plus efficaces et économiques de lutter contre ce fléau. Cependant, les sources de résistance connues à ce jour étaient présentes dans des germplasmes inadaptés à nos régions. La création et la mise sur le marché récemment de variétés wallonnes résistantes (Centenaire et Fourmi) permettent d'envisager leur application généralisée en amélioration végétale grâce à la sélection assistée par marqueurs moléculaires. Notre projet a pour but de localiser des loci impliqués dans la résistance adulte à la fusariose chez le froment en cartographiant des populations développées à partir de croisements impliquant les variétés Centenaire et Fourmi. Il s'agit de mettre en évidence l'existence de liaisons entre des marqueurs moléculaires (microsatellites, EST, AFLP) et les loci quantitatifs (QTL) impliqués dans la résistance à la fusariose. Nous étudierons et positionnerons également des gènes candidats (transporteurs ABC...) intervenant dans les divers mécanismes de défense des plantes, afin d'appréhender le déterminisme génétique des caractères quantitatifs envisagés. La mise en évidence de marqueurs moléculaires liés à ces gènes permettra de suivre leur introgression lors de la création de nouvelles variétés et ainsi de sélectionner rapidement pour ce type de résistance et de lutter préventivement contre la fusariose.

Ce travail est effectué en collaboration avec Ducourouble M. (V. Jorion et fils) et Dekeyser A., Chandelier A., Detrixhe P. (D3).

Identification des céréales par des méthodes moléculaires et marqueurs EST.

Jacquemin J.M.

Ce projet a pour but d'évaluer sur les céréales, principalement froment, orge et épeautre, les différentes techniques d'analyse moléculaire du génome végétal afin d'envisager l'analyse des critères de l'UPOV par ces mêmes techniques. Deux marqueurs moléculaires ont été préférentiellement appliqués: les microsatellites et l'AFLP® (Amplified Fragment Length Polymorphism). A partir des séquences de type EST (expressed sequence tags) identifiées chez le froment et l'orge, des séquences de type microsatellites ont été observées et ont été utilisées sur les différentes variétés. Les séquences EST qui correspondent à des caractères exprimés sont dès lors des marqueurs nouveaux et très intéressants pour suivre les critères de l'UPOV qui ne visent que les caractères exprimés.

Parmi les 3 caractères UPOV: la distinction, l'héritabilité, la stabilité (DHS), nous avons principalement étudié la distinction. De plus, les distances génétiques ont été calculées pour les différentes variétés analysées.

7. ACTIVITÉS DE SERVICE

- Assistance à l'encadrement technique des producteurs de fraises de Wallonie (en collaboration avec le Groupement des Fraisieristes wallons) : envois d'avis techniques bimensuels, séances de cours en hiver, réunions d'informations sur le terrain.

- Assistance à l'encadrement technique des producteurs d'arbres de Noël (installation d'un verger à graines constitué de clones d'élite d'*A. nordmanniana*)

- Analyses moléculaires pour la détection et l'identification des bactéries phytopathogènes en cultures fruitières (*Erwinia*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas*...)

- Analyses moléculaires pour la certification variétale en pommes de terre (pour compte des services de contrôle de la Direction Générale de l'Agriculture et de sociétés privées) et en pommier (pour compte de pépiniéristes).

- Analyses biochimiques des protéines de réserve du grain en céréales (pour compte de sélectionneurs privés).

Publications

Publications scientifiques

BAUDOIN JP, SILUE S., GEERTS P., MERGEAI G, JACQUEMIN JM & TOUSSAINT A. (2004) Interspecific hybridization with *Phaseolus vulgaris* L.: Embryo development and its genetics. *Recent Res. Devel. Genet. Breeding* 1 : 349-364.

BULTREYS A., GHEYSEN I., WATHELET B., MARAITE H., and DE HOFFMANN E. (2003) High-performance liquid chromatography analyses of pyoverdine siderophores differentiate among phytopathogenic fluorescent *Pseudomonas* species. *Applied and Environmental Microbiology*. 69:1143-1153.

BULTREYS A. and GILBERT V. (2003) Interest of tests based on phytoalexin and pyoverdine production and of the rep-PCR and AP-PCR techniques for identifying and characterizing *Pseudomonas syringae* strains. *Parasitica*, 59(1-2):11-18.

BULTREYS A. and GHEYSEN I. (2003) Diversity among *Pseudomonas syringae* strains from Belgian orchards using secondary metabolites-based tests, p 69-77. Dans N. S. Iacobellis, A. Collmer, S.W. Hutcheson, J. W. Mansfield, C. E. Morris, J. Murillo, N. W. Schaad, D. E. Stead, G. Surico and M. S. Ullrich (éditeurs), *Pseudomonas syringae* and Related Pathogens - Biology and Genetics. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

BULTREYS A., GHEYSEN I., WATHELET B., SCHÄFER M., and BUDZIKIEWICZ H. (2004) The pyoverdins of *Pseudomonas syringae* and *Pseudomonas cichorii*. *Zeitschrift für Naturforschung*, 59c, 613-618.

DELPORTE F., SHIRUN L. AND JACQUEMIN J.M. (2004) A method for initiating Calli from zygotic mature embryos as target for wheat transformation. Comparison of the transformation aptitude of calli derived from mature and immature embryos, founded on long-term GUS expression studies. *Plant cell, Tissue and Organ Culture* (in press)

MAURO S, VAN EYCKEN F, CHALLOU N, LUCAS P, L'OSEAU M. (2005) Characterization of New Maize Chloroplastic Copper/Zinc

Superoxide Dismutase Isoform by High Resolution Native Two-Dimensional Polyacrylamide Gel Electrophoresis : Identification of chilling responsive chloroplastic Superoxide Dismutase Isoforms. *Physiologia Plantarum* (in press).

NAJIMI B., EL JAAFARI S., JLIBENE M., JACQUEMIN JM. (2003) Applications des marqueurs moléculaires dans l'amélioration du blé tendre pour la résistance aux maladies et aux insectes *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 7 (1), 17-35

SILUE S., FONDIO L., COULIBALY M.Y., MAGEIN H. (2003) Sélection de variétés d'oignon (*Allium cepa* L.) adaptées au nord de la Côte d'Ivoire. *Tropicultura*, 21, 129-134

Publications techniques et de vulgarisation.

BULTREYS A. (2004) Bactérioses dans nos vergers. *CRA-W Info* 1:3.

BULTREYS A. et GHEYSEN I. (2004) Le *Pseudomonas*, une bactérie aux multiples visages en arboriculture fruitière. *Le Fruit Belge* 508:46-51.

JACQUES D, LATEUR M, WATILLON B, LEMAIRE S, COART E, ROLDAN-RUIZ I, VANDER MIJNSBRUGGE K, KEULEMANS W. (2004) Développement d'un programme de gestion de la diversité génétique du pommier sauvage (*Malus sylvestris* Mill.) en Belgique : application en Région wallonne. *Les Naturalistes Belges*, in press.

LATEUR M., MAGEIN H. ET MINGEOT D. (2004) La certification de l'identité des variétés de fruits à pépins commercialisées en Belgique. *Le fruit belge* 508:53-65.

MAGEIN H., MAHOUX A. (2004) Technique de pépinière, production d'anticipés ou de ramifications et variétés chez le cerisier sur Damil. *Le fruit belge*, 508, 38-40.

MISSON J.P., DRUART PH. (2004). Un sapin wallon de qualité supérieur et d'origine certifiée. *Les Nouvelles* (Ministère de la Région Wallonne – Direction Générale de l'Agriculture. 1er trimestre 2004) pp 28.

MISSON J.P., FICHANT R., WATILLON B. (2004). Die Produktion von Qualitätsweihnachtsbäumern. *Der Weihnachtsbaum* n° 07/2004 pp 8-9.

Rapports

Subvention n° S 6081 du Ministère de l'Agriculture "Mise au point de méthodes de détection et de caractérisation des bactéries *Pseudomonas syringae* et *Erwinia amylovora* en horticulture fruitière" – rapport d'activité.

Convention n°667 - Arrêté Royal 258 – Rapports d'activités

Convention RW-APE n° 001709 – Rapports d'activités

Subvention Région Wallonne n°2652 « Développement de la culture de fraises et de petits fruits ligneux en Wallonie » -rapports d'activités

Subventions Région Wallonne –DGA / DGTRE n° 2604 et 14553 «Mise au point de nouvelles technologies de production d'arbres de Noël de qualité».

Subvention Région wallonne n° 2631 "Amélioration de la lutte contre les bactérioses en vergers fruitiers" – rapports d'activités

Subvention Région wallonne n° 2654 "Détection et traçabilité de pathogènes bactériens : amélioration du matériel de plantation en horticulture fruitière" – rapports d'activités

Subvention Région wallonne «Multiplication d'essences ligneuses pour le reboisement et la stabilisation des berges» (DGRNE) – rapports d'activités.

Conférences

AREZKI O, KETTMANN R AND WATILLON B, Molecular characterization of a copia-like retrotransposon element in apple: structure, activity and possible involvement in tree physiology. XIVth FESP Congress, 23-27 août 2004, Krakow, Poland (Acta Physiologiae Plantarum, 26:300)

BULTREYS A. and GILBERT V. (2003) Interest of tests based on phytoalexin and pyoverdine production and of the rep-PCR and AP-PCR techniques for identifying and characterizing *Pseudomonas*

syringae strains. Techniques moléculaires en défense des végétaux. Journée d'étude de l'AERZAP, 2 avril, Melle, Belgique.

CROUZET J., STUKKENS Y., DUCOS E., TROMBIK T., ALLEMON C., BULTREYS A. AND BOUTRY M. (2004) A plasma membrane ABC transporter is involved in plant defense. 13th International workshop on plant membrane biology, 9-13 July, Montpellier, France.

DAUCHOT N., MINGEOT D., PURNELLE B., WATILLON B., BOUTRY M. AND VAN CUTSEM P. (2004) Microsatellite polymorphism within expressed sequence tags (EST) of *Cichorium intybus* (L.) Plant Genomics European Meetings, 22-25 September, Lyon, France. MAGEIN H. (2003) «Les outils de diagnostics disponibles dans les laboratoires wallons» Journée d'information «Contrôles phytosanitaires et qualité en pépinières», 4 mars 2003, Gembloux (FWH)

MUHOVSKI Y, WATILLON B, MAURO S. (2003) Seeking for maize chloroplastidic superoxide dismutase genes. *Bioforum* 2003.

SILUE S., JACQUEMIN J-M., TOUSSAINT A. & BAUDOIN J.P. (2004) Etude de gènes impliqués dans l'embryogenèse de *Phaseolus*. Actes des IXèmes Journées Scientifiques du Réseau "Biotechnologies végétales : amélioration des plantes et sécurité alimentaire", Agence Universitaire de la Francophonie, Lomé (Togo) : 73-76.

TODOROVSKA E., CHRISTOV N., MILKOVA V., FASOULA D., IOANNIDES I., JACQUEMIN JM, BOJINOV B & ATANASSOV A. GENETIC DIVERSITY ASSESSMENT AMONG BULGARIAN AND WESTERN EUROPEAN WHEAT GERMLASM COLLECTIONS USING MICROSATELLITE MARKERS

XVIIth EUCARPIA General Congress on 'Genetic variation for plant breeding', 8-11 September 2004, Tulln, Austria. TODOROVSKA E, CHRISTOV N, MILKOVA V, FASOULA D, IOANNIDES I, JACQUEMIN JM, GRANER A & ATANASSOV A CHARACTERIZATION OF BULGARIAN AND CYPRIOT BARLEY GERMLASM COLLECTIONS BY MICROSATELLITE MARKERS XVIIth EUCARPIA General Congress on 'Genetic variation for plant breeding', 8-11 September 2004, Tulln, Austria.

TROMBIK T., CROUZET J., DURCOS E., STUKKENS Y., BULTREYS A. and BOUTRY M. (2004) Physiological and biochemical analysis of plant plasma membrane PDR-type ABC transporters. 14th FESP Congress, 23-27 Augustus, Cracow, Poland. *Acta Physiologiae Plantarum* Vol 26, N°3 Supplement, abstract BS-23.

VANWUNSBURGHE L, ANTOFIE A, AREZKI O, COART E, JACQUES D, LATEUR M, ROLDAN-RUIZ I, OGER R, ROYEN L, VANDER MIJNSBRUGGE K, WATILLON B, KEULEMANS B (2004) Studying apple biodiversity : Opportunities for conservation and sustainable use of genetic resources. XVIIth Eucarpia General Congress ("Genetic variation for plant breeding"), 8-11 septembre 2004, Tulln, Autriche.

WATILLON B (2003), Les OGM végétaux : plus d'éthique...ou d'étiquettes ?

Journée "Développer une réflexion éthique dans nos institutions agronomiques" organisée par la FUSAGx et le CRA, 22 octobre 2003, FUSAGx, Gembloux.

WATILLON B, DRUART PH, MAGEIN H AND KETTMANN R (2004) Overexpression of KNP1, a KNOTTED1-like homeobox gene, may induce altered tree growth and development in transgenic apple (*Malus domestica* [L.] Borkh) lines.

XIVth FESP Congress, 23-27 août 2004, Krakow, Poland (Acta Physiologiae Plantarum, 26:296)

D2

D é p a r t e m e n t P R O D U C T I O N V E G E T A L E



rue du Bordia, 11
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 50 00
fax : +32 (0) 81 61 41 52

e-mail : prodveg@cra.wallonie.be



1. MISSION

. La mission générale dévolue au Département consiste à entreprendre des recherches sur les systèmes de cultures pour le développement d'une agriculture durable.

. La Section Sol et Fertilisation réalise des recherches sur l'état structural de la couche arable en fonction des pratiques culturales, spécialement le travail du sol, et sur la chimie du sol en relation avec la fertilisation et particulièrement avec la dynamique de l'azote.

. La Section Phytotechnie étudie les facteurs de production des plantes de grandes cultures et la diversification des cultures.

. La section Obtentions végétales effectue des recherches en vue de l'admission des nouvelles variétés aux catalogues belge et européen. Elle détermine les caractéristiques de ces variétés et les décrit en vue de leur recommandation pour la pratique agricole et pour les utilisateurs-transformateurs.

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

7 statutaires et 6 contractuels

2.1. Chef de Département

M. Frankinet, *Chef du département, direction*

2.2. Scientifiques

P. Courtois, *Assistant (RW)*
 L. Couvreur, *Assistant*
 M. Cuvelier, *Assistante (RW)*
 S. Dantas-Pereira, *(RW)*
 J.-P. Destain, *Chef de section*
 J.-P. Goffart, *Chef de travaux*
 J.-L. Herman, *Assistent*
 M. Olivier, *Assistante (RW)*
 S. Renard, *Assistante (RW)*
 V. Reuter, *Ingénieur industriel*
 C. Roisin, *Chef de travaux*
 K. Verdinne, *Assistante*

3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX

- Réseau REQUASUD (Laboratoire de référence nitrate)
- Comité Nitrate asbl
- Groupe de travail sectoriel "Agriculture" Plan wallon de l'air
- Comité pour l'élaboration du Catalogue national des variétés des espèces de plantes agricoles (MA DG4)
- Centre agricole des céréales et oléoprotéagineux (CADCO asbl)
- Centre agricole Betterave-Chicorée (CABC asbl)
- Centre agricole Pomme de terre (CAP asbl) et Centre Pilote Pomme de Terre (CPP)
- Agrisemza (Association des agriculteurs

- multiplicateurs de semences asbl)
- Agrenwal asbl
- Conseil de Filière Wallonne Grandes Cultures (CFGC-W asbl)
- Filière wallonne de la pomme de terre (FIWAP asbl)
- Conseil wallon de Filière Pomme de Terre asbl
- Fédération Wallonne Horticole (FWH)
- Office régional de promotion de l'agriculture et de l'horticulture (ORPAH) et Agence Wallonne pour la Promotion d'une Agriculture de Qualité (APAQ-W)
- Association pour la promotion des protéagineux et oléagineux (APPO asbl)
- Centre Interprofessionnel Maraîcher (CIM)
- Maraîchage conventionnel
- Centre Maraîcher de Hesbaye (CMH) - Légumes industriels
- Association belge des producteurs de semences (Semzabel)
- Groupement interprofessionnel belge des semences (Intersemza)

4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX

- Membre du Management Committee du COST-CEC D6 XII - 814 - Crop development for cool and wet regions et du Working group Cost 832 - Eutrophication from agriculture - Coordination du Working Group 1 - Inputs of P from agricultural soils.
- Expert Group E.U. Nitrates directive C.E.
- European Association for Potato Research (EAPR)
- International Society for Horticultural Science (ISHS)
- International Soil Tillage Research Organisation (ISTRO)
- Institut International de Recherches Betteravières (IIRB)

5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES

En accord avec le concept contemporain du développement durable, l'agriculture doit répondre aux attentes de la société en matière d'environnement, de biodiversité, de qualité sanitaire, de traçabilité, d'aménagement du territoire tout en restant économiquement rentable gage de sa pérennité et donc de sa "durabilité".

Certains thèmes de recherche nécessitent la réalisation d'expérimentations de long terme, comme par exemple l'étude de l'effet des amendements organiques et des fertilisants P K sur la fertilité physico-chimique des sols cultivés. Leur poursuite se justifie pleinement. Il en est de même dans le domaine des techniques de travail du sol alternatives au labour souvent appelées TCS (techniques culturales simplifiées). Ces recherches ont fait apparaître la nécessité de compléter la description du profil cultural par des données objectives susceptibles de

rendre compte de la qualité de l'état structural de la couche arable par un indicateur chiffré. La démarche proposée actuellement est basée sur des données recueillies par pénétrométrie au sein d'un volume de sol bien déterminé et interprétées en terme d'hétérogénéité de ce volume.

La directive européenne Nitrate imposant aux états membres des politiques susceptibles de protéger les eaux de nappes de la pollution par le nitrate d'origine agricole (norme de 50 mg de NO₃/litre) est à l'origine de plusieurs projets de recherche développés au sein du Département.

L'étude de la dynamique de la synthèse de la biomasse et des composés azotés, de leur mobilisation et leur accumulation dans le grain du blé d'hiver fait l'objet d'une recherche à caractère fondamental grâce notamment à l'utilisation d'engrais marqué avec l'isotope lourd 15N.

S'il est désormais possible d'estimer les besoins azotés des cultures et les fournitures en azote minéral du sol grâce aux outils d'aide à la décision comme le logiciel AZOBIL, l'ajustement des apports en cours de végétation permet d'affiner, de corriger les estimations *a priori* par l'utilisation de méthodes rapides non destructrices du statut azoté des cultures (chlorophyllomètre, réflectance). L'expertise acquise en ce domaine a permis la réalisation de 3 projets relatifs à l'optimisation de l'efficacité de l'azote. Ces projets concernent les cultures de légumes industriels, la production de légumes destinés au marché du frais et la production de pomme de terre que ce soit la pomme de terre de consommation ou celle destinée à un usage industriel.

En ce qui concerne la phytotechnie de la culture de pomme de terre, outre l'aspect fertilisation azotée, les recherches s'attachent, via l'irrigation, à lutter contre les gales communes et à réduire les risques d'apparition de difformités et de rejets en cours de culture par la gestion d'irrigations en relation avec le maintien de températures < 24-25 °C dans la butte.

L'intérêt de l'utilisation des engrais organiques et organo-minéraux est évalué en terme de rendement et de qualité de la production.

Enfin, le potentiel des variétés pour la conservation à basse température est investigué pour éviter le recours aux produits anti-germinatifs et ce tout en préservant la qualité intrinsèque des tubercules (maintien du goût peu sucré et non brunissement lors de la cuisson).

L'ensemble des connaissances agronomiques acquises au Département sont mobilisées en vue, d'une part de réaliser un survey "surfaces agricoles" via la mise en place et le suivi de la fertilisation azotée des plantes de grandes cultures au sein de 12 exploitations agricoles mixtes ou spécialisées en production végétale et d'autre part, d'étudier la variabilité spatiale des champs en vue d'une gestion raisonnée des intrants dans le cadre de concept de l'agriculture de précision.

Enfin, deux projets particuliers sont dédiés, le premier à la fertilisation du froment d'hiver en agriculture biologique, le second à l'étude de mélanges (graminées et dicotylées) destinés à la jachère faune.

6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES

6.1. Sol et fertilisation

Expérimentation de long terme sur les niveaux de fumure phosphopotassique et les régimes d'apport organiques

J.-P. Destain, C. Roisin, M. Frankinet, V. Reuter

Dans le protocole expérimental mis en place en 1967, comportant 3 niveaux de fumure minérale P et K (pas d'apport P0 ou K0, niveau restitution des exportations P1 ou K1, niveau double du précédent P2 ou K2) jusqu'à présent, seuls des décrochages de rendement en betteraves au niveau K0 avaient été observés.

En 2004, en betteraves sucrières, des rendements significativement inférieurs aux deux autres niveaux ont été obtenus aussi bien en P0 qu'en K0.

favorable à la fixation des éléments sur le complexe adsorbant du sol.

dernier par rapport à un sillon tracé dans le sol au moment du décompactage.

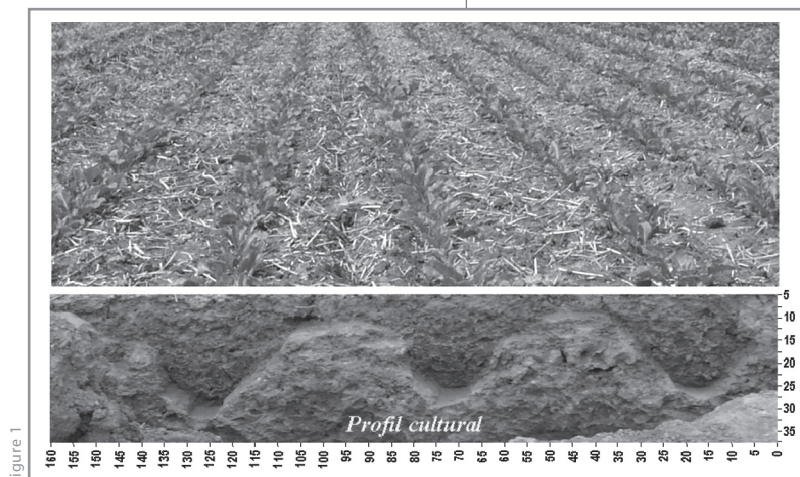


figure 1

Expérimentations relatives aux techniques de travail du sol

C. Roisin

Dans nos régions, la lutte contre l'érosion fait l'objet d'une attention croissante. Dans ce

contexte, les techniques culturales simplifiées, appelées aussi TCS, sont fréquemment invoquées comme une des solutions à mettre en œuvre. Pour certaines cultures, telles la betterave et le maïs, un décompactage de la couche arable reste cependant indispensable pour maintenir leur potentiel de production.

Pour être efficace, ce dernier doit être réalisé par des outils équipés de dents rigides et capables d'atteindre des profondeurs au moins égales à celle du labour. De ce fait, il engendre des efforts de traction élevés et s'avère peu pratiqué par les petites et moyennes exploitations.

Suite à ce constat, le Département Production végétale a mis en place des expérimentations qui visent à étudier la faisabilité d'une technique d'implantation basée sur un travail du sol localisé et concentré à l'emplacement des rangs de semis. Elle consiste à décompacter le sol avec un outil possédant des dents munies d'ailettes très courtes pour diminuer les efforts de traction puis à faire coïncider les rangs de semis avec les endroits de passage des dents pour positionner les plantes là où l'état structural est le plus favorable. Au cours de la biennale écoulée, la technique de positionnement des lignes de semis à l'aplomb du travail des dents de décompacteur a été expérimentée à l'aide d'une machine à 6 dents espacées de 50 cm et d'un semoir de précision à 6 éléments également espacés de 50 cm. La mise en œuvre de la technique repose sur l'utilisation d'un système mécanique d'auto-guidage placé entre le tracteur et le semoir et destiné à positionner correctement ce

Disposition des rangs de betteraves par rapport aux endroits de passage des dents de décompactage.

Sur le plan phytotechnique, les premiers résultats obtenus en betterave sucrière sont encourageants. La localisation privilégiée des rangs de betteraves a systématiquement entraîné une amélioration de la forme du pivot racinaire (diminution du nombre de betteraves fourchues), une diminution de la tare-terre à la récolte et une augmentation du rendement de la culture. Les différences observées, par rapport à une localisation aléatoire, ne sont toutefois significatives qu'au sein des champs d'essais où l'état structural du sol avant décompactage était peu propice à la pratique des TCS. Cependant, dans tous les cas, la localisation privilégiée des rangs de betteraves s'est avérée bénéfique, que les dents du décompacteur aient été munies d'ailettes étroites ou larges. L'étude se poursuit donc pour perfectionner la technique et ainsi la rendre praticable à plus large échelle, et également pour mesurer les avantages qu'elle procure en termes d'avancée dans la voie d'une agriculture plus respectueuse du capital sol. La terre n'étant pas remaniée entre les lignes de semis, la résistance à l'érosion devrait être renforcée, la portance dans les interlignes améliorée et l'orniérage au moment des récoltes réduit, ce qui devrait faciliter ainsi le maintien du champ en TCS pour la culture suivante. En outre, elle devrait rendre la technique de décompactage financièrement plus attractive et donc accessible à un plus grand nombre d'exploitations.

Etude relative à la caractérisation de l'état structural des sols agricoles à l'aide de mesures pénétrométriques

C. Roisin

En matière de pratiques culturales, le maintien de la fertilité du sol et la préservation de l'environnement apparaissent aujourd'hui comme des éléments incontournables dans

tableau 1

Niveaux de fumure	Orge d'hiver (2003)	Betterave sucrière (2004)
	Kg grains 15% humidité	Kg sucre/ha
P0	7 537	12 545
P1	7 631	14 128
P2	7 913	14 304
K0	7 484	12 664
K1	7 812	14 205
K2	7 793	14 109

Rendements des cultures de l'essai PK long terme

tableau 2

Années	Niveau de fumure		
	P0	P1	P2
1967	19.9	18.3	19.3
1981	16.6	16.7	17.6
1993	9.8	16.8	23.8
2003	7.1	12.8	19.6
	K0	K1	K2
1967	11.5	12.0	13.2
1981	11.5	18.1	25.9
1993	9.1	18.3	27.0
2003	10.0	15.8	19.6

Evolution des réserves du sol en P et K extraits par la méthode AL (mg/100g sol sec)

Le statut du sol en phosphore disponible et potassium échangeable est désormais nettement différencié et le niveau 0 semble continuer à s'appauvrir nettement plus en P qu'en K.

Le niveau 1 conduit à des teneurs considérées comme favorables (>12 pour P et >15 pour K). Le niveau 2 entraîne un enrichissement du sol. En 2003 les valeurs pour les niveaux 1 et 2 s'avèrent inférieures à celle observées en 1993, probablement en raison de la sécheresse



les processus de prise de décision. Dans le contexte d'une agriculture désireuse de s'inscrire davantage dans une démarche de durabilité, la qualité de l'état structural de la couche arable constitue un élément d'appréciation essentiel dans la mise au point et l'évaluation de systèmes de cultures alternatifs et plus respectueux du capital sol. Dans cette optique la définition d'un indicateur susceptible d'en rendre compte devient une nécessité.

Une recherche a donc été menée dans le but d'élaborer une méthode permettant de caractériser, de manière objective, des volumes de sol d'une ampleur suffisante pour rendre compte de la complexité de l'organisation spatiale des unités morphologiques (terre fine, mottes, zones massives) créée sous l'action des engins agricoles. Son principe repose sur l'enregistrement et le traitement de signaux bi-directionnels formés de 256 mesures de résistance à la pénétration collectées au sein d'une surface de 75 cm de côté et espacées de 5 cm dans chacune des deux directions.



figure 2

Appareillage de mesure de la résistance à la pénétration

Six méthodes de traitement de données (auto-corrélation, géostatistique, modèle de Smith, analyse spectrale, analyse par ondelettes et analyse multifractale) ont été testées et évaluées quant à leur aptitude à fournir des paramètres d'hétérogénéité pertinents et cohérents avec un diagnostic de terrain pratiqué par la méthode d'analyse du profil cultural. Cette étude a mis en lumière les atouts du formalisme multifractal pour décrire des signaux tels que ceux qui sont enregistrés, fréquemment non-stationnaires et anisotropes. Sur cette base, deux paramètres d'hétérogénéité ont été définis, l'un pour caractériser la structure fine et le second traduisant une partition éventuelle du profil suite à l'action des engins aratoires. Leurs propriétés statistiques (variabilité, normalité, homoscedasticité, pouvoir discriminant) ont été évaluées grâce à des mesures effectuées au sein d'un dispositif expérimental destiné à comparer différentes modalités de gestion du sol en terrain limoneux. Les résultats obtenus au sein de ce dispositif ont permis de montrer la pertinence d'un indice d'hétérogénéité structurale sur le plan

agronomique.

La méthode décrite ci-dessus a ensuite fait l'objet d'une première application concrète dans le cadre d'un essai mettant en comparaison différentes techniques de travail du sol en culture de maïs. Des corrélations hautement significatives ont pu être dégagées entre le coefficient d'hétérogénéité moyen relatif à la couche 0-15 cm et le développement des plantes à la mi-juillet, ainsi qu'entre le coefficient d'hétérogénéité moyen relatif à la couche 0-25 cm et le rendement en matière sèche à la récolte. Toutefois, les graphiques relatifs aux droites de régression montrent que l'effet des techniques de travail du sol sur la culture diffère selon que le paramètre considéré est la croissance juvénile ou le rendement final, alors que l'impact de l'état structural du sol, appréhendé au travers du paramètre d'hétérogénéité moyen, reste comparable quel que soit le paramètre considéré. De tels résultats démontrent que ce n'est pas tant la technique culturale proprement dite, que l'état de structure qui résulte de sa mise en œuvre, qu'il convient de prendre en compte au moment de l'interprétation

des résultats d'essais de travail du sol si l'on veut pouvoir en tirer des enseignements susceptibles d'être extrapolés au niveau d'un conseil pratique à l'agriculteur. Les recherches dans ce domaine se poursuivent avec l'objectif de mettre en relation la mesure de l'hétérogénéité structurale avec d'autres paramètres plus classiques tels que densité, porosité, cohésion, etc. Le but est d'élaborer, grâce à la mise en place

et au suivi de situations de référence, un indicateur agro-environnemental permettant de rendre compte de la qualité globale de l'état structural d'un sol agricole et d'en suivre l'évolution au cours du temps.

Etude du cycle de l'azote avec l'isotope lourd ^{15}N

J.-P. Destain¹, V. Reuter¹, P. Luxen², B. Bodson³, N. Bouleouah³, I. Dufasne⁴

¹ Département Production Végétale

² Agra-Ost St Vith

³ FUSA Gembloux

⁴ ULG Fac. Médecine Vétérinaire

Dans les études du devenir de l'azote de l'engrais minéral appliqué au froment d'hiver, une attention particulière continue d'être apportée à la fraction de dernière feuille ainsi qu'au prélèvement et à la translocation de l'azote post-floraison chez le blé d'hiver. Une thèse de doctorat est en cours sur le sujet.

Quant au devenir de l'azote des effluents

d'élevage, l'étude s'est focalisée sur les périodes d'application du lisier en prairie de fauche et sur le devenir de l'azote de pissats synthétiques en prairie permanente pâturée. Par ailleurs, le laboratoire a réalisé de nombreux dosages isotopiques pour des expérimentations en prairie menées par l'UCL dans le cadre d'une subvention DGA – "prairies temporaires pour des systèmes agricoles durables adaptés aux fermes mixte de la Moyenne Belgique".

Observatoire de la fertilisation en Région Wallonne

P. Courtois^{1*}, J.-P. Destain¹, V. Reuter¹, C. Vandenberghe², P.-Y. Bontemps², R. Lambert³ *financement DGA Région Wallonne.

¹ Département Production Végétale

² GRENERA FUSA Gembloux

³ ECOP - UCL

Dans le cadre du plan de gestion durable de l'azote en Région Wallonne, un survey "surfaces agricoles" permet de situer le niveau moyen de l'azote potentiellement lessivable du sol (APL) en cultures arables. L'objectif de l'observatoire (12 exploitations choisies dans ce réseau) est de démontrer que par une fumure raisonnée sur base d'un bilan prévisionnel, adaptée éventuellement en cours de culture (notamment en fonction du statut en N des plantes), il est possible d'atteindre les objectifs environnementaux en terme d'APL minima tout en garantissant des optima de rendements et de qualité de la récolte.

Concrètement, le Département réalise les analyses des profils du sol en N en sortie d'hiver, collecte les informations sur la gestion des parcelles, établit les conseils de fumures (AZOBIL, Livre Blanc) et effectue des mesures APL à 3 périodes en automne.

6.2. Phytotechnie

Phytotechnie de la pomme de terre

1. Gestion de la fumure azotée

Adaptation de la nouvelle stratégie de gestion de la fumure azotée avec l'utilisation du chlorophyllo-mètre

M. Olivier*, J.-P. Goffart. (*RW, DGA - Convention n°2643/2)

Durant la précédente biennale (2001-2002), le fractionnement conditionné de l'azote, stratégie de gestion raisonnée de la fertilisation azotée mise au point en 2001, a été validée. Elle consiste à appliquer à la plantation 70% du conseil de fumure azotée et, pendant la période de croissance, à évaluer le statut en azote de la culture à l'aide du chlorophyllo-mètre Hydro N Tester (HNT) pour détecter la nécessité de l'apport complémentaire d'azote (30% retirés au départ). La bonne relation entre les valeurs obtenues avec cet appareil et l'azote absorbé par la culture, la rapidité et la facilité d'utilisation en font un

outil intéressant. Les valeurs absolues HNT ne pouvant être utilisées de façon efficace en raison de l'influence des conditions pédo-climatiques du site, le système de valeurs seuils a été mis au point à partir de valeurs relatives HNT par rapport à une zone de référence, sans apport d'engrais azoté. Le référentiel a d'abord été proposé et validé pour la variété Bintje (coefficient spécifique). L'adaptation variétale du référentiel est nécessaire pour en augmenter la portée pratique. En 2003, la stratégie a été validée en essais à répétitions pour des variétés destinées à l'industrie (Astérix, Agria et Felsina) et comparées à la variété Bintje. En 2004, les valeurs du coefficient ont été testées dans un essai à 4 répétitions pour des variétés à chair ferme (Charlotte, Nicola et Merit). En parallèle, la stratégie a pu être utilisée et évaluée chez des producteurs (parcelles en bandes parallèles) pour les variétés Bintje, Victoria, Santana, Astérix, Lady Rosetta, Charlotte, Nicola, Merit et Franceline. La forme de l'azote complémentaire et les modalités de son application (trois formes d'engrais liquide à base d'urée et nitrate d'ammoniac solide) ont été étudiées dans deux essais menés avec la variété Bintje. Une meilleure efficacité d'une forme sur une autre (solide ou liquide) est observée mais varie d'une année à l'autre. Appliqués dans de bonnes conditions, les différents types d'engrais azoté montrent un intérêt semblable.

Pour la rendre plus pertinente, la stratégie a été testée dans des contextes différents de ceux où elle a été calibrée soit une texture de sol différente, soit un apport différent d'engrais organiques. La stratégie a été vulgarisée en 2003 et 2004. En 2004, des mesures de la coloration du feuillage ont été réalisées avec un analyseur de couleur. L'objectif est de tester la faisabilité de la création de cartes de couleurs comparatives du feuillage de pomme de terre ainsi que de leur utilisation comme outil indicateur simplifié. Ces cartes, spécifiques par variété, constitueraient une alternative au chlorophyllomètre accessible financièrement à tout producteur.

L'analyseur de couleur 'Color Cue' donne plusieurs types de coordonnées pour une surface plane de couleur uniforme. Le système « CMYK » (Cyan-Magenta-Yellow-Black), utilisé par les imprimeries, permet de passer rapidement de l'analyse au Color Cue d'une feuille de pomme de terre à l'impression de pastilles colorées aussi proches que possible des couleurs du feuillage.

Dans les parcelles, des mesures avec l'analyseur de couleur ont été effectuées systématiquement en même temps que les mesures avec le chlorophyllomètre dans deux objets sur les quatre variétés, le traitement sans apport d'azote et le traitement avec 70% de la dose d'azote conseillée. Dans une parcelle, alors que le chlorophyllomètre donne un seul chiffre pour 30 feuilles mesurées, le Color Cue donne 30 coordonnées à 4 chiffres. Une impression des couleurs moyennes

obtenues par variété, par traitement et par date de mesure a permis de mettre en évidence des différences visuelles en fonction du temps pour le même traitement. Entre les deux traitements azotés étudiés le même jour, les différences sont moins évidentes. La concordance entre les valeurs au Color Cue et la valeur HNT sera approfondie en 2005.

Evaluation des potentialités d'autres outils de mesure du statut azoté de la culture

J.-P. Goffart

La stratégie décrite ci-dessus est basée sur l'utilisation de la mesure au champ de la teneur en chlorophylle des feuilles à l'aide d'un chlorophyllomètre. D'autres outils de mesure rapide et non destructive du statut en azote de la culture sont également disponibles ou en cours de développement. Parmi ceux-ci, deux outils basés sur la mesure de la réflexion de la lumière par le feuillage ont été expérimentés au champ à Gembloux en 2004. Il s'agit du modèle CROPSCAN et du modèle GPN. Cette technique présente l'avantage par rapport au chlorophyllomètre de considérer des surfaces d'échantillonnage plus grandes à l'échelle de la parcelle, tout en étant aussi facile et rapide dans la mise en oeuvre. De plus, les mesures de réflexion de la lumière apparaissent suffisamment discriminantes entre situations azotées différentes pour être utilisables en pratique. La mise en oeuvre de ces outils dans la stratégie de gestion de l'azote développée au Département Production Végétale demande néanmoins encore l'établissement de valeurs seuils pour décider de la nécessité d'application d'un complément d'azote en culture. Les essais d'évaluation se poursuivent.



figure 3

Mesure de la réflexion de la lumière par le feuillage en culture de pomme de terre à l'aide du modèle GPN (Grande Paroisse, Paris, France)

2. Fertilisations minérale et organique de la culture de pomme de terre

J.-P. Goffart (financement partiel Centre Agricole Pomme de terre, CAP asbl et partenaires privés)

L'importance croissante accordée à la qualité externe et interne des tubercules pour leur commercialisation (aspect extérieur, sensibilité aux coups, composition chimique affectant la qualité culinaire et technologique), et la nécessité d'assurer des reliquats faibles en azote minéral dans le sol à la récolte ne sont plus à démontrer. La fertilisation à des effets majeurs sur ces caractéristiques de la culture.

Pour cette raison, diverses formes d'engrais foliaires, organiques, organo-minéraux ou avec retardateurs de nitrification ou encore de substances fertilisantes sont proposées pour tenter de répondre à ces exigences. En 2004, des essais aux champs en parcelles expérimentales ont été initiés au Département Production Végétale pour évaluer l'intérêt de certains engrais ou substances fertilisantes proposés dans le commerce.

Pour le compte de la firme Rosier s.a, le test de substances liquides à base d'acides aminés appliquées sur le feuillage en cours de saison en combinaison avec de l'urée a un effet positif marqué sur le rendement et la proportion de tubercules de gros calibres. De même l'application au sol d'un engrais minéral complexe liquide NPK (10/4/15) complété avec des acides humiques a eu un effet positif sur la proportion de calibres de plus de 55 mm.

Pour le compte de la firme Derom, deux formes d'engrais ont été testées seules ou en combinaison, mais toujours en complément d'une fumure azotée minérale de base appliquée au sol avant buttage sous forme de nitrate d'ammoniac. Il s'agit pour le premier d'un engrais organo-minéral complexe granulé NPK + MgO (8/8/12 + 4) appliqué avant buttage à raison de 25% de la dose N totale recommandée. Pour le second, il s'agit de solutions complexes d'éléments nutritifs contenant les éléments N sous forme uréique, P₂O₅, MgO, Zn, Bo, Mn chélaté et acides aminés, et pulvérisées sur le feuillage en 3 applications à intervalle de 15 jours et débutant à l'initiation de la tubérisation. L'engrais organo-minéral a mené à des augmentations significatives de rendement total en tubercules et de la proportion en tubercules de gros calibres. La combinaison avec les solutions foliaires a amplifié ces effets, et provoqué une légère baisse de la teneur en matière sèche des tubercules. Deux produits organiques ont également été testés au champ. Le premier, réputé favorable à l'équilibre microbiologique du sol, à l'assimilation du P₂O₅ et des oligo-éléments et au bon développement racinaire, est un amendement organique concentré liquide d'acides humiques et fulviques, mélangé dans de l'eau et pulvérisé sur le sol à la plantation. Il a favorisé la production de tubercules de gros calibre et induit des teneurs en matière sèche plus faibles dans ces tubercules.

Le second, réputé efficace pour protéger les tubercules contre les attaques de rhizoctone et de gales communes ainsi que favorable à un meilleur enracinement, se présente sous forme d'une poudre inerte à diluer dans l'eau et contenant du *Bacillus subtilis* (bactérie tellurique et antagoniste). Il apparaît en première analyse une moindre intensité des défauts externes d'origine parasitaire sur la peau des tubercules. Par contre la proportion en tubercules de gros calibre a été nettement moindre.



Enfin un engrais azoté minéral granulé contenant un retardateur de nitrification de nouvelle génération (le DMPP, Di-méthyl-pyrazol-phosphate), réputé plus efficace en terme de rendement et de calibres en tubercules, ainsi que pour les valeurs plus faibles en nitrate dans les tubercules et en reliquats en azote minéral dans le sol à la récolte, a été testé par application à la plantation. Les observations ont confirmé ces effets favorables sur le rendement, sur les tubercules de gros calibres et sur la diminution de leur teneur en matière sèche. Aucun des produits testés n'a montré d'effet sur la diminution des reliquats en azote minéral dans le sol à la récolte.

3. Gestion des risques d'apparition de difformités et de rejets sur tubercules en cours de culture.

J.-P. Goffart (financement partiel Centre Agricole Pomme de terre, CAP asbl)

En 2003, un nouvel essai a été entrepris en plein champ, avec la variété Bintje, afin d'explorer les possibilités de maîtriser l'apparition du phénomène de difformités ou de rejet en culture de pomme de terre de consommation. Durant les mois d'été, en période sèche et avec des températures dans la butte de l'ordre de 25°C ou supérieures, les risques sont très élevés. Comme conséquence, on peut observer des degrés divers d'altération de la qualité externe des tubercules à la récolte: depuis un taux faible de difformités jusqu'à un taux élevé de tubercules primaires vitreux suite à la formation de tubercules secondaires.

L'objectif est d'utiliser l'irrigation comme moyen pour maintenir la température du sol dans la butte à des valeurs inférieures à 24-25°C. Les conditions de températures pourtant élevées à certaines périodes dans le sol en 2003 n'ont pas mené à un taux élevé de tubercules difformes en situation non irriguée. Par ailleurs aucune différence n'est apparue avec le taux de difformités en situation irriguée. On peut conclure sur les deux années d'essais (2002 et 2003) que l'irrigation, pratique déjà contraignante et difficile mais permettant néanmoins de maintenir la température du sol autour de 20°C dans la butte en périodes chaudes et sèches, n'apparaît pas comme un moyen suffisant pour réduire l'apparition du phénomène de rejet et des effets qu'il entraîne sur les tubercules.

4. Conservation des variétés de pomme de terre à basses températures

J.-P. Goffart, A. Soete¹, D. Ryckmans² (financement partiel Centre Agricole Pomme de terre, CAP asbl)
¹ Section Systèmes Agricoles, CRA-W, Libramont
² Filière Wallonne de la Pomme de Terre

En 2003 et 2004, les essais de conservation des variétés de pomme de terre à basses températures (4° et 7°C, de novembre à mai), entrepris depuis 2001, ont été poursuivis par le Département Production Végétale

en collaboration avec la Section Systèmes Agricoles à Libramont et la FIWAP (Filière Wallonne de la Pomme de terre). L'objectif est d'identifier des variétés qui peuvent être conservées à des températures basses à très basses (de l'ordre de 4°C), afin d'éviter l'utilisation de produits anti-germinatifs (à base de chlorprophame) en cours de conservation mais sans dégradation de leur qualité intrinsèque (à savoir principalement un risque important d'augmentation du goût sucré des pommes de terre consommées fraîches et de la coloration brune des frites ou des chips après cuisson). L'utilisation des produits anti-germinatifs en pomme de terre, utiles pour retarder la levée de dormance naturelle des tubercules et leur ramollissement, est de plus en plus controversée pour la consommation des pommes de terre, et la recherche de solutions alternatives s'imposent. Dans les essais de conservation réalisés depuis 2001, pour les variétés à finalité industrielle, plusieurs variétés commercialisées et de bon rendement (Victoria, Ramos, Sempra, Artis, Lady Jo, Lady Claire) et certaines encore non inscrites ont présenté un bon comportement en cours de conservation avec le maintien de faibles teneurs en sucres réducteurs favorables à une coloration claire après cuisson à la friture. En pomme de terre consommées fraîches, les variétés Charlotte et Amandine ont manifesté en cours de conservation une augmentation nettement moins élevée du goût sucré que Nicola et Franceline par exemple, et cela durant plusieurs saisons de conservation. Il existe donc des potentialités variétales pour la conservation à très basses températures permettant de ne pas devoir recourir à l'utilisation de produits anti-germinatifs. Ces caractéristiques variétales seront certainement exploitées à l'avenir étant donné la demande croissante de la grande distribution et de l'industrie pour des pommes de terre conservées sans produit anti-germinatif.

Fumure azotée en légumes industriels et maraîchers

1. Gestion de la fumure azotée des légumes industriels

S. Renard*, J.-P. Goffart (RW, DGA, Projet RW-1015)

Ce projet a débuté en janvier 2001 et s'achèvera fin décembre 2004. Il porte sur l'optimisation de l'efficacité de l'azote dans des rotations intégrant les cultures de légumes industriels en Hesbaye. Les cultures de légumes sont dotées d'un enracinement peu profond qui ne leur permet pas de prélever l'azote en deçà de 60 cm de profondeur. Pour certains d'entre eux (épinard), le cycle de culture court (récolte avant maturité) et les exigences élevées en azote conduisent le praticien à appliquer une fumure élevée afin d'assurer une alimentation constante de la plante en azote. Dans d'autres cas (fève des marais, haricot...), la masse importante des résidus de culture riches en azote contribue à un accroissement non négligeable en automne du reliquat en azote minéral dans le sol. La durée de ces cultures permet la pratique de

la double culture, c'est-à-dire deux cultures légumières se succédant sur la même sole au cours d'une année et pose la question d'une gestion raisonnée de la fumure azotée de la seconde culture. A cela s'ajoute l'application fréquente de matières organiques (fumier, lisier) dont la contribution en azote via la minéralisation reste difficile à estimer et à gérer pour des cultures aussi courtes. En conséquence, la gestion de l'azote en cultures légumières doit s'appliquer à l'ensemble de la rotation pour porter ses fruits. Le rendement (quantité et qualité), qui constitue le revenu de l'agriculteur, et la minimisation des pertes de nitrate vers l'environnement sont les paramètres clés du projet dans l'optique d'un transfert des résultats vers l'industrie de légumes surgelés.

Le projet repose sur 3 axes :

1) Détermination des besoins en azote et établissement de courbes de réponses à l'azote des cultures légumières (épinard/épinard, épinard/haricot, fèves des marais/épinard). Etude de l'outil d'aide à la décision AZOBIL (Inra de Laon, France) dans l'optique d'apporter aux plantes la juste dose en azote (pas de pénalisation du rendement et limitation des pertes en nitrate vers l'environnement) et de pouvoir fournir des informations aux producteurs. Fractionnement de la dose d'azote, notamment à partir des données fournies par des outils de mesure du statut azoté des plantes en cours de culture (teneur en chlorophylle des feuilles à l'aide du Chlorophyllomètre HNT et CropsCan pour la mesure de la réflectance de la lumière par le feuillage).



Figure 5

Fèves des marais 38 jours après la levée (Darion, 02/07/01)

2) Impact de gestions différenciées de la fumure azotée des légumes sur l'évolution du reliquat d'azote minéral, soit sous froment subséquent, soit sous CIPAN (Culture Intercalaire Piège à Nitrate) dans le cas d'une culture de printemps après légumes (betterave, pomme de terre, carotte).

3) Pour le froment ou la culture de printemps qui suit, détermination des effets des légumes sur la culture (rendement, qualité de la production et reliquat en azote minéral dans le sol).

Les résultats de ces recherches ont permis de cerner les phases de croissance de l'épinard et du haricot, principales cultures pour lesquelles la double culture est générale-

ment pratiquée. Ainsi, il apparaît que la croissance de l'épinard est étroitement liée à la fumure azotée, contrairement au haricot capable de fixer l'azote atmosphérique. En outre, la gestion de la fumure azotée avec le logiciel AZOBIL permet d'atteindre un rendement proche de l'optimum et de limiter les pertes en nitrate vers l'environnement. Les mesures effectuées sur les plantes en cours de culture montrent, pour l'épinard, que l'outil de diagnostic HNT n'est souvent discriminant que tardivement, ne permettant plus d'effectuer une correction de fumure (cycle végétatif très court : de 40 à 50 jours). Par contre, la teneur en nitrate de la plante est fortement corrélée à la fumure azotée de la culture et pourrait s'avérer un indicateur pertinent du statut azoté des épinards en début de culture. Les résultats obtenus avec le Cropsan sont en cours d'analyse. Les essais menés avec les CIPAN (moutarde, phacélie, radis, seigle et ray-grass) ont montré l'intérêt, dans tous les cas d'implanter des CIPAN dans un souci environnemental (moins de lessivage pendant l'interculture). En outre leur effet se marque aussi, pour la culture suivante, soit sur le reliquat post-récolte (résidus de récolte plus riches pour la betterave) soit sur le rendement (azote libéré au bon moment pour la pomme de terre). Dans tous les cas étudiés, le seigle apparaît comme le meilleur compromis.

2. Gestion de la fumure azotée de l'endive frisée fine pour lutter contre la nécrose marginale des feuilles:

J.-P. Goffart (Convention CIM/CRA-W)

Depuis 2002 et en collaboration avec le Centre Interprofessionnel Maraîcher (CIM), le département réalise des recherches sur la nécrose marginale en endive frisée fine de plein champ. L'objectif est d'étudier les possibilités d'une gestion raisonnée de la fumure azotée pour réduire l'impact de cette altération physiologique de la plante, tout en maintenant une production suffisante des endives via une alimentation azotée adéquate et en réduisant les reliquats souvent élevés en azote minéral dans le sol après cette culture. Le fractionnement des applications d'engrais azoté basé sur la mesure du statut azoté des plantes est généralement considéré comme une bonne approche pour atteindre ces objectifs. Les possibilités de mesure rapide de la teneur en chlorophylle des feuilles comme indicateur du besoin en azote complémentaire ont été étudiées à l'aide d'un chlorophyllomètre de marque Hydro Agri (modèle HNT). Un essai avec des doses croissantes de fumure azotée a été réalisé en 2003 et en 2004 afin de poursuivre les investigations. A ce stade des recherches, il est clair que la fumure azotée de l'endive doit être ajustée surtout aux fournitures d'azote par le sol pour atteindre les objectifs fixés. D'autres facteurs entrent néanmoins en ligne de compte pour limiter la nécrose marginale. Il apparaît aussi que le chlorophyllomètre peut s'envisager comme outil de gestion des apports complémentaires en azote sur

endives frisées. Les mesures sont suffisamment discriminantes entre doses d'azote en ce qui concerne le prélèvement d'azote par la culture. Par ailleurs, la procédure de mesure et de décision est assez facile à appliquer par le producteur lui-même. Des valeurs seuils HNT de détection d'un besoin en azote complémentaire reste cependant encore à confirmer et à valider.

Agriculture biologique

Fertilisation du froment d'hiver

L. Couvreur

Cette étude a pour objectif de mesurer l'impact d'un apport au printemps de fertilisants sur un froment d'hiver cultivé suivant les modalités de l'agriculture biologique. Au cours des 2 années, des doses croissantes de fientes de volaille issues d'élevages biologiques et d'engrais à base de guano ont été épandues en mars et/ou en avril. Les résultats obtenus en 2003 et 2004 montrent que pour un apport en mars de fientes de volaille équivalent à 160 unités d'azote, l'augmentation de rendement a été de l'ordre de 700 kg de grain par ha. (20 à 26 % d'accroissement). En 2004, l'application de 40 et 80 unités d'azote sous forme d'engrais organiques provenant de guano, farines de plume et de tourteaux a permis d'accroître les rendements respectivement de 755 et de 1724 kg/ha. Quel que soit le type de fertilisant, l'épandage en mars a toujours permis une meilleure efficacité de l'azote.

Agriculture de précision

Etude de la variabilité spatiale des champs pour une gestion raisonnée des intrants

M. Cuvelier et M. Frankinet

La gestion durable et raisonnée est au cœur des débats actuels. Les politiques environnementales se font de plus en plus contraignantes notamment au niveau de la limitation des intrants dans les champs cultivés. Dans ce contexte, la technologie de l'agriculture de précision semble être apte à apporter des éléments de réponse pour mieux gérer les intrants tout en préservant les niveaux de production. Le but est d'appliquer « la bonne dose au bon endroit ». L'objectif du projet est de développer des technologies avancées en vue d'ajuster les pratiques culturales au plus près des besoins de la plante en fonction des hétérogénéités intraparcellaires. L'explication des facteurs d'hétérogénéité des champs étant complexe et fluctuante d'année en année, le CRA-W a tenté de développer une approche plus agronomique que statistique de la problématique. L'objectif est de délimiter des zones plus homogènes (zones d'isopotential de production) au sein des champs et d'évaluer leur comportement face à la modulation d'intrants.

Les protocoles mis au point permettent de construire les courbes de réponse à ces modulations en différents points du champ expérimental. Les champs choisis pour la mise en place de ces essais sont soit des parcelles réputées pour leur homogénéité, soit au contraire, des parcelles en apparence très hétérogènes.

Les données récoltées ont permis d'établir, sur les différents champs suivis, des cartes de rendement observé, de rendement maximal probable (évalué sur base de l'interpolation des rendements pour chaque fumure ou densité), de fumure ou de densité optimale et des cartes de réponse à la modulation d'intrants.

Jachère

Implantation et suivi des mélanges destinés à la jachère faune

L. Couvreur

Dans le cadre d'une convention avec la DGRNE/Direction de la Chasse et de la Pêche, une expérimentation a été mise en place en 2004 visant à sélectionner des plantes de couverture adaptée à la jachère « faune » avec comme objectif final un élargissement éventuel de la liste des espèces autorisées en jachère.

Les différents essais ont montré que certains couverts peuvent satisfaire aux exigences de la bonne pratique agricole mais également répondre aux impératifs liés à une jachère faune. Au niveau de la pratique agricole, le principal objectif consiste en un non-salissement des terres tandis que pour une jachère faune, celle-ci doit offrir tout au long de l'année des possibilités de nourriture, un couvert contre les intempéries, une protection contre les prédateurs ou encore des sites de reproduction.

Parmi les plantes testées, les céréales représentent un « maître choix » tant par leur concurrence exercée sur les adventices que par la possibilité qu'elles laissent au niveau de la circulation entre les lignes de semis. A ce titre, elles pourraient constituer la base du mélange d'une jachère faune sauvage. En ce qui concerne les plantes accompagnantes, le chou, le lin oléagineux, le sarrasin, le millet constituent des réelles sources de nourriture pour la faune (oiseaux, insectes, lièvres,...) sans gêner la circulation de la faune. Le maïs rentre également dans cette gamme mais sa faible concurrence vis-à-vis des adventices l'exclut des plantes que l'on peut recommander en jachère dans un système de non utilisation d'herbicides. En outre, au moment du semis, se pose le problème du choix de la profondeur du semis lorsqu'il est en mélange avec d'autres graines exigeant une profondeur inférieure à la sienne.



6.3. Obtentions végétales

Comparaisons variétales en vue de leur admission au Catalogue national et de leur recommandation

L. Couvreur, J.L. Herman

Les essais réalisés dans le cadre de l'admission au Catalogue national des espèces et variétés ont permis l'inscription des variétés suivantes :

- froment d'hiver : Landrel, Lieven, Tulsa, Anthus, Drees, Allié, Ephoros, Nemocart, Kansas, Anthem, Chorus;
- seigle :-
- épeautre : Stone;
- escourgeon : Palmyra, Mandy, Rosita, Jolival;
- orge d'hiver à 2 rangs : Nativel;
- triticales :-
- avoine de printemps :-
- orge de printemps :-
- pois sec :-
- féverole :-
- pomme de terre :-

En parallèle avec les essais officiels, l'étude des variétés s'est élargie aux variétés issues du catalogue communautaire. Au cours de ces 2 dernières années, le renouvellement variétal s'est confirmé principalement en froment d'hiver.

Les différents essais ont mis en évidence des différences marquées en ce qui concerne la production, les critères de qualités et le comportement vis-à-vis des maladies et de la verse. Si les variétés fourragères ont confirmé leur productivité supérieure, il existe cependant des variétés qui allient bonne qualité boulangère et rendement élevé, très proches des variétés fourragères. Différents essais ont permis de repérer les variétés les plus adaptées aux conditions de production de l'agriculture biologique et d'en tirer des recommandations.

La caractérisation des variétés en relation avec leur résistance ou leur sensibilité au complexe des maladies du feuillage et de l'épi a permis de définir des stratégies de lutte fongicides adaptées aux variétés.

L'année 2004 a été propice pour mettre en évidence les différences de comportement des variétés vis-à-vis de la verse.

En ce qui concerne le colza d'hiver, l'assortiment variétal s'est étoffé davantage et plus particulièrement par l'arrivée de nouvelles associations variétales et de nouveaux hybrides plus productifs mais caractérisés par une sensibilité plus grande au phoma que les lignées classiques.

7. Activités de développement et de service

7.1. Développement

Démonstration et vulgarisation de la stratégie de gestion de la fumure azotée de la pomme de terre - transfert de compétence aux acteurs de terrain pour une vulgarisation à long terme

M. Olivier* en collaboration avec la Fiwap asbl (*RW,DGA - Convention n°2643/2)



figure 6

En collaboration avec la Filière Wallonne de la pomme de terre (Fiwap), la stratégie de gestion fractionnée de la fumure azotée avec l'utilisation du chlorophyllomètre comme outil décisionnel (cfr § 6.2.1) a été démontrée et diffusée. Plusieurs parcelles de démonstration ont été conduites en Wallonie (4 en 2003 et 3 en 2004), un courrier spécifique a été adressé à tous les producteurs wallons de plus de 5 ha de pomme de terre, une plaquette d'information claire et pratique a été éditée et distribuée, des rencontres sur les parcelles de démonstration ont permis aux producteurs et encadreurs de visualiser la mise en place de la technique de fractionnement conditionné et de participer aux mesures au chlorophyllomètre. Un encadrement technique a été proposé aux agriculteurs pour appliquer cette nouvelle façon de gérer l'azote (en 2003 et 2004). En 2004, un plan de transfert de compétence a été mis en pratique pour permettre la pérennité de l'encadrement des producteurs dans l'utilisation de la stratégie. Au cours de rencontres tenues en février, une collaboration claire a été proposée aux acteurs de terrain et aux conseillers techniques actifs dans le domaine de la culture de pomme de terre. Un accord a été établi avec les services extérieurs de la DGA, Direction du Développement et

de la Vulgarisation, le CARAH, Nitrawal, les services agronomiques des usines de transformation (Mac Cain et Farm Frites), plusieurs groupements organisés d'agriculteurs (CETA de Tournai, CETA de Thuin, etc.). En 2003, 15 parcelles ont été suivies par le technicien de la FIWAP engagé dans le cadre du présent projet. En 2004, 60 parcelles ont pu être encadrées grâce à ce transfert de compétence et aux collaborations mises en place.

Rencontre avec les producteurs et les autres acteurs de la filière sur une parcelle de démonstration.

7.2. Service

- Gestion du domaine expérimental de 125 ha en conformité avec les réglementations générales en vigueur au sein des exploitations (règlements PAC, Quotas betteraviers, Politique d'échange paille-fumier). Cette gestion intègre toutes les contraintes spécifiques liées à un domaine expérimental (régularisation des terres entre les essais) et prend également en compte les besoins spécifiques relatifs aux activités d'autres Départements du CRA-W (Production de semences d'obtention gembloutoise, Production de maïs-ensilage, Sélection de nouvelles variétés, Expérimentation sur la protection phytosanitaire, etc.).

- Participation au réseau d'essais mis en place par la Région Flamande pour l'inscription au Catalogue national des variétés de maïs-grain, maïs-ensilage, cultures dérobées (ray grass de Westerwold, moutarde, navet fourrager, colza fourrager, phacélie, vesce), graminées prairiales (ray grass anglais, italien, de Westerwold, fétuque des prés, fléole), chicorée à inuline, lin textile.

- Mise en place des essais post-inscription au Catalogue national en froment d'hiver, froment de printemps, orge de printemps, avoine de printemps, seigle d'hiver, escourgeon, orge d'hiver, avoine d'hiver, triticales, épeautre, pois, colza, cultures dérobées.

- Participation au Groupe du suivi « rendements colza » en vue de la fixation des rendements représentatifs en jachère non-food.

- Participation au groupe d'encadrement technique (GET) de l'action TERRA NOSTRA pour la promotion de la pomme de terre wallonne (cahier de charges et traçabilité).

- Participation au Centre Pilote Pomme de Terre mis en place en 2004 à l'initiative de la DGA du MRW.

- Participation au sein de la Filière Wallonne de la Pomme de Terre - FIWAP asbl (Poste de président depuis mai 2004).

- Participation au sein du Conseil Wallon Filière Pomme de Terre asbl mis en place à l'initiative de l'APAQ-W en 2003 (Poste de trésorier).

- Participation au sein de la Fédération Wallonne Horticole (FWH).

- Encadrement de stages, de travaux de fin d'étude et de doctorats (étudiants belges ou étrangers).

- Mise en place d'un Système Assurance Qualité selon la norme ISO-17025.

Publications

Publications scientifiques avec comité de lecture

ELHERT, P., MOREL, C., FOTYMA, M. and DESTAIN, J.-P. [2003]. Potential role of phosphate buffering capacity of soils in fertilizer management strategies fitted to environment goals. *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 166, 409-415.

GOFFART, J.-P. et OLIVIER, M. [2004]. Management of N-fertilization of the potato crop using total N-advice software and in-season chlorophyll-meter measurements. In "Decision support systems in potato production. Bringing models to practice". Editeurs: D.K.L. MacKerron and A.J. Haverkort. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, p. 68-83. Proceedings of the Third International potato modelling conference, SCRI, Dundee, UK.

GOFFART, J.-P., RENARD, S., FRANKINET, M., SINNAEVE, G., DELVIGNE, A. et MARECHAL J. [2004]. Leaf chlorophyll content measurements for nitrogen fertilization management of curled-leaved endives in open-field. *Acta Horticulturae*, (accepté pour publication).

ROISIN C. [2003]. Quantification de l'hétérogénéité structurale des sols agricoles à partir de données pénétrométriques. Thèse de doctorat. Faculté Universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. 257 pp.

Publications scientifiques libres

GOFFART J.-P., RENARD S., FRANKINET M., SINNAEVE G., DELVIGNE A. et MARECHAL J. [2004]. Leaf chlorophyll content measurements for nitrogen fertilization management of curled-leaved endives in open-field. Poster et abstract (numéro spécial *Italus Hortus*, vol 11, 3, 33-34) présentés au Symposium ISHS "Towards ecologically sound fertilisation strategies for field vegetable production", Perugia, Italie, 7-10 juin 2004.

Publications techniques et de vulgarisation

BUYZE O., DOGUET M.-P., BONTEMPS P.-Y., VANCUTSEM F., HERMAN J.-L., COUVREUR L., MONFORT B., BODSON B. et FALISSE A. [2003]. Les mesures agri-environnementales In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 19 février 2003. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 6 pp.

BODSON B., DESTAIN J.-P., VANCUTSEM F., HERMAN J.-L., POELAERT J., DENUIT J.-P., MONFORT B., COUVREUR L., GOFFART J.-P., FRANKINET M. et FALISSE A. [2003]. Les conseils de fumure azotée. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 19 février 2003. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 26 pp.

BODSON B., DESTAIN J.-P., VANCUTSEM F., HERMAN J.-L., POELAERT J., DENUIT J.-P., MONFORT B., COUVREUR L., GOFFART J.-P., FRANKINET M. et FALISSE A. [2004]. Les conseils de fumure azotée. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 18 février 2004. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 26 pp.

BODSON B., VANCUTSEM F., DESTAIN J.-P., HERMAN J.-L., MONFORT B., COUVREUR L., FRANKINET M. et FALISSE A. [2004]. Fractionnement de la fumure azotée - Deux ou trois fractions ? *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 18 février 2004. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 10 pp.

COUVREUR L. et J.-L. HERMAN [2003]. Le problème de la fusariose de l'épi et des mycotoxines en froment d'hiver : état des connaissances- La variété cultivée- essais multisites en condition naturelles d'infection : analyse 2002 In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 19 février 2003. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 3 pp.

COUVREUR L., HERMAN J.-L., VANCUTSEM F. et BODSON B. [2003]. Comportement des variétés de froment d'hiver vis-à-vis de l'hiver 2002-2003. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis 9 septembre 2003*. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 4 pp.

COUVREUR L., BOURDOUXHE L. et MONTIGNIES E. [2004]. Jachère faune : recherche de couverts adaptés à la petite faune de plaine. Moisson à l'abbaye Bonne Espérance. Binche - Poster

COUVREUR L. et HERMAN J.-L. [2004]. Comportement des variétés de froment d'hiver vis-à-vis des maladies. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 18 février 2004. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 4 pp.

COUVREUR L., VANCUTSEM F., BODSON B. et HERMAN J.-L. [2004]. Froment alternatifs et de printemps. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 18 février 2004. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 4 pp.

COUVREUR L., VANCUTSEM F., BODSON B., WEICKMANS B., HERMAN J.-L., MOREAU J.-M., DE PROFIT M., SINNAEVE G., VAN REMOORTEL V., DEROANNE C., FRANKINET M., MEEUS P. et FALISSE A. [2004]. Le froment d'hiver In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis 9 septembre 2004*. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 25 pp.

DESTAIN J.-P., COUVREUR L., HERMAN J.-L., GOFFART J.-P. et BODSON B. [2003]. L'azote minéral du sol sous froment d'hiver - Situation en fin janvier 2003. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 19 février 2003. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 3 pp.

DESTAIN J.-P., COUVREUR L., HERMAN J.-L., GOFFART J.-P. et BODSON B. [2004]. L'azote minéral du sol sous froment d'hiver - Situation en début février 2004. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales*. 18 février 2004. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 2 pp.

GOFFART J.-P. [2003]. Gestion des risques d'apparition de difformités et de rejet sur tubercules en cours de culture. Dans "Pomme de terre - Recherche et vulgarisation en 2002 en Belgique". Rapport annuel 2002 du CAP, p. 82.

GOFFART, J.-P., SCHYNS H., AGNEESSENS R. et RYCKMANS D. [2003]. Aptitude des variétés de pomme de terre à la conservation à basses températures. Dans "Pomme de terre - Recherche et vulgarisation en 2002 en Belgique". Rapport annuel 2002 du CAP, p. 33-36.

GOFFART J.-P. [2004]. Gestion des risques d'apparition de difformités et de rejet sur tubercules en cours de culture. Recherche et vulgarisation en 2003 en Belgique". Rapport annuel 2003 du CAP, p. 100-102.

GOFFART J.-P. et OLIVIER M. [2004]. Pomme de terre, Conseils de fumures azotées 2004 - Fractionner la fertilisation azotée. Sillon Belge du 30 avril 2004, p. 9.

GOFFART J.-P., SCHYNS H., AGNEESSENS R. et RYCKMANS D. [2004]. Aptitude des variétés à la conservation à basses températures. Dans "Pomme de terre - Recherche et vulgarisation en 2003 en Belgique". Rapport annuel 2003 du CAP, p. 35-38.

MONFORT B., HERMAN J.-L., BODSON B., COUVREUR L., WEICKMANS B., VANCUTSEM F., MOREAU J.-M., DE PROFIT M., MEEUS P., FRANKINET M. et FALISSE A. [2003]. Escourgeon et orge d'hiver fourragers. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis 9 septembre 2003*. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 14 pp.

MONFORT B., HERMAN J.-L., BODSON B., COUVREUR L., WEICKMANS B., VANCUTSEM F., MOREAU J.-M., DE PROFIT M., STEYER S., MEEUS P., FRANKINET M. et FALISSE A. [2004]. Escourgeon et orge d'hiver fourragers. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis 9 septembre 2004*. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 14 pp.

MOREAU J.-M., COUVREUR L. et VANCUTSEM F. [2003]. Traitement de semences de froment d'hiver contre le piétin-échaudage. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis 9 septembre 2003*. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 4 pp.



OLIVIER M., GOFFART J.-P. et HISTACE B. [2003]. Stratégie de gestion de la fertilisation azotée en culture de pomme de terre de consommation. Fiche technique, 4 pp.

OLIVIER M., GOFFART J.-P., HISTACE B. et BROGNIEZ L. [2003]. Compte-rendu de l'application de la nouvelle stratégie de gestion de la fumure azotée en culture de pomme de terre de consommation. Dans "Pomme de terre - Recherche et vulgarisation en 2002 en Belgique". Rapport annuel 2002 du CAP, p. 67-70.

OLIVIER M. [2004]. En pomme de terre, on interroge les plantes pour connaître leur besoin en azote. Dans le périodique CRAW-Info n°2 du Centre de Recherches Agronomiques, p. 1.

OLIVIER M. [2004]. Fertilisation azotée : Nouvelles de la campagne de mesures au chlorophyllo-mètre. Périodique FIWAP-Info n°83, p. 14-17.

OLIVIER M., GOFFART J.-P. et HISTACE B. [2004]. Fractionnement des apports azotes conditionné par le chlorophyllo-mètre. Recherche et vulgarisation en 2003 en Belgique". Rapport annuel 2003 du CAP, p. 51-56.

POELAERT J., COUVREUR L., WEICKMANS B., BODSON B., HERMAN J.-L., FALISSE A. et MONFORT B. [2003]. Les dégâts d'hiver en céréales : comment minimiser leur impact ? In : Fumure et protection phytosanitaire des céréales. 19 février 2003. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 10 pp.

RENARD S. [2004]. « Optimisation de l'efficacité de l'azote dans des rotations intégrant les cultures de légumes industriels en Hesbaye ». Rapport d'activité 2003 du projet RW 1015. janvier 2004, 76 pp.

RENARD S. [2004]. « Recherche : Une meilleure intégration des légumes industriels dans les rotations » dossier dans : Les Nouvelles de l'Hiver, Ministère de la Région Wallonne, 1er trimestre 2004, p. 19-21.

ROISIN C. [2003]. Les techniques culturales sans labour. Les conséquences pour le sol et les cultures (I). Le Sillon belge, 28 novembre, p.11-12.

ROISIN C. [2003]. Les techniques culturales sans labour. Les conséquences pour le sol et les cultures (II). Le Sillon belge, 5 décembre, p.11.

ROISIN C. [2004]. Techniques de semis sans labour. Quelques recommandations au niveau du travail du sol. In : Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis. 9 septembre 2004. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 4 pp.

ROISIN C. [2004]. Techniques de semis sans labour. Comment travailler le sol avant un semis de froment. Le Sillon belge, 8 octobre, p.10-11.

SINNAEVE G., LENARTZ J., HERMAN J.-L., COUVREUR L., BODSON B., VANCUTSEM F., FALISSE A., DARDENNE P., OGER R., CHANDELIER A., DETRIXHE P., CAVELIER M. et GOFFAUX M.-J. [2003]. Aperçu de la qualité des froments d'hiver en 2003. In : Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis 9 septembre 2003. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 9 pp.

SINNAEVE G., LENARTZ J., VANCUTSEM F., BODSON B., FALISSE A., HERMAN J.-L., COUVREUR L., DARDENNE P., OGER R., CHANDELIER A., DETRIXHE P., CAVELIER M. et GOFFAUX M.-J. [2004]. La qualité des froments d'hiver en 2004? In : Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis. 9 septembre 2004. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 25 pp.

VANCUTSEM F., COUVREUR L., BODSON B., WEICKMANS B., HERMAN J.-L., MOREAU J.-M., DE PROFIT M., SINNAEVE G., VAN REMOORTEL V., DEROANNE C., FRANKINET M., MEEUS P. et FALISSE A. [2003]. Le froment d'hiver
In : Fumure et protection phytosanitaire des céréales. Informations avant les semis 9 septembre 2003. Falisse A., MEEUS P. (eds) FUSA et CRAW Gembloux, 27 pp.

VANDERGETEN J.-P. et ROISIN C. [2004]. Techniques culturales sans labour en culture de betterave sucrière. Les Guides techniques de l'IRBAB, 22 pp.

VANHAVERBEKE P. et GOFFART J.-P. [2003]. Conditions de croissance en pomme de terre en 2002. Dans "Pomme de terre - Recherche et vulgarisation en 2002 en Belgique". Rapport annuel 2002 du CAP, p. 1-2.

Conférences

COUVREUR L. et HERMAN J.-L. 2003. Les résultats des essais de Villers-l'Évêque. Réunion Moulins Bodson, Villers l'Évêque, Belgique, 9 janvier 2003.

COUVREUR L. 2004. Bilan de la campagne écoulée, résultats des essais 2002-2003 en colza d'hiver. Association pour la Promotion des protéagineux et des Oléagineux, Cerfontaine, Belgique, 13 août 2003.

COUVREUR L. 2003. Les dégâts de froid sur les variétés de froment d'hiver. Réunion SEMZABEL Section céréales, Fraire, Belgique, 22 mai 2003.

COUVREUR L. 2003. Présentation des résultats de la moisson 2003. Réunion CETA Wavre-Perwez- Jodoigne, Walhain, Belgique, 2 septembre 2003.

COUVREUR L. 2003. Résultats des essais en froment d'hiver, épeautre et colza – conclusions et conseils pour les semis. Réunion Comices agricoles et CETA du Condroz et de Famenne-Ardenne, Ciney, Belgique, 5 septembre 2003.

COUVREUR L. 2003. La récolte 2003 en céréales et les enseignements à en tirer. Réunion Comice agricole et CETA de Basse Hesbaye, Juprelle, Belgique, 16 septembre 2003.

COUVREUR L. 2003. Résultats des essais régionaux en céréales (variétés et phytotechnie) – Quelles variétés pour les prochains semis ? Réunion Comices agricoles de Thuin et de Chatelet-Gerpinnes, Nalinnes, Belgique, 17 septembre 2003.

COUVREUR L. 2003. Bilan de la saison céréales 2003. Réunion CETA Entre-Sambre et Meuse, Tarcienne, Belgique, 18 septembre 2003.

COUVREUR L. 2003. Résultats de la saison céréales 2003. Réunion Coopérative Centragro, Estinnes, Belgique, 19 septembre 2003.

COUVREUR L. 2003. Résultats des essais variétaux en céréales pour 2003, conclusions et conseils pour les prochains semis. Réunion Comice du Condroz liégeois, Strée, Belgique, 22 septembre 2003.

COUVREUR L. 2003. Résultats des essais variétaux en céréales pour 2003, conclusions et conseils pour les prochains semis. Réunion Centre de Gestion et d'Études agricoles de Fairon et environs, Comblain La Tour, Belgique, 23 septembre 2003.

COUVREUR L. 2003. Présentation des résultats des essais sur différentes variétés de froment et traitements fongicides. Réunion Comice de Nivelles-Genappe, Nivelles, Belgique, 25 septembre 2003.

COUVREUR L. 2004. Donner un plus à la qualité du froment. Réunion Moulins Bodson Villers, l'Évêque, Belgique, 8 janvier 2004.

COUVREUR L. 2004. Comportement des variétés de froment d'hiver vis-à-vis des maladies. Réunion Livre Blanc, Gembloux, Belgique, 18 février 2004.

COUVREUR L. 2004. Bilan de la campagne écoulée, résultats des essais APPO et CRAW en colza d'hiver. Association pour la Promotion des protéagineux et des Oléagineux, Cerfontaine, Belgique, 17 août 2004.

COUVREUR L. 2004. Phytotechnie des variétés de froment : Résultats des essais et conclusions. Réunion Comices agricoles et CETA du Condroz et de Famenne-Ardenne, Ciney, Belgique, 14 septembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Résultats des essais régionaux en céréales d'hiver (variétés et phytotechnie) – Quelles variétés pour les prochains semis ? La semence : du croisement à la variété. Réunion Comices agricoles de Thuin et de Chatelet-Gerpinnes, Nalinnes, Belgique, 17 septembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Résultats des essais variétaux en céréales pour 2004, conclusions et conseils pour les prochains semis. Réunion Comice du Condroz liégeois, Strée, Belgique, 20 septembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Résultats des essais variétaux en céréales pour 2004, conclusions et conseils pour les prochains semis. Réunion Centre de Gestion et d'Études agricoles de Fairon et environs, Comblain La Tour, Belgique, 21 septembre 2004.

COUVREUR L. 2004. La récolte 2004 en céréales et les enseignements à en tirer. Réunion Comice agricole et CETA de Basse Hesbaye, Juprelle, Belgique, 22 septembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Résultats des essais variétaux 2004. Réunion Coopérative Centragro, Estinnes, Belgique, 24 septembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Présentation des résultats de la moisson 2004. Réunion CETA Wavre-Perwez- Jodoigne, Perwez, Belgique, 28 septembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Présentation des résultats des essais sur différentes variétés de froment et traitements fongicides. Réunion Comice de Nivelles-Genappe, Nivelles, Belgique, 29 septembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Création d'une variété de froment – Quel cheminement depuis le croisement jusqu'à l'arrivée chez l'agriculteur ? Réunion Société Coopérative SCAM, Momalle, Belgique, 15 novembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Création d'une variété de froment – Quel cheminement depuis le croisement jusqu'à l'arrivée chez l'agriculteur ? Réunion Société Coopérative SCAM, Thisnes, Belgique, 16 novembre 2004.

COUVREUR L. 2004. Création d'une variété de froment – Quel cheminement depuis le croisement jusqu'à l'arrivée chez l'agriculteur ? Réunion Société Coopérative SCAM, Soignies, Belgique, 17 novembre 2004.

GOFFART J.-P. 2003. Gestion de l'humidité du sol par l'irrigation en début de végétation: un moyen de contrôle partiel de la gale commune de la pomme de terre. Colloque technique "Les gales de la pomme de terre", SIMA Paris, 25 février 2003, Paris, France.

GOFFART J.-P. 2003. Conservation des pommes de terre à basses températures. Séminaire FIWAP "Conservation des pommes de terre", Nivelles, 18 décembre 2003.

GOFFART J.-P. 2004. Bewaring aardappel rassen bij lage temperaturen. Séminaire PCA, Kruishoutem, 25 février 2004.

OLIVIER M. et GOFFART J.-P. 2004. Nouvelle stratégie de gestion de la fumure azotée en culture de pomme de terre. Réunion CETA de Hannut, Hannut, Belgique, 26 mai 2004.

OLIVIER M. 2004. Impact de la gestion de l'interculture sur la culture de pomme de terre qui suit au point de vue du raisonnement de la fumure azotée et des résultats quantitatifs et qualitatifs. Réunion CETA de Tournai, Molembais, Belgique, 22 juin 2004.

RENARD S. 2004. Impact des CIPAN sur le lessivage du nitrate en interculture et effet sur le conseil de fumure, le rendement et le reliquat en azote minéral du sol de la pomme de terre subséquente. Réunion CETA de Leers-Nord, Leers-Nord, Belgique, 22 juin 2004.

ROISIN C. 2003. La structure du sol et les techniques culturales sans labour. Réunion planteurs de betteraves, Société Pype, Brugelette, Belgique, 14 janvier 2004.

ROISIN C. 2003. La structure du sol et les techniques culturales sans labour. Réunion planteurs de betteraves, Société Pype, Kain, Belgique, 16 janvier 2004.

ROISIN C. 2003. Les techniques culturales sans labour. Les conséquences pour le sol et les cultures. Réunion entrepreneurs agricoles, Foire agricole de Libramont, Libramont, Belgique, 28 juillet 2003.

ROISIN C. 2003. Travail du sol et structure du sol. Réunion entrepreneurs agricoles, Société Sudzucker, Nivelles, Belgique, 25 septembre 2003.

ROISIN C. 2003. Travail du sol et structure du sol. Réunion Jeune CETA d'Entre Sambre et Meuse, St Gérard, Belgique, 7 octobre 2003.

ROISIN C. 2004. Gérer la structure du sol. Pourquoi ? Comment ? Réunion planteurs de betteraves, Société Pype, Nivelles, Belgique, 13 janvier 2004.

ROISIN C. 2004. Gérer la structure du sol. Pourquoi ? Comment ? Réunion planteurs de betteraves, Société Pype, Momalle, Belgique, 20 janvier 2004.

ROISIN C. 2004. Gérer la structure du sol. Pourquoi ? Comment ? Réunion Société Pype, Meux, Belgique, 21 janvier 2004.

ROISIN C. 2004. Problématique de la gestion de la structure du sol en liaison avec les options labour et non-labour. Réunion entrepreneurs agricoles, Société Rosier, Chimay, Belgique, 22 janvier 2004.

ROISIN C. 2004. Travail du sol et structure du sol. Réunion CETA d'Eghezée, Eghezée, Belgique, 28 janvier 2004.

ROISIN C. 2004. Le travail du sol en culture de chicorée à inuline. Réunion planteurs de chicorée, Société Warcoing Industrie, Tournai, Belgique, 4 février 2004.

ROISIN C. 2004. Les techniques culturales sans labour. Les conséquences pour le sol et les cultures. Séminaire érosion, Salon AGRIBEX, Bruxelles, Belgique, 12 février 2004.

ROISIN C. 2004. Interaction entre l'état structural du sol et le développement du maïs en non labour. Réunion planteurs de maïs, Soirée d'étude CIPF, Nivelles, Belgique, 1 mars 2004.

ROISIN C. 2004. Le travail du sol en culture de chicorée à inuline. Réunion planteurs de chicorée, ORAFI, Gembloux, Belgique, 2 mars 2004.

ROISIN C. 2004. Pourquoi et comment un agronome de terrain devient « agrono-mètre ». Printemps de Sciences, Gembloux, Belgique, 23 mars 2004.

ROISIN C. 2004. Techniques de travail du sol labour. Résultats de 15 ans d'expérimentation. Réunion agriculteurs, Société TMCE, Epehy (Aisnes), France, 19 mai 2004.

ROISIN C. 2004. Caractérisation de l'état structural des sols agricoles. Réunion agriculteurs, Société TMCE, Gozée, Belgique, 4 juin 2004.

ROISIN C. 2004. Caractérisation de l'état structural des sols agricoles. Réunion agriculteurs, Société TMCE, Gozée, Belgique, 17 juin 2004.

ROISIN C. 2004. Techniques de semis sans labour. Quelques recommandations au niveau du travail du sol. Réunion Livre Blanc, Gembloux, Belgique, 18 septembre 2004.

ROISIN C. 2004. Techniques de travail du sol labour. Résultats de 15 ans d'expérimentation. Réunion GREENOTEC, Gembloux, Belgique, 16 novembre 2004.

D3

D é p a r t e m e n t L U T T E B I O L O G I Q U E E T
R E S S O U R C E S P H Y T O G E N E T I Q U E S



Unité de phytopathologie
rue de Liroux, 4
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 03 33
fax : +32 (0) 81 62 03 49

e-mail : dptbio@cra.wallonie.be

Unité de zoologie
chemin de Liroux, 2
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 56 80
fax : +32 (0) 81 62 56 89

e-mail : dptbio@cra.wallonie.be



1. MISSION

Protection des plantes : identification des agents pathogènes et des ravageurs, épidémiologie des maladies, dynamique des populations de ravageurs, mise au point de méthodes de lutte biologique et intégrée en vue d'une production de qualité qui minimise les risques pour l'environnement et la santé humaine

Gestion de la biodiversité agricole : conservation, caractérisation et valorisation de ressources génétiques en cultures fruitières et en grandes cultures. Création de variétés d'épeautre, de froment, d'orge et de pommier répondant aux objectifs de l'agriculture durable.

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

5 statutaires et 12 contractuels

2.1. Chef de département

M. Cavelier, *Inspecteur général scientifique*

2.2. Scientifiques

S. Abras, *Attaché scientifique (DGRNE) depuis le 01/02/04*
 A. Antofie, *Attaché scientifique (UE, SPP Politique scientifique)*
 A. Barbier, *Attaché scientifique jusqu'au 31/10/04*
 A. Chandelier, *Attaché scientifique*
 D. De Merlier, *Attaché scientifique (DGRNE) jusqu'au 31/01/04*
 A. Dekeyser, *Attaché scientifique*
 P. Detrixhe, *Attaché scientifique (SPF-Santé publique), entré en fonction comme assistant le 01/02/03*
 C. Fassotte, *Attaché scientifique*
 H. Hautier, *Attaché scientifique (SPF Santé publique), entré en fonction comme assistant le 01/09/03.*
 L. Jamar, *Attaché scientifique (DGA)*
 J.P. Jansen, *Attaché scientifique*
 M.H. Kestemont, *Assistante (SPF Santé publique) jusqu'au 31/01/03*
 M. Lateur, *Attaché scientifique*
 B. Lefrancq, *Attaché scientifique (DGA)*
 T. Mahaut, *Attaché scientifique (DGRNE) jusqu'au 30/11/04*
 A. Michotte, *Attaché scientifique (DGRNE) à partir du 01/12/04*
 S. Schmitz, *Attaché scientifique*
 S. Steyer, *Attaché scientifique*
 N. Viatour, *Assistante (SPF Santé publique) jusqu'au 30/08/03*
 I. Villette, *Attaché scientifique (RW-EU)*
 A. Rondia, *Attaché*

3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX

- Agrobiopôle Wallon, Groupes de travail Horticulture et Agrosystèmes
- Centre Agricole pour le Développement des cultures Céréalières et Oléo-protéagineuses (CADCO)
- Comité de Concertation Pépinières, RW (DGA)
- Comité Régional PHYTO
- Comité de Biosécurité de l'Institut Scientifique de la Santé Publique - Sous-comité des écotoxicologues (SPF Santé publique)
- Comités de rédaction de BASE, de Parasitica et du Fruit Belge

- Comité Directeur « Convention sur la Diversité Biologique » (CBD)
- Comités techniques du Centre Fruitier Wallon (CEF) et du Centre d'Essais Horticoles de Wallonie à Ormeignies (CEHW)
- Commission consultative arboriculture fruitière du Centre Technique Horticole (CTH)
- Conseil d'administration de l'asbl « Pépinière Belge » (P.B.B.)
- Conseil de Filière Wallonne des Produits Horticoles Comestibles (CFWPHC)
- Conseil Supérieur d'Hygiène
- Contrat de rivière Semois & affluents
- FUSAGx, collaborateurs scientifiques
- Groupement interprofessionnel belge des semences (INTERSEMZA)
- Groupe de contact « Stratégie nationale pour l'application de la « Convention sur la Diversité Biologique » (SPP Politique scientifique)
- Groupe de travail « Production intégrée en cultures fruitières » du Fonds pour la Production et la Protection des Végétaux et Produits végétaux (SPF Santé publique)
- Groupe de travail 'Pépinières' du Fonds pour la Production et la Protection des Végétaux et Produits végétaux (SPF Santé publique)
- Groupe de travail pour l'élaboration du catalogue national des variétés, section céréales (MA)
- Stichting Professor Albert Soenen, membre du jury.

4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX

- Association Française pour la Conservation des Espèces Végétales (AFCEV), Paris
- Association internationale des sélectionneurs (ASSINSEL)
- Centre International de Recherche Pomologique et de Documentation Fruitière, membre du conseil d'administration, Alès, France.
- Centre Régional de Ressources Génétiques de l'Espace Naturel, membre du Conseil scientifique, Lille, France.
- Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture de la F.A.O., expert belge
- Commission Suisse pour la Conservation des Plantes Cultivées, expert en ressources génétiques fruitières.
- ECP/GR European Pyrus Database, co-responsable de la base de données
- Groupe de Travail « Pesticides et organismes utiles » de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB)
- ISHS (International Society for Horticultural Sciences) et EUCARPIA (European Association for Research on Plant Breeding), member.
- National Focal Point of the National Plant Genetic Resources Inventory of Belgium, ECP/GR & European Plant Genetic Resources Search Catalogue (EURISCO)
- OCDE, Task Force on Biological Resources Centres (BRC), expert national pour les ressources phyto-génétiques (SPP Politique scientifique)
- Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée (OILB), représentant du SPF Santé publique

- Point de contact national auprès de la F.A.O. pour la mise en œuvre de la CBD (Convention on Biodiversity)
- Programme Coopératif Européen pour les Réseaux de Ressources Phyto-génétiques (ECP/GR) de l'IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute), National Coordinator et membre du Steering Comity; Présidence du *Malus/Pyrus* Working Group et représentant national des Prunus, Barley et Wheat Working Groups.
- UPOV, expert belge (SPF Santé publique) pour l'élaboration de principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères distinctifs, de l'homogénéité et de la stabilité pour les espèces *Malus* et *Pyrus*

5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES

La protection des plantes constitue un des facteurs clefs de l'économie agricole et de la protection de l'environnement en limitant l'impact des maladies et des ravageurs indigènes et en contrôlant l'introduction et la dissémination d'organismes nuisibles dommageables aux plantes sauvages ou cultivées dans les écosystèmes agricoles et naturels.

Le Département consacre une part importante de ses activités à l'identification des agents pathogènes et des ravageurs, et à la mise au point de techniques de détection rapides et fiables permettant d'étudier l'épidémiologie des maladies et la dynamique des populations de ravageurs. Ces études conduisent à l'élaboration de nouvelles stratégies de lutte en productions intégrées et biologiques, principalement axées sur le choix de variétés peu sensibles aux maladies, la prévention et l'utilisation de produits phytosanitaires les moins nuisibles sur le plan environnemental, notamment en matière d'écotoxicologie et en matière de résidus. Leur mise en œuvre passe par la diffusion de conseils et d'avisements aux agriculteurs, pépiniéristes et gestionnaires de terrain, l'édition de fiches descriptives sur les maladies, les ravageurs et les variétés résistantes, ainsi que de listes de sélectivité des pesticides à l'égard des arthropodes utiles.

Les travaux du Département s'inscrivent dans la problématique mondiale de la conservation et de la valorisation des ressources génétiques dont la diversité est le fondement même de l'agriculture durable et une des clefs qui permettra aux agriculteurs d'appréhender la logique de la nouvelle réforme de la PAC. A cet égard, la recherche publique se doit d'ouvrir la voie qui aidera l'agriculture de demain à intégrer les nouvelles données socio-économiques. C'est pourquoi le Département met l'accent sur la création et la promotion de variétés de céréales et de variétés fruitières peu exigeantes en intrants, dont l'objectif est d'assurer à la fois la rentabilité des exploitations et la protection de l'environnement tout en répondant aux besoins des transformateurs et des consommateurs. L'utilisation de ces nouvelles variétés implique une certaine désintensification de la production et, par conséquent, un changement de politique à l'égard de l'utilisation de certains intrants dont la nécessité doit être remise en question non seulement pour des raisons de compétitivité des produits sur les marchés mais également

pour les raisons sociétales évoquées plus haut. Ce challenge est possible de par le haut niveau de technicité des exploitations agricoles qui a conduit à améliorer sans cesse les rendements et dont le progrès génétique est aujourd'hui le principal moteur. A cet égard, l'évaluation et la caractérisation du matériel végétal en collection, dans le cadre de réseaux européens de ressources phytogénétiques, offrent de nouvelles perspectives de valorisation qui sont encouragées par une politique de diversification des filières de production, y compris l'agriculture biologique, où la traçabilité est déterminante pour la gestion de la qualité des produits.

Le Département assure lui-même, pour une large part, le développement et la vulgarisation des résultats de ses recherches. Il entretient également de nombreux contacts avec le public grâce à ses activités de service.

6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES

6.1. Lutte biologique et intégrée en phytopathologie et en zoologie appliquée

Maladies fongiques

1. Développement d'un modèle de prévision du risque de contamination des récoltes de froment d'hiver par des fusario-toxines

P. Detrixhe, A. Chandelier, M. Cavalier

(en collaboration avec la Section Biométrie, Agrométéorologie et Gestion des données, ainsi qu'avec le Département Qualité des productions agricoles)

Les céréales peuvent être contaminées par des substances toxiques, appelées mycotoxines, dont certaines sont produites au champ par des champignons du genre *Fusarium*, responsables de la fusariose de l'épi. Ces métabolites résistent en général très bien aux processus de transformation et peuvent donc se retrouver dans les produits finis (pain, bière, biscuits...). Leurs effets sur la santé varient selon les quantités ingérées et le type de molécule. Certaines, comme les toxines T2 et HT2 sont potentiellement cancérigènes. Pour répondre aux inquiétudes de la filière (agriculteurs, collecteurs, meuniers) et des consommateurs, mais aussi pour faire face aux exigences européennes en matière de teneurs maximales autorisées dans l'alimentation, le laboratoire de mycologie du Département, en collaboration avec la section Biométrie du CRA-W, étudie la problématique des fusario-toxines (mycotoxines produites par les *Fusarium*) depuis 2001 dans le cadre d'un projet subventionné par le SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement. Les travaux réalisés visent à établir un état des lieux du niveau de contamination des récoltes de froment d'hiver par le déoxynivalénol (en abrégé «DON»), une des fusario-toxines les plus fréquentes), à identifier les différentes espèces de *Fusarium* toxigènes présentes au niveau des grains, et à collecter des informations météorologiques et culturelles visant à développer un modèle de prévision du

risque fusariose de l'épi. La surveillance menée depuis 2001 montre que les récoltes ne sont pas nécessairement indemnes de contamination par le DON, et que les conditions météorologiques au moment de la floraison du froment jouent un rôle important dans le développement de la maladie. Quatre espèces de *Fusarium* toxigènes se retrouvent généralement au niveau des grains, *F. graminearum* et *F. avenaceum* étant les espèces les plus fréquentes. Une cartographie du risque de contamination en DON basée sur des données météorologiques a été développée à l'échelle de la Belgique. Les données collectées au niveau de stations météorologiques (données de base) et du radar de l'IRM situé à Libramont (occurrence d'événements pluvieux) sont traitées pour être applicables à des mailles de 1 km². Les calibrages réalisés mettent en évidence le caractère multifactoriel de l'infection et la nécessité d'affiner le calcul du risque.

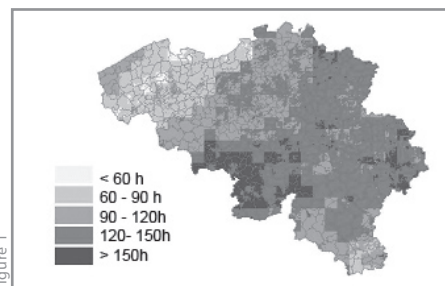


Figure 1. Cartographie du risque de contamination en DON sur base de données météorologiques (nombre d'heures durant lesquelles les conditions météorologiques étaient favorables au développement de la maladie durant la période de floraison du froment) - Données 2003 - (carte réalisée par D. Buffet, Section Biométrie du CRA-W)

Le projet, par le biais de réunions techniques avec les agriculteurs, vise aussi à proposer une liste de «bonnes pratiques agricoles» pour réduire le risque de contamination des récoltes par le DON. Dans ce contexte, une évaluation de la sensibilité à la fusariose de l'épi et à l'accumulation de DON d'un panel de variétés de froment d'hiver disponibles sur le marché a été réalisée en 2004 par inoculation artificielle avec des macroconidies de *F. graminearum*, *F. culmorum* et *F. avenaceum*. Les premiers résultats mettent en évidence une variabilité de réponse importante entre variétés tant au niveau de la sévérité de l'infection que de l'accumulation en DON.

2. Les maladies fongiques en pépinière d'ornement

S. Schmitz

Le nombre de fongicides agréés pour certaines « petites cultures », telles les cultures de pépinière ornementale ou forestière, est relativement restreint en raison de leur part de marché trop limitée pour susciter l'intérêt des sociétés de protection phytosanitaire. Cette situation entraîne l'utilisation fréquente de fongicides non-agrésés sans connaissance de leur action réelle contre l'agent pathogène visé ni de la dose minimale garantissant une efficacité. Elle conduit de cette manière à de nombreuses applications inefficaces ainsi qu'à des surdosages systématiques

qui contribuent à l'accumulation de pesticides dans les écosystèmes. Outre une limitation de ces excès, l'agrégation d'un nombre plus important de fongicides en petites cultures permet de diversifier leur usage et réduit ainsi le risque d'apparition de résistances développées par certains micro-organismes vis-à-vis des produits utilisés. Pour ces différentes raisons, un des projets du laboratoire de mycologie concerne la mise en place d'essais en vue de l'extension d'agrégation de fongicides. La démarche suivie consiste dans un premier temps en la réalisation d'un essai préliminaire *in vitro* permettant de sélectionner les fongicides les plus efficaces contre le champignon pathogène étudié. Les fongicides les plus prometteurs font ensuite l'objet d'une évaluation dans un essai en plein champ. Des travaux ont été menés dans le but de perfectionner les méthodes d'évaluation de fongicides *in vitro* aussi bien en mesurant leur effet sur la croissance mycélienne que sur la germination de spores. Les techniques mises au point ont été exploitées dans le but d'identifier quelques fongicides présentant *in vitro* une efficacité contre *Botrytis cinerea*, *Pycnostysanus azalea*, *Verticillium dahliae* et *Chondrostereum purpureum*.

Dans ce contexte, des essais débutés au cours de la biennale précédente ont permis d'évaluer l'efficacité *in vitro* et en pépinière de différents fongicides contre un champignon du genre *Phoma* associé à des canchres rencontrés sur semis de frêne. Sur base des résultats obtenus, une extension d'agrégation du fongicide Topsin M 500 SC (thiophanate-méthyl) a été accordée pour le contrôle de cet agent pathogène en pépinière d'arbres et arbustes ornementaux.

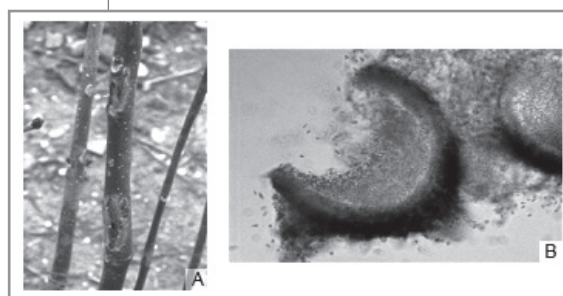


Figure 2. Canchre à *Phoma exigua* sur *Fraxinus excelsior*.

A : symptômes sur tiges.

B : pycnide libérant des conidies.

3. La maladie du plomb

S. Schmitz et M. Lateur

Depuis 2003, une récurrence de la maladie du plomb due au champignon pathogène *Chondrostereum purpureum* a été constatée dans les vergers belges. Les cas rencontrés concernaient principalement des vergers de poiriers 'Conférence' et 'Concordé' ainsi que des pommiers cidricoles de la variété 'Major'. Aucune matière active n'est agréée à l'heure actuelle en Belgique pour lutter contre la maladie du plomb et seuls des moyens de lutte préventifs, reposant essentiellement sur l'élimination des foyers d'infection et l'hygiène des plaies de taille, peuvent être préconisés. Plusieurs essais ont dès lors été entrepris afin de fournir quelques éléments de réponse quant aux possibilités de lutte par l'utilisation de fongicides, d'agents antagonistes ou de variétés

moins sensibles. Un dispositif expérimental a été mis en place en verger de poiriers 'Conférence' afin d'évaluer vis à vis de la maladie du plomb l'efficacité de fongicides présélectionnés lors d'un essai *in vitro*. La bibliographie fait par ailleurs état de résultats encourageants obtenus en lutte biologique par la protection des plaies de taille avec des champignons antagonistes du genre *Trichoderma*. Dans le but de développer une stratégie de lutte intégrant à la fois des moyens chimiques et biologiques, un fongicide n'inhibant que faiblement la croissance de *T. harzianum* a été identifié comme intéressant dans le cadre de la lutte intégrée. Les aspects de résistance variétale à la maladie du plomb ont enfin été abordés lors d'essais d'inoculation de différentes variétés de poiriers et pommiers avec *C. purpureum*.

4. Recherche de nouveaux moyens de lutte biologique contre les maladies des plantes basés sur la résistance systémique induite : application en cultures fruitières et en grandes cultures.

B. Lefrançois, M. Lateur

Outre l'introduction des variétés moins sensibles aux maladies et l'amélioration des techniques de pulvérisation, une autre approche, parmi les recherches menées pour faire progresser les techniques de lutte intégrée, consiste à induire une résistance chez les plantes grâce à l'emploi d'agents « éliciteurs » (AE). Ceux-ci sont capables de déclencher un système de défense naturel propre à la plante par l'activation de certains gènes restant sinon inexprimés. Il ne s'agit plus d'une lutte directe contre les pathogènes mais bien d'un moyen de lutte biologique faisant intervenir des réactions de défense de la plante qui sont assimilées, par analogie, au principe de la vaccination.

La résistance systémique induite (RSI) chez les plantes présente six caractéristiques intéressantes: (i) la possibilité d'utiliser des substances élicitrices d'origine naturelle, des composés relativement simples et peu coûteux, (ii) la polyvalence et le large spectre d'action, (iii) l'action de type multi-sites, non spécifique et donc durable, rendant l'apparition de pathogènes résistants peu probable (iv) l'effet souvent systémique et persistant dans les plantes, d'où la terminologie généralement utilisée de Résistance Systémique Induite (RSI), (v) outre les maladies fongiques, la possibilité de lutter contre des maladies bactériennes et virales pour lesquelles on ne dispose que de peu de moyens de protection, (vi) la possibilité d'appliquer la RSI sur des variétés sensibles très largement commercialisées. Malgré les perspectives très prometteuses de la RSI, de nombreuses questions restent néanmoins en suspens concernant la nature des agents inducteurs, leur efficacité au champ, la durée de la protection qu'ils confèrent, leur mode d'action, leur innocuité ainsi que le calendrier des schémas d'application et finalement la question de la formulation qui conditionne leur utilisation dans la pratique. L'objectif du projet est de mettre en évidence des substances d'origine naturelle susceptibles

d'activer les mécanismes de défense naturelle contre la tavelure du pommier. Les nouveaux composés qui sont envisagés proviennent soit d'extraits de plantes et d'algues, de minéraux ou de micro-organismes. L'interaction dynamique entre le niveau de résistance naturel de certaines variétés de pommes et leur réaction de défense provoquée par différents agents inducteurs, constitue une voie d'approche très intéressante. Lors de la première année du projet (2004), un criblage d'efficacité de douze agents éliciteurs, connus ou nouveaux, a été réalisé sur jeunes plantes issues de semis, en les comparant avec des substances à action similaire. Un test *in vitro* a été mené avec des composés minéraux afin de déterminer leur degré de propriété fongicide vis-à-vis de la tavelure (*Venturia inaequalis*). Afin d'étudier l'interaction cultivars-RSI, une expérimentation préliminaire a consisté à inoculer deux agents éliciteurs à quatre variétés présentant un gradient de résistance à la tavelure. Enfin, un essai est en cours sur semis dans le but de tester les méthodes d'analyse les plus adaptées pour mettre en évidence le phénomène de résistance systémique induite (mesure d'activités enzymatiques, mesure des composés phénoliques totaux ou mesure du dégagement d'oxygène et de l'activité chlorophyllienne).

Le test d'agents éliciteurs en conditions réelles sera possible grâce à la plantation d'un nouveau verger lors de l'hiver 2004-2005. Une combinaison d'agents biotiques, applicables au niveau du sol, avec d'autres agents éliciteurs, pulvérisables sur le feuillage, est prévue dans le dispositif expérimental. Le projet est subventionné par la Division de la Recherche, du Développement et de la Qualité de la DGA.

5. La protection phytosanitaire en culture biologique du pommier.

L. Jamar, M. Lateur

La plupart des variétés commerciales actuelles ne sont pas bien adaptées à la culture biologique étant donné leur grande sensibilité vis-à-vis des maladies fongiques et, en particulier, vis à vis de la tavelure causée par *Venturia inaequalis*. De surcroît, en culture biologique, le nombre de substances actives agréées est très limité et leur mode d'action est uniquement préventif. Cette situation risque encore de se compliquer si l'utilisation de produits phytosanitaires à base de cuivre était interdite.

L'objectif du projet, subventionné par la Division de la Recherche, du Développement et de la Qualité de la DGA, est d'étudier les moyens de lutte contre la tavelure en production biologique. Il s'agit d'expérimenter différents schémas de traitements anti-fongiques sur un verger expérimental de plein champ qui optimise les principaux facteurs intervenant dans le système écologique « verger » tel que le choix variétal, le maintien d'un faible potentiel d'infection, une gestion du sol favorisant son activité biologique et la création d'un environnement favorable à la faune auxiliaire utile. Le but final est d'établir un écobilan du système et de définir les conditions d'une production fruitière rentable en culture biologique.



figure 3

Pulvérisateur tunnel muni de six petites cuves (qui reçoivent chacune une bouillie différente de produit phytosanitaire), d'une grande cuve de rinçage et d'une grande cuve de récupération des bouillies (prototype expérimental)

Un verger expérimental, de type professionnel, de deux hectares a été mis en place à Gembloux en 2002 selon un dispositif expérimental en six blocs aléatoires. Il comporte huit variétés de pommier, modernes et anciennes, présentant des résistances variables à la tavelure. Dix schémas de traitement distincts contre la tavelure sont testés chaque année depuis 2003. Le suivi annuel des maladies et des ravageurs, ainsi que l'évaluation de la qualité des fruits sont réalisés en fonction des différents schémas de traitement : ceux-ci sont appliqués à l'aide d'un pulvérisateur tunnel afin d'intégrer les technologies modernes à la fois les plus performantes et les plus respectueuses de l'environnement.

La stratégie phytosanitaire générale consiste à appliquer des traitements de barrage lors des projections d'ascospores responsables des infections primaires. Les essais menés en 2003 et 2004 montrent notamment la possibilité de lutter contre le développement de la tavelure sur des variétés relativement sensibles avec des quantités réduites de soufre et de cuivre appliquées précisément en début de chaque période d'infection. Aucun effet néfaste de ce type de schéma de traitement n'a été observé sur un indicateur de la faune auxiliaire utile (*Typhlodromus pyri*).

Des essais ont aussi été menés sur plants greffés en pots afin d'étudier la possibilité de réduire le nombre de traitements fongicides en s'appuyant sur la résistance génétique des variétés. De multiples essais d'efficacité sur semis de pommier en conditions contrôlées ont permis de sélectionner de nouvelles substances actives contre la tavelure. Plus particulièrement, l'usage de la bouillie sulfocalcique, des bicarbonates et des silicates ont été étudiés comme alternative aux produits à base de soufre et de cuivre. Cette recherche intègre des moyens de lutte innovants qui combinent à la fois une action de renforcement de la défense active des plantes et une action fongicide.

6. Etude de *Phytophthora ramorum*

A. Chandelier, M. Cavalier

En 1993, une nouvelle maladie appelée « mort subite du chêne » a été observée en Californie. Quelques années plus tard, une maladie causée par un *Phytophthora* a été identifiée en Allemagne et aux Pays-Bas sur des *Rhododendrons*, provoquant des nécroses sur rameaux et des taches

brunâtres sur les feuilles et les bourgeons. Les deux maladies se sont avérées être causées par *Phytophthora ramorum*. En Belgique, l'agent pathogène a été identifié pour la première fois en 2002 sur un plant de viorne (*Viburnum bodnantense*) provenant d'une pépinière. *P. ramorum* infecte les feuilles et les rameaux. En Europe, l'agent pathogène a tout d'abord été identifié en pépinière sur des *Rhododendrons* et des viornes. Par la suite, il a été identifié sur d'autres plantes ornementales, et notamment sur *Camellia*, *Hamamelis*, *Kalmia*, *Leucothoe*, *Pieris*, *Syringa*, *Taxus* et *Vaccinium*. Il s'agit d'un *Phytophthora* hétérothallique et jusqu'il y a peu, seul le type sexuel A1 était présent en Europe, le type A2 étant présent aux USA. En 2003, un des isolats belges de *P. ramorum* a été classé comme type A2 européen. En raison du grand nombre de plantes-hôtes, de la dissémination aérienne de l'agent pathogène et de l'identification récente du seul type A2 européen en Belgique, une étude a été entreprise pour évaluer la capacité du *Phytophthora* (types sexuels A1 et A2) à infecter des espèces forestières représentées en Wallonie.



Figure 4
Nécrose sur rameau de rhododendron causée par *Phytophthora ramorum*

Des tests de pathogénicité en présence des 2 types sexuels identifiés en Belgique (type A1 isolé de *Rhododendron* et type A2 isolé de *Viburnum bodnantense*) ont été entrepris sur des jeunes plants de *Picea abies*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies nordmanniana*, *Fraxinus excelsior*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Q. petraea* and *Carpinus betulus*. Des symptômes caractéristiques d'une infection par un *Phytophthora* ont été observés sur *Q. petraea*, *Q. robur* et *F. sylvatica*. Les plants de charme (*C. betulus*) et de frêne (*F. excelsior*) n'ont développé aucune nécrose corticale. Sur résineux, les plants de douglas (*Pseudotsuga menziesii*) ont développé un flétrissement au niveau des jeunes pousses tandis que les épicéas (*Picea abies*) et les sapins (*Abies nordmanniana*) sont restés sans symptôme. Il a été possible de ré-isoler l'agent pathogène à partir de tissus infectés pour *Q. petraea*, *Q. robur* et *F. sylvatica*. Une vingtaine de souches de l'agent pathogène isolées en Wallonie ont été mises en collection. Leur type sexuel (A1 ou A2) sera déterminé et des analyses moléculaires seront envisagées pour caractériser leur diversité génétique.

7. Etude de la maladie de l'aulne causée par un *Phytophthora*

A. Chandelier, S. Abras, M. Cavalier

En 1993, une vague de dépérissement a été signalée en Angleterre sur des aulnes glutineux implantés le long des cours d'eau. Les aulnes infectés présentaient des nécroses au niveau du tronc, et

un houppier dégarni. L'agent pathogène, un *Phytophthora*, a été mis en évidence pour la première fois en Belgique en 1999. Un inventaire réalisé en 2002 sur l'ensemble du réseau hydrographique wallon a montré que la majeure partie des cours d'eau classés étaient touchés, et que plus de 25 % des arbres étaient infectés (Debruxelles, FSAGx).

Pour tenter de mettre en place des mesures de gestion visant à limiter l'extension de la maladie, divers travaux de recherche ont été menés au laboratoire de mycologie du Département dans le cadre d'une subvention DGRNE (Direction des Cours d'Eau non navigables). La première étude visait à évaluer la diversité des isolats de *Phytophthora* de l'aulne présents en Wallonie. A cette fin, 24 isolats ont été collectés sur 13 sites répartis sur toute la Wallonie et comparés à des isolats de référence provenant d'autres pays (Suède, Allemagne, Pays-Bas et Angleterre) par analyse moléculaire (RAPD, RAMS), analyse morphologique des fructifications et tests de pathogénicité. Ces études ont révélé l'existence des 3 groupes d'isolats correspondant aux trois sous-espèces de *Phytophthora* de l'aulne identifiées initialement en Angleterre. Un test PCR permettant la détection spécifique du *Phytophthora* de l'aulne a également été développé. Les conditions de sporulation du *Phytophthora* de l'aulne dans l'eau de rivière ont été étudiées. Les essais mis en place ont montré que la production de sporanges était conditionnée par la température de l'eau et par la présence d'exsudats bactériens.

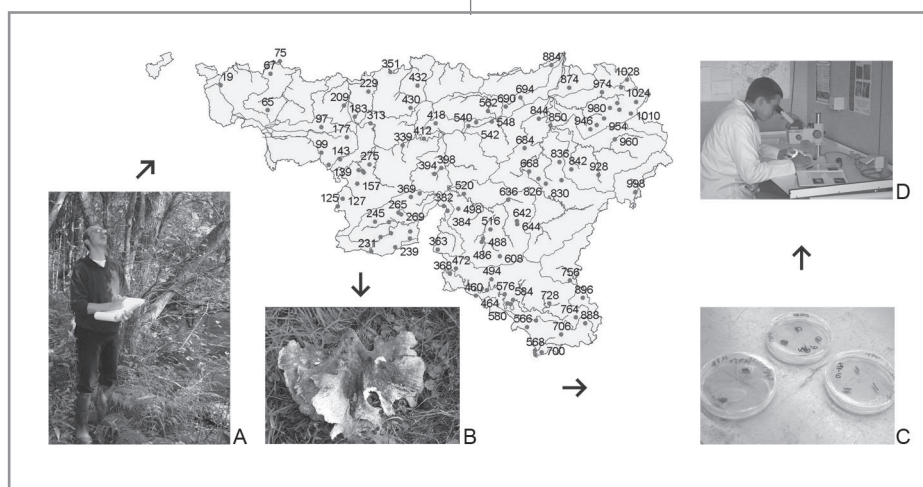
Des dispositifs ont également été mis au point pour démontrer le rôle des zoospores dans le mécanisme d'infection, et les portes d'entrée du *Phytophthora* dans la plante hôte. Dans ce contexte, des infections sur les racines ont pu être mises en évidence, notamment au niveau des poils absorbants, l'infection au niveau des tiges se faisant généralement *via* les lenticelles. Dans le cadre d'un nouveau projet relatif à la mise en place d'une filière d'écotypes ligneux pour la renaturation des berges des cours d'eau (INTER-REG III, ECOLIRI), des graines d'aulnes glutineux

provenant d'arbres qui n'ont jamais présenté de symptômes de dépérissement au cours des 3 dernières années mais se trouvant en zone contaminée ont été collectées. Des semis seront effectués en 2005 et la résistance à la maladie des plants issus de ces semis sera évaluée par diverses méthodes d'inoculation. Les plants intéressants seront multipliés et utilisés dans des vergers à graines pour la production d'écotypes d'aulnes utilisables pour des plantations le long des cours d'eau contaminés.

8. Etude phytosanitaire des essences ligneuses des berges des cours d'eau wallons

S. Abras, C. Fassotte, A. Chandelier, M. Cavalier

Le milieu rivulaire est soumis à des évolutions liées aux activités humaines d'aménagement et aux effets directs ou indirects de pollution. Ces stress ont un impact sur l'état sanitaire des ligneux et peuvent conduire à des catastrophes écologiques, comme c'est actuellement déjà le cas avec la maladie de l'aulne (*Phytophthora alni*). L'étude de cette maladie est déjà en cours, mais afin de mieux appréhender ces menaces phytosanitaires potentielles et pour répondre à la législation européenne en matière de gestion des cours d'eau et de son environnement, une étude phytosanitaire des principales essences ligneuses des berges a débuté en février 2004 sur l'ensemble du territoire wallon. Les objectifs principaux de cette étude subventionnée par la DGRNE (Direction des Cours d'Eau non navigables) sont la mise au point d'une méthodologie d'inventaire, l'identification des problèmes phytosanitaires potentiels (maladies et insectes ravageurs) et la mise en place d'un service d'aide aux gestionnaires pour la gestion des berges des cours d'eau. Sur base des données collectées en 2002 par la FSAGx lors de l'étude de la maladie de l'aulne et de la ripisylve, 105 placettes ont été sélectionnées afin d'étudier 22 essences ligneuses sur l'entièreté du territoire wallon. Quatre campagnes de collecte d'informations et



Localisation des placettes de l'inventaire phytosanitaire des essences ligneuses des berges en Wallonie (Fond cartographique : MRW - DGRNE).

A : Observation de symptômes sur le terrain.

B : Echantillon récolté (*Meripilus giganteus*).

C : Mise en culture.

D : Détermination en laboratoire.

d'échantillons ont été programmées en 2004 et 2005, deux au printemps et deux en été/automne. Au printemps 2004, les problèmes phytosanitaires rencontrés ont été causés en majorité par des insectes ravageurs. Il s'agit surtout de dégâts foliaires causés par des colonies (exemples : les



coléoptères de l'espèce *Agelastica alni*, les lépidoptères du genre *Yponomeuta*, ...). Les autres insectes ravageurs rencontrés sont généralement en petit nombre sur l'arbre et ne présentent que très peu de danger pour celui-ci. Les champignons pathogènes n'ont quasiment pas été observés à cette période de l'année. En été et automne 2004, la proportion de champignons pathogènes rencontrés a considérablement augmenté. Les maladies les plus observées concernent soit des pathogènes foliaires (exemples : les oïdiums et les rouilles) soit des champignons lignivores (exemple : l'armillaire). La maladie de l'aulne (*Phytophthora alni*) reste quant à elle encore bien présente sur les aulnes des berges des cours d'eau de Wallonie. Les insectes ravageurs les plus présents à cette période sont les tenthrèdes (hyménoptères) et les mineuses (lépidoptères ou diptères) qui attaquent le feuillage des arbres.

VIROSES DES VÉGÉTAUX

1. Caractérisation biologique et moléculaire des mosaïques des céréales et de leur vecteur *Polymyxa graminis* en Belgique

A. Barbier, S. Steyer
(en collaboration avec l'Unité de phytopathologie de l'UCL)

L'objectif du projet, subventionné par la Division de la Recherche, du Développement et de la Qualité de la DGA, est de caractériser les agents responsables des mosaïques des céréales présents en Région wallonne et d'en limiter l'extension sur le territoire.

Au cours des deux premières années de ce projet, l'équipe du CRA-W s'est principalement penchée sur l'étude de la diversité et de la spécialisation variétale des populations de *P. graminis* et des pathotypes viraux présents en Wallonie. Une centaine de sols wallons, provenant de champs suspectés contaminés par la mosaïque de l'orge, ont été récoltés. Les campagnes de prospections ont également permis de découvrir pour la première fois en Belgique, des sols contaminés par les mosaïques du froment. La culture de variétés de référence sur ces sols doit permettre de déterminer la diversité des souches virales et vectrices présentes. Cette évaluation se fait en conditions contrôlées, sur base d'observations symptomatologiques et d'analyses ELISA et RT-PCR, après avoir défini les conditions permettant l'obtention de symptômes en chambres de culture. Des essais de sensibilité variétale mettant en jeu différentes espèces de céréales (orge, froment, seigle) sont réalisés dans des champs de référence afin de sélectionner des génotypes possédant un bon niveau de résistance. Ces génotypes doivent encore être testés en conditions contrôlées, sur les sols dont sont issus la diversité des isolats présents en Région wallonne. Les génotypes résistants à un grand nombre de pathotypes pourront être recommandés afin d'être utilisés dans les programmes de sélection.

L'influence des mosaïques sur les performances de variétés actuellement cultivées est également mesurée dans des essais de rendement qui visent aussi à étudier le processus et la dynamique des infections.

2. Céréales

S. Steyer

Dans le cadre des avertissements CADCO relatifs à la jaunisse nanisante de l'orge, la détection par RT-PCR de différents isolats du BYDV directement à partir de pucerons récoltés au champ est en cours de finalisation et devrait permettre de raccourcir fortement (2 jours au lieu d'une semaine) la prise de décision des traitements insecticides.

3. Houblon

S. Steyer

Suite aux nouveaux débouchés développés par la firme Biodynamics NV (Ostende) pour le houblon en Belgique (gélules contenant des extraits de houblon), le microbouturage de variétés de houblon à teneur élevée en hopéine ou 8-prénylnaringénine se poursuit.

4. Arbres fruitiers

S. Steyer

Le programme de mise au point de la certification fruitière en collaboration avec la FUSAGx s'est attaché à développer des outils fiables et simples permettant de mettre en évidence le complexe des maladies virales spécifiques du cerisier. La maladie de la petite cerise, due à au moins 2 virus différents (LChV-1 et LChV-2), a été détectée chez plusieurs producteurs en Belgique. Le suivi épidémiologique dans les vergers devrait nous permettre de localiser l'insecte vecteur, la cochenille du pommier (*Phenacoccus aceris*) et de proposer des solutions concrètes sur le terrain afin de tenter de limiter l'extension de ces viroses.

5. Cultures sous verre

S. Steyer

De plus en plus, des problèmes de viroses en plantes ornementales et légumières sont soumis au laboratoire, que ce soit par exemple en culture de tomate, de chrysanthème ou de géranium.

6. Virus de quarantaine

S. Steyer

Dans la suite du projet DIAGPRO, une nouvelle collaboration internationale, appelée PORTCHECK, initiée par le CSL-York, vise à mettre en évidence le PSTVd directement sur le terrain, en se basant sur un protocole commun faisant appel aux techniques de PCR en temps réel.

ENTOMOLOGIE

1. Le bupreste du poirier, *Agrilus sinuatus* Ol. (Coleoptera Buprestidae), en pépinières fruitière et ornementale

C. Fassotte

Le bupreste du poirier, *Agrilus sinuatus* O₂ (Coleoptera Buprestidae), occasionne des dégâts importants dans les pépinières de poiriers destinés à la formation d'arbres fruitiers haute-tige et de ligneux ornementaux. La larve de cet insecte creuse dans l'entre-greffe de poirier une

galerie sinueuse descendante, peu ou pas visible, qui interrompt le flux de sève et entraîne le dépérissement partiel ou complet du plant ; en fin de course, apparaît un chancre noir en dépression qui déprécie fortement l'aspect esthétique de l'arbre et constitue aussi une porte d'entrée pour les pathogènes. L'*Agrilus* représente donc une menace importante pour les pépinières, mais aussi pour la filière de commercialisation des plants et de production de poires car la présence du ravageur est difficile à détecter dans sa phase initiale de développement.

En collaboration avec le Centre d'Essais Horticoles de Wallonie (CEHW, Ormeignies), le vol de ce ravageur a été suivi en 2003 et en 2004 dans les pépinières fruitière et ornementale de l'ouest du pays (Lesdain). Les observations bi-hebdomadaires ont été réalisées dans une parcelle de référence très infestée, sur 80 sujets en 2003 et 114 arbres en 2004. Chaque porte-greffe est inspecté sur toute sa surface et les trous d'envol creusés par les adultes sont comptabilisés. Ces suivis permettent de détecter de la manière la plus précise les premières émergences du bupreste qui sont alors signalées aux producteurs de toute la Wallonie sous forme d'avertissements. Les premières sorties ont été constatées le 16 mai 2003 et le 21 mai 2004. En 2003, le vol s'est terminé vers le 20 juin, tandis qu'en 2004, les émergences se sont poursuivies activement jusque fin juin, avec quelques individus isolés observés fin juillet et même fin août. En fait, la sortie massive attendue en 2003 s'est bien produite et devait donner naissance à une forte population en 2005. Cependant, les conditions caniculaires de l'été 2003 semblent avoir activé le développement du bupreste et raccourci la durée du cycle, provoquant une émergence importante inattendue et prolongée en 2004, avec un risque accru pour les pépinières.

2. Le bupreste du poirier, *Agrilus sinuatus* Ol. (Coleoptera Buprestidae) en vergers de poiriers

C. Fassotte

Comme nos observations le laissaient présager et selon diverses sources, le bupreste du poirier, *Agrilus sinuatus* O₂ (Coleoptera Buprestidae), prend actuellement de l'extension en Région wallonne dans les vergers de poiriers en production, probablement au départ des pépinières. L'inspection en 2004 d'une parcelle de 1563 poiriers située dans la région d'Eghezée a révélé un taux d'attaque des troncs de 15 % et une mortalité avérée de certains arbres. Des orifices d'émergence anciens et récents ont été constatés. Cette parcelle située au centre de la Région wallonne servira dorénavant de référence pour mieux ajuster les avertissements au niveau régional, destinés tant aux producteurs fruitiers qu'aux pépiniéristes.

3. La mineuse du marronnier, *Cameraria ohridella* D. & D. (Lepidoptera Gracillariidae) en pépinière ornementale.

C. Fassotte

La mineuse du marronnier, *Cameraria ohridella* D. & D. (Lepidoptera Gracillariidae), détectée en 2002 dans les pépinières ornementales de l'ouest du pays (Lesdain), a fait l'objet en 2003 et 2004 d'observations conjointes avec le Centre d'Essais Horticoles de Wallonie (CEHW, Ormeignies). Le suivi bi-hebdomadaire du vol de la mineuse a été opéré depuis la mi-avril jusqu'à la fin septembre, par le biais de phéromones de synthèse non encore commercialisées, d'une part, à Lesdain avec quatre pièges en 2003 et trois pièges en 2004, et d'autre part, à Gembloux avec un seul piège. Ces sites de piégeage ont servi de référence pour positionner les avertissements de lutte préventive à l'intention des producteurs de Wallonie. Trois périodes de vol ont été enregistrées : de la mi-avril à la mi-mai, de la mi-juin à début août et de début août à fin septembre, ces deux dernières périodes se recouvrant en partie.

4. Les charançons phyllophages en verger de pommiers et de poiriers (Coleoptera Curculionidae).

C. Fassotte, M. Lateur, B. Lefrançq

Une étude de la faune des charançons phyllophages (Coleoptera Curculionidae) évoluant en vergers de pommiers et de poiriers a été réalisée en 2003-2004 grâce au travail de fin d'études d'un étudiant (E. Moreau). L'objectif était d'établir un premier inventaire des espèces de charançons présentes en vergers dans la région namuroise, de préciser la phénologie des espèces phyllophages responsables de dégâts périfloraux sur les arbres fruitiers et de mettre au point une stratégie de lutte à leur rencontre.

A partir d'une collection existante de 5018 charançons, prélevés depuis 1986 au cours de recherches sur la lutte intégrée dans cinq vergers de la région de Gembloux et de Namur, l'étude systématique a révélé la présence de 29 espèces dont 17 ont une implication en arboriculture fruitière. Les deux plus abondantes sont *Phyllobius oblongus* L. (59 %) et *Polydrosus sericeus* Schall (33 %).

Dans le verger « d'amélioration » du Département, les contrôles de populations de charançons par la technique du frappeage ont révélé la dominance de l'espèce *Phyllobius oblongus* (80 %). Dans le même temps, cinq pièges à émergence ont capturé cette espèce dans une proportion similaire au total, mais avec une grande variabilité par piège. La technique du frappeage s'est avérée plus performante que les pièges à émergence pour détecter les premières sorties et positionner de la manière la plus juste les traitements phytosanitaires éventuels. Les pulvérisations répétées au pyrèthre ont été inefficaces pour maîtriser le *P. oblongus*, tandis qu'un seul traitement à l'indoxacarbe s'est montré suffisant pour bien juguler l'infestation de ces charançons en période de floraison.

5. Etude de la biodiversité des prédateurs spécifiques de pucerons en pomme de terre de consommation.

J.-P. Jansen

En 2003, des échantillonnages en pomme de terre de consommation ont permis de mettre en évidence la diversité des prédateurs aphidiphages spécifiques avec 8 espèces de syrphes, 6 espèces de coccinelles et 2 espèces de chrysopes recensées. *Episyrphus balteatus* DEGEER était le syrphe le plus abondant tandis que *Chrysoperla kolthoffi* (NAVAS) était clairement dominante pour les chrysopes. Pour les coccinelles, outre l'importance de *Coccinella septempunctata* (L.), *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) et *Adalia bipunctata* (L.), la présence de la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* PALLAS, espèce originaire de l'Asie du sud-est, a été détectée pour la première fois en grande culture en Belgique, à l'état d'oeuf, de larves, de nymphe et d'adulte. Cette espèce introduite intentionnellement en 1997 en cultures sous-abri pour contrôler les populations de pucerons semble particulièrement bien adaptée aux conditions belges et, outre sa prolifération de manière spectaculaire dans les arbres en milieu urbain, est capable de se développer également en grande culture. En 2004, une étude spécifique aux coccinelles a été réalisée afin de suivre plus particulièrement le développement de la coccinelle asiatique, considérée comme une espèce invasive et potentiellement dangereuse pour les autres coccinelles. Les résultats indiquent que cette espèce est plus tardive que les espèces indigènes et est mal synchronisée par rapport aux pullulations de pucerons, arrivant trop tard pour contrôler efficacement ce ravageur. Par contre, elle semble se synchroniser sur le développement des autres espèces de coccinelles et vu le caractère particulièrement agressif de ses larves, elle pourrait se comporter davantage comme un prédateur de coccinelles que comme un prédateur de pucerons. A moyen terme, des questions se posent sur la survie des espèces indigènes et sur l'efficacité du contrôle des pucerons par leurs prédateurs en grande culture.

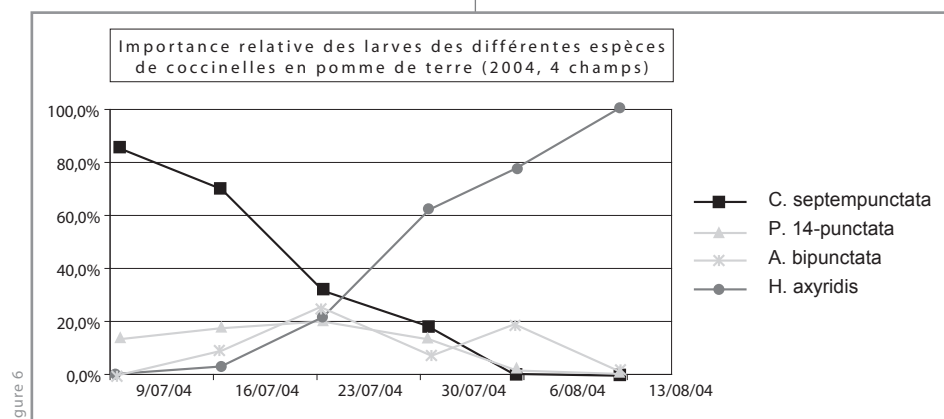
Ecotoxicologie

Établissement de listes de sélectivité de produits phytosanitaires vis-à-vis de l'entomofaune utile dans le cadre du développement de cahiers de charges de production intégrée en grande culture et en cultures maraîchères.

J.-P. Jansen, L. Hautier, N. Viatour

(en collaboration avec l'Unité de Chimie analytique et Phytopharmacie de la FUSAGx)

Ce projet subventionné par le SPF Santé publique a permis d'évaluer l'ensemble des préparations phytopharmaceutiques agréées en pomme de terre quant à leur sélectivité à l'égard des trois arthropodes les plus représentatifs de l'entomofaune utile, à savoir un hyménoptère parasite aphidiidae, une coccinelle et un syrphe. Les résultats de ces études et les 10 ans d'observations de la phénologie des auxiliaires en pomme de terre ont permis de construire des listes de sélectivité basées à la fois sur les périodes normales d'utilisation des produits, leur toxicité intrinsèque pour les auxiliaires et le risque d'exposition de ces derniers, en fonction de leur phénologie. Ces listes ont été finalisées et distribuées auprès des agriculteurs et de la profession, en français et en néerlandais. Les résultats obtenus indiquent qu'il est possible d'envisager une protection phytosanitaire de la pomme de terre à la fois économiquement performante et respectueuse de l'entomofaune utile. Si le choix des insecticides doit parfois être adapté, aucun n'étant suffisamment sélectif pour les 3 espèces, la protection fongicide ne pose quant à elle pas de problèmes particuliers sur base des produits actuellement autorisés. Une mise à jour est prévue en 2005 pour intégrer les données sur les produits récemment agréés. Un travail similaire à celui réalisé pour les pommes de terre a été initié pour les cultures maraîchères en plein air. Dans un premier temps, les produits utilisés en carotte ont fait l'objet d'une recherche spécifique sur les trois espèces d'auxiliaires précédemment testées et deux autres plus spécifiques de cette culture, à savoir un staphylin, *Aleochara bilineata* GYLL., parasite des mouches de la carotte et un carabe prédateur, *Bembidion lampros* (HERBST). Les premiers résultats indiquent que beaucoup d'insecticides, notamment tous ceux utilisés pour lutter contre la mouche de la carotte, présentent une toxicité très élevée





vis-à-vis des carabes et staphylins, rendant difficilement compatible l'intégration de ces produits dans des programmes de lutte intégrée contre la mouche de la carotte.

Lutte contre les organismes nuisibles inféodés aux cours d'eau

1. Optimisation de la lutte contre les nuisibles inféodés aux cours d'eau.

T. Mahaut

Les travaux entrepris dans le cadre de la convention de recherche « Optimisation de la lutte contre les organismes animaux « nuisibles » inféodés aux cours d'eau (Rats musqués, surmulots (rat d'égout), ragondins, simulies) », financée par la DGRNE (Direction des Cours d'Eau non navigables), se sont poursuivis en 2003 et 2004 en mettant surtout l'accent sur l'étude de l'impact environnemental des techniques de lutte mises en œuvre.

En matière de lutte contre le rat musqué, le programme d'essais visant à évaluer le risque d'intoxication secondaire de prédateurs ou charognards se nourrissant aux dépens de rats musqués ayant ingéré des appâts carottes traités à la chlorophacinone, a permis de démontrer le très faible risque encouru en pratique par des mammifères qui se nourriraient aux dépens de cadavres empoisonnés. Il n'en irait sans doute pas de même dans le cas de l'utilisation d'un anticoagulant de seconde génération, comme l'ont montré les essais menés en animalerie avec du difénacoum ou de la bromadiolone, dans des conditions d'exposition relativement sévères (rats d'égout nourris trois jours durant, exclusivement aux dépens de viande contaminée). Des analyses chimiques visant à rechercher des résidus de chlorophacinone dans différents organes de rats musqués empoisonnés sont actuellement en cours (en collaboration avec le Département de Phytopharmacie). Elles devraient permettre de compléter les informations tirées des essais d'intoxication secondaire.

Concernant la problématique de la lutte contre les simulies hématophages (Diptera, Simuliidae), le suivi des populations de larves de simulies, présentes en Semois sur les renoncules flottantes, s'est poursuivi les deux années, du mois de mars au mois d'octobre, tant dans la partie de rivière habituellement traitée au Bti (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*) en aval d'Herbeumont, que dans la partie amont non traitée. Sur base des résultats des comptages effectués au début du printemps durant plusieurs années successives et après réduction progressive de la zone habituelle de traitement, il a été décidé de ne plus appliquer de larvicide biologique (Bti) en 2004. Les observations se poursuivront néanmoins en 2005 afin de s'assurer que l'abandon des traitements n'a aucune incidence significative sur le niveau de populations larvaires observé au printemps suivant.

2. LUTANUIS : un projet transfrontalier de lutte contre le rat musqué

T. Mahaut

En collaboration avec le Service de piégeage de rats musqués de la Division de l'Eau (DGRNE), le Département participe activement au projet LUTANUIS financé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) dans le cadre du programme INTERREG III (France - Wallonie - Vlaanderen). Ce projet, initié en novembre 2002, vise à favoriser la collaboration et l'échange d'informations entre les différents opérateurs chargés de la lutte contre le rat musqué dans les 38 communes visées par le projet, dans le Département du Nord, en province de Flandre occidentale et dans la partie occidentale de la province du Hainaut (notamment Comines-Warнетon, Mouscron, Estaimpuis, Pecq et Celles). L'expertise scientifique développée par le Département depuis de nombreuses années en matière de lutte contre le rat musqué peut ainsi être directement partagée par l'ensemble des partenaires (le CRA-W étant la seule institution de recherche associée au projet). Elle devrait contribuer à moyen terme à une meilleure harmonisation des techniques de lutte mises en œuvre, dans le respect des différentes législations en vigueur de part et d'autre des frontières. Jusqu'ici, le projet a déjà permis l'engagement de piégeurs supplémentaires (dont un pour les communes wallonnes). L'opérateur wallon a également pris en charge le développement d'un site web d'information bilingue consacré au projet.

6.2. Ressources phytogénétiques et amélioration des plantes

1. Sélection du froment d'hiver et de l'épeautre

A. Dekeyser

Les travaux de sélection du froment d'hiver et de l'épeautre ont été poursuivis selon les objectifs définis en 1991 relatifs à la création de lignées répondant aux contraintes nouvelles générées par la politique agricole commune. Dans ce contexte, le rendement brut maximum de la culture n'est plus l'élément principal recherché puisqu'il n'assure plus le rendement financier maximum. Depuis 2002, une expérimentation vise à identifier dans les variétés les caractéristiques adaptées aux conduites culturales "faibles intrants". Parmi 17 variétés de froment d'hiver conduites selon quatre itinéraires culturaux représentatifs de conditions allant de l'extensification (pas de traitement, faible apport N) à l'intensification (trois traitements fongicides, deux applications de régulateur et apport d'azote élevé), ce sont les variétés présentant les résistances aux maladies les plus élevées, une forte capacité de tallage et une paille assez haute qui offrent la meilleure rentabilité financière dans les conditions de marché rencontrées en 2003 et 2004. Les variétés Fourmi et Tourmalin, toutes deux issues du même croisement et développées par la sélection gembloutoise, occupent le meilleur classement pour la marge brute dégagée. Ce maximum est obtenu en appliquant les mesures agro-environnementales (200 grains/m², azobil-30 U, un fongicide, pas de régulateur), même lorsque

la prime allouée pour ce type d'itinéraire n'est pas prise en compte. Ce résultat confirme clairement le bien fondé des options de sélection prises il y a plus de dix ans.

L'impact de la conduite culturale sur la qualité boulangère a aussi été examiné, tenant compte que les niveaux de fumure azotée sont 25% inférieurs en faibles intrants. Contrairement à ce qui était attendu, les taux de protéines mesurés sur les 17 variétés diffèrent de moins de 0,5% entre les modalités de culture extrêmes et les valeurs de W Chopin sont non significativement différentes. Ceci est la conséquence de la réduction importante de l'apport de la première fraction azotée et du report de la différence au stade dernière feuille. L'hiver 2003 a été marqué par une intensité de froid rarement rencontrée depuis des années. Des dégâts de gel importants ont été observés en culture. Les lignées de froment et d'épeautre de Gembloux inscrites ou en cours de sélection ont présenté un comportement plus que satisfaisant face à ces conditions.

Les observations de comportement de nombreuses lignées de la sélection du CRA-W vis à vis de la rouille brune (*Puccinia recondita*) confirment le caractère partiel et multigénique des résistances sélectionnées.

En 2004, en association avec le laboratoire de mycologie du département, une évaluation de la sensibilité à la fusariose des épis a été conduite sur plus de 200 variétés et lignées. La cotation des symptômes sera examinée en fonction de la production de mycotoxine (DON).

Au cours de la biennale, la variété de froment d'hiver "Allié", variété répondant au caractère « faibles intrants » a été inscrite au catalogue belge des variétés. Cette variété résistante aux maladies du feuillage et de l'épi ainsi qu'à la verse est à vocation fourragère.

Cinq autres lignées ont été déposées pour inscription en 2003. Trois d'entre elles sont admises en seconde année d'expérimentation. L'une de ces lignées est caractérisée par sa valeur boulangère en plus de son potentiel de rendement et de sa résistance aux maladies. Cette lignée présente une valeur de l'indice de Zeleny de 48, un rapport Zeleny/Protéine de plus de 4 et un W Chopin de 250. Elle marque clairement l'évolution de la sélection vers une globalisation des caractères, y compris les caractères à déterminisme complexe.

C'est en 2003 que la variété d'épeautre Stone a été inscrite au catalogue belge des variétés. Elle est caractérisée par une résistance élevée aux maladies, une résistance à la verse, une qualité d'utilisation boulangère comparable à la référence Rouquin et surtout par un taux de décorticage au battage inférieur à 1%, ce qui en fait la lignée la plus "épeautre" de l'assortiment actuel. L'utilisation raisonnée de ressources génétiques anciennes d'épeautre s'est poursuivie par la réalisation de rétro-croisements.

2. Sélection de l'orge d'hiver

A. Barbier

Les travaux de sélection visant à développer des variétés d'orge d'hiver (2 et 6 rangs) intégrant des caractéristiques de résistance à la verse ainsi qu'aux principales maladies cryptogamiques et virales ont été poursuivis. Le Département possède

une expertise pour l'évaluation de la résistance au champ de variétés d'orge aux maladies virales telles que les mosaïques (*Barley yellow mosaic virus*, BaYMV-1 et -2 et *Barley mild mosaic virus*, BaMMV – semis dans des sols infectés) et la jaunisse nanisante (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV – infection par des pucerons porteurs du virus). Dans ce cadre, il participe au réseau d'évaluation des Ressources Génétiques d'Orge d'Hiver (RGOH), coordonné par le GEVES (France).

3. Ressources génétiques et résistance aux maladies des arbres fruitiers de nos régions

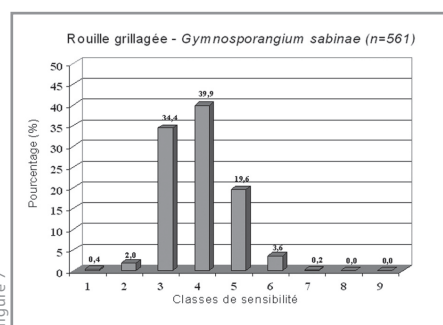
M. Lateur, I. Villette

Depuis 1975, les travaux de sauvegarde des ressources génétiques fruitières de nos régions se poursuivent grâce aux nombreux contacts avec le public toujours très motivé. Au cours de ces deux années, le Département a participé à 50 expositions ou foires et a donné 22 conférences publiques au sujet des variétés anciennes, de leur intérêt et de leur valorisation.

Le nombre d'introductions qui figurent dans nos collections est actuellement de 3077 soit 1568 de pommiers, 996 de poiriers, 341 de pruniers, 76 de cerisiers, 47 de pêchers et 49 de vignes. Au niveau européen, cette collection est l'une des plus importantes, en particulier pour la diversité et l'originalité de son matériel (variétés principalement d'origine 'paysanne') mais surtout pour les très nombreux travaux d'évaluation, de caractérisation et de valorisation dont ce patrimoine fruitier fait l'objet. Les variétés de pommes et de poires issues des campagnes ou de collections anciennes sont évaluées chaque année dans des vergers exempts de traitement phytosanitaire pour leur résistance aux maladies et pour leurs principales caractéristiques agronomiques. Les travaux d'évaluation des ressources génétiques permettent à la fois d'identifier le matériel et de mettre en évidence la diversité des caractères, et servent de base à la sélection de variétés intéressantes qui pourront être utilisées soit directement selon une voie de valorisation originale, soit indirectement, comme géniteurs dans des programmes d'amélioration. Toutes les observations figurent dans une base de données qui sert d'outil de gestion et de rationalisation de la collection. Afin d'assurer la pérennité de cette collection unique, il est envisagé de la doubler via la création d'un réseau wallon de vergers conservatoires. Pour mieux gérer le délicat problème lié aux nombreux synonymes de noms de variétés, un logiciel de regroupement des variétés par famille a été réalisé dans le cadre de la base de données européennes (ECP-GR/IPGRI) des ressources génétiques de poires (*Pyrus*) que le Département gère en collaboration avec la Section Biométrie, Gestion des données et Agrométéorologie du CRA-W. Depuis quelques années, on observe une résurgence importante de la maladie de la rouille grillagée du poirier (*Gymnosporangium sabiniae*). La figure illustre, pour l'année 2004, la répartition des 561 introductions de poiriers en classe de sensibilité à cette maladie, montrant que les sources

de résistance sont très rares mais que les variétés très sensibles le sont également. Les variétés des classes 1 à 4 sont aisément cultivables sans traitement fongicide, ce qui permet de disposer d'une large base de sélection pour les autres caractères. Par contre, l'année 2004 a été marquée par le développement sur poirier d'une importante épidémie de feu bactérien (*Erwinia amylovora*) qui, dans nos conditions, a été la plus sévère que nous ayons rencontré depuis 1991.

Pour la filière des pépinières professionnelles, la gamme de variétés originales (variétés 'RGF'), peu sensibles aux maladies et diversifiées, continue à évoluer. Une dizaine de variétés de poires intéressantes ont été mises en évidence et font l'objet d'études approfondies afin de pouvoir, à l'avenir, en diffuser quelques-unes via notre réseau de pépiniéristes professionnels. Des dispositions ont été prises avec certains pépiniéristes pour créer une nouvelle filière de « greffage à façon » des principales variétés locales de la Région wallonne qui ne figurent pas dans les catalogues.



4. Valorisation des ressources génétiques fruitières pour l'industrie et les PME.

I. Villette, M. Lateur

Cette convention avec la DGTR s'est terminée au deuxième semestre 2002 mais l'analyse des résultats s'est poursuivie en 2003. Ce projet avait pour objectif de mettre en évidence, parmi la diversité de ressources génétiques fruitières de la collection, les variétés présentant une bonne résistance aux maladies et une productivité suffisante afin d'ouvrir des voies de valorisation auprès des entreprises et des PME wallonnes. Trois secteurs étaient visés: les pépinières professionnelles, l'arboriculture pour le fruit de table et le secteur de la transformation.

Pour la filière des pépinières professionnelles, les différents travaux ont permis de tester la méthode des marqueurs moléculaires de type « microsatellite » avec pour objectif final de vérifier l'identité variétale des plants vendus en pépinières. Des travaux ont également permis de mettre en évidence quelques variétés de poiriers ('Canada', 'Sans Etiquette', 'Angora' (Virus Free), Py-RGF30 et Py-RGF03) pouvant remplacer 'Caris' comme intermédiaire de greffe tout en étant moins sensibles au Bupreste du poirier (*Agrilus sinuatus*). Ces variétés doivent maintenant être intégrées dans un essai à plus grande échelle en vue de vérifier leur comportement, leur résistance et la compatibilité de greffe avec les principales variétés vendues.

Un autre aspect des recherches menées dans le cadre de cette convention était la détermination de méthodes pour l'analyse de la valeur nutritionnelle des fruits. La connaissance de la qualité diététique de variétés anciennes est un atout supplémentaire pour leur valorisation auprès du consommateur, de l'arboriculteur et du transformateur, permettant de diversifier l'offre variétale et d'ouvrir de nouveaux marchés. Outre l'analyse de la teneur en fibres et en vitamine C, les flavonoïdes ont fait l'objet d'une étude. Dans l'échantillon de variétés sélectionnées pour cet essai, 'Judeline', 'Jonagold' et 'RadouxRGF' montrent des teneurs en quercitrine et en ses formes glycosylées supérieures à 600µg/g de matière sèche alors que dans les autres variétés elles sont inférieures à 400µg/g MS. Ces molécules présentent une importante activité antioxydante ayant des propriétés « anti-cancer »: elles sont principalement localisées dans l'épiderme des fruits.

La variété 'Président H. Van DievoetRGF' s'est distinguée des autres variétés testées lors d'un essai sur la transformation de fruits en compote. Cette variété possède de très bonnes qualités technologiques et gustatives qui ont été démontrées par des tests de cuisson et de dégustation à l'aide de méthodes d'analyse sensorielle. Cette variété a aussi l'avantage d'être peu sensible aux maladies et donc de pouvoir être cultivée avec peu ou pas de fongicide, ce qui est tout bénéfique pour l'environnement.

Finalement, une enquête auprès des transformateurs de jus de pomme a confirmé la volonté des entreprises artisanales de développer de nouveaux produits à partir des ressources du patrimoine fruitier régional et de mettre en place des procédures de qualité répondant aux normes du marché.

5. INTERREG III - Patrimoine fruitier transfrontalier et biodiversité.

I. Villette, M. Lateur

Ce projet, financé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER), a débuté pour le versant wallon au début de l'année 2004 et s'inscrit dans le programme européen INTERREG III visant à gérer et à valoriser la biodiversité fruitière de la région Franco-Wallon. Ce projet officialise le partenariat avec le Centre Régional de Ressources Génétiques de Villeneuve-d'Ascq (France), intégré dans les Espaces Naturels Régionaux.

Les travaux de l'année 2004 se sont tout d'abord concentrés sur la création de la structure de la base de données unique permettant une meilleure gestion des collections respectives des partenaires transfrontaliers. La base de données est élaborée en collaboration avec la Section Biométrie, Gestion des données et Agrométéorologie du CRA-W. Elle a pour mission de permettre une meilleure traçabilité de toutes les introductions présentes en collection, une optimisation de l'utilisation des connaissances passées et futures et une rationalisation des collections.

Un nouveau programme d'amélioration du poirier a démarré, il s'inscrit dans un contexte de faible diversité variétale sur le marché et vise à créer de nouvelles variétés commerciales peu sensibles aux maladies et d'aspect original. Des essais



préliminaires d'inoculation artificielle de semis clonaux provenant de plusieurs variétés ont été effectués à l'aide de spores de tavelure du poirier (*Venturia pirina*). Ces populations issues des semis ont été classées suivant les classes de sensibilité à la tavelure ce qui permettra d'orienter le choix des futurs généiteurs en fonction de leur taux de transmission du caractère de résistance. Dans un deuxième temps, une série de 26 croisements ont été réalisés durant le printemps 2004 dans le but d'obtenir des variétés nouvelles présentant un look original et une bonne résistance aux maladies. Ces croisements ont impliqué la fécondation manuelle de 6.500 fleurs. Des fruits obtenus, près de 3.700 pépins ont été extraits et les plantules issues des semis subiront d'abord des tests de sensibilité à la tavelure, et ultérieurement, seront sélectionnés sur base des critères de productivité, d'originalité du fruit, de qualité gustative et de conservation. Le relais sera ensuite passé au Centre Régional de Ressources Génétiques de Villeneuve-d'Ascq pour les évaluations en pépinières.

gustative, adaptées à une arboriculture professionnelle s'inscrivant dans les concepts de production intégrée et possédant soit une résistance durable, soit une faible sensibilité à la tavelure et à l'oïdium, afin d'obtenir un niveau de tolérance tel que cela entraîne une réduction substantielle du nombre de traitements fongicides. On peut toutefois considérer comme utopique et illusoire de vouloir créer des variétés totalement résistantes aux maladies qui pourraient être cultivées sans aucun traitement. En effet, l'utilisation exclusive de sources de résistance totale comme le gène de résistance Vf du *Malus floribunda* 821 a montré la limite de cette stratégie lorsqu'une nouvelle race de tavelure parvient à contourner ce mécanisme spécifique de résistance. Malgré le fait que le projet d'amélioration du pommier n'ait plus été subventionné durant les années 2002 et 2003, un travail considérable a encore pu être effectué : pollinisation artificielle de 7.936 fleurs et extraction de 776 pépins, semis de 28.298 pépins issus des pollinisations artificielles

variétés de pommes, en provenance du monde entier, qui semblaient prometteuses dans nos conditions de culture, ont été plantées en même temps que 17 hybrides issus de notre programme d'amélioration dans trois vergers dont un se trouve au Centre de Profruit à Cerhexe-Heuseux. Une première évaluation de tout ce matériel a été effectuée durant l'année 2004.



figure 9

Contournement à Gembloux de la résistance à la tavelure du gène Vf

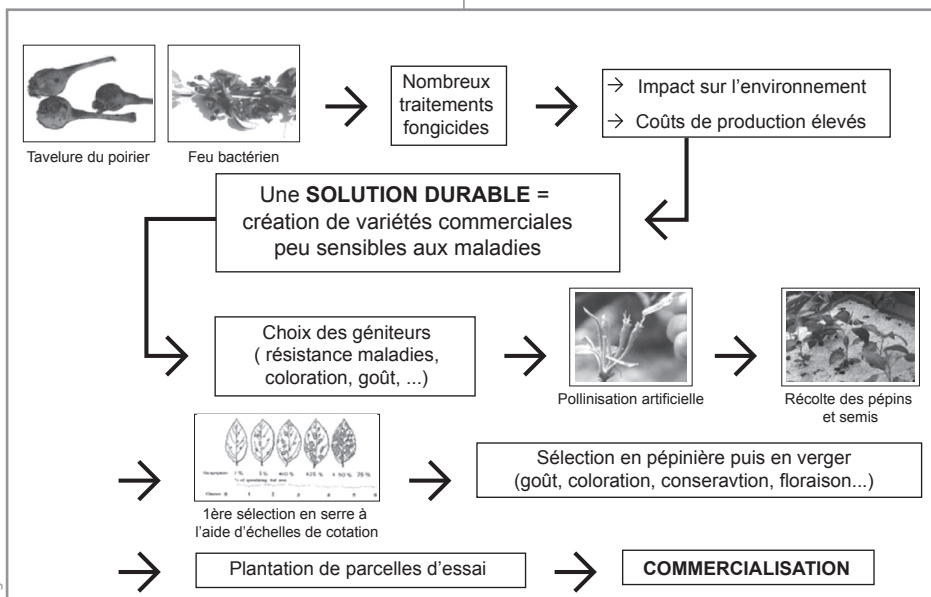


figure 8

Schéma du programme d'amélioration du poirier selon les critères de faible sensibilité aux maladies, principalement la tavelure du poirier (*Venturia pirina*).

6. Valorisation de nouvelles variétés de fruits à pépins adaptées aux terroirs wallons et s'inscrivant dans le concept d'une arboriculture de qualité.

M. Lateur & X' (à pourvoir)

Ce projet vise d'une part la création de nouvelles variétés commerciales de pommes peu sensibles aux maladies et destinées à renouveler l'assortiment actuel qui s'est fortement appauvri ces dernières années ('Jonagold' et ses mutants occupent plus de 70% du marché), et d'autre part le développement en Wallonie d'un réseau d'expérimentation pour des variétés nouvelles de pommes et de poires adaptées à nos conditions économiques. Il s'agit de développer une structure à plusieurs niveaux permettant d'expérimenter, en toute objectivité, les nouvelles variétés obtenues au Département et de les comparer aux nouveautés disponibles sur le marché. Les travaux visent à créer des variétés commerciales de haute qualité

de 1999 à 2003 et test précoce de sensibilité à la tavelure par inoculation des plantules, sélection et écussonnage de 493 élites parmi 5.980 plants de semis, poursuite de la mise au point d'un test précoce d'inoculation du chancre, test de la durabilité de la résistance à une nouvelle race de tavelure sur plants en pots. Depuis 2004, le projet est subventionné par la Division de la Recherche, du Développement et de la Qualité de la DGA. Septante-quatre croisements ont été effectués ce qui a nécessité la pollinisation manuelle de 21.031 fleurs, sans compter les 2.095 fleurs pollinisées dans le cadre d'un essai méthodologique d'amélioration de la technique du croisement ; des relevés du stade phénologique et de l'intensité de la floraison ont été effectués sur 4.246 hybrides d'élite et l'évaluation, la récolte et des essais de dégustation et de conservation ont été effectués sur plus de 1.800 hybrides qui sont plantés dans un verger de sélection. En ce qui concerne le second volet de ce projet, sept nouvelles variétés de poires et 17 nouvelles

7. Production de pommes de haute qualité et résistantes aux maladies dans le cadre d'une agriculture durable

(High-quality Disease Resistant Apples for a Sustainable agriculture – HiDRAS, projet européen : QLK5-CT-2002-01492, Direction de la Recherche Générale - Qualité de la Vie et Programme de la Gestion des Ressources vivantes). M. Lateur, A. Antofie, A. Rondia & R. Oger

Le projet HiDRAS est focalisé sur cinq objectifs principaux: (1) Identifier les facteurs génétiques contrôlant la qualité du fruit et la résistance durable aux maladies avec l'objectif général de réduire l'utilisation des fongicides ; (2) Fournir aux sélectionneurs de nouveaux outils moléculaires pour améliorer les techniques de sélection basées sur l'utilisation de QTL (Quantitative Traits Loci) performants ; (3) Augmenter la compétitivité des producteurs européens face aux pays non européens qui occupent actuellement une grande partie du marché, particulièrement en été où la production européenne entre en compétition qualitative avec celle importée de l'hémisphère sud ; (4) Améliorer le choix du consommateur et évaluer ses préférences vis-à-vis de pommes qui contribuent à une alimentation saine et (5) Améliorer la perception de la recherche européenne dans le secteur génétique en trouvant de nouvelles solutions permettant de diminuer l'usage de produits phytopharmaceutiques dans les vergers professionnels.

La réalisation du projet HiDRAS doit permettre le développement de logiciels pour la création de pedigrees et l'identification de QTLs. Ces logiciels s'appuieront sur l'exploitation d'une base de données centrale qui rassemblera toutes les données phénotypiques et génomiques. Le projet HiDRAS est coordonné par l'Université de Milan (Italie) et compte dix partenaires appartenant à sept pays membres de l'UE et à la Suisse : DCA-BO (Italie), PRI (Pays-Bas), INRA (France), ETH-FAW (Suisse), HRI (Royaume Unis), BAZ (Allemagne), CRA-W & FUSAGx (Belgique), SGGW & RIFP (Pologne). Le CRA-W contribue à l'évaluation phénotypique des différents caractères qualitatifs du fruit d'un



ensemble de variétés cultivées utilisées comme géniteurs dans des programmes d'amélioration. Il s'agit d'analyses sensorielles et d'analyses chimiques et physiques classiques qui sont réalisées tout au long de la période de conservation des fruits. L'analyse des teneurs en acide ascorbique (Vitamine C) et en polyphénols totaux est effectuée en collaboration avec la FUSAGx (Prof. G. Lognay). Un panel de variétés résistantes aux maladies ont été comparées à des variétés standards dans le but de déterminer les paramètres de qualité les plus appréciés par les consommateurs européens. Le CRA-W (R. Oger et A. Antofie) a également la responsabilité de la création et de la gestion de la structure de la base centrale de données. Le but est de construire une base de données spécifique pour les sélectionneurs de pommes afin de mieux gérer la masse d'informations génétiques et phénotypiques mais également de faire un meilleur usage de la grande diversité de variétés conservées dans les collections de ressources génétiques européennes.

8. Etude de la diversité génétique du pommier sauvage: opportunités de conservation et d'utilisation des ressources génétiques.

M. Lateur, A. Antofie, B. Watillon & O. Arezki

Le pommier sauvage (*Malus sylvestris* Mill.) est une espèce indigène présente à l'état dispersé dans toute l'Europe occidentale et centrale. Suite à la raréfaction des milieux propices à son développement, il est actuellement considéré comme une espèce en danger spécialement en Flandre où on ne le rencontre plus que dans quelques zones très limitées. L'idée est de mettre sur pied un programme de conservation à long terme afin de garantir la pérennité de cette espèce et de maintenir une large source de variabilité génétique potentiellement utile pour la gestion forestière et l'amélioration du pommier cultivé.

Ce projet de recherche est financé par le Service Public fédéral de Programmation (SPP) de la Politique scientifique. Six institutions participent à ce projet: quatre néerlandophones (KUL, CLO-DvP, IBW, NBS) et deux wallonnes (CRA-W et CRNFB), ces deux derniers s'occupant prioritairement des matériels présents en Wallonie.

Les principaux objectifs sont: (1) Evaluation de la diversité génétique du pommier sauvage en Belgique ainsi que des variétés de pommier cultivées aussi bien au moyen de techniques classiques que par marqueurs moléculaires; (2) Evaluation de l'importance des hybridations entre l'espèce sauvage et les variétés cultivées et développement d'outils de différenciation des variétés pures et hybrides; (3) Définition des principes de gestion visant à la conservation du pommier sauvage en milieu naturel (conservation *in situ*) et sous forme de plantations (conservation *ex situ*); (4) Définition de plans d'aménagement visant à optimiser la gestion de la variabilité génétique de collections de variétés cultivées.

A l'heure actuelle, tous les cantonnements de la Division de la Nature et des Forêts de la RW ont été parcourus avec l'aide des services forestiers, ce qui a permis d'identifier et de caractériser 400

arbres en Région wallonne. En Flandre, ce nombre est plus réduit et s'élève à 200 arbres.

Tout ce matériel est répertorié, géoréférencé par GPS et caractérisé sur place. Sur cet ensemble de 400 individus, 271 arbres sont déjà reproduits par greffage et le solde de 129 est en cours de fixation. Ces plants greffés constituent un matériel de choix pour la création d'un verger à graines représentatif de la variabilité intra-spécifique de cette espèce en Région wallonne. En parallèle à cette étude du *Malus sylvestris*, des travaux sont également entrepris au niveau des ressources génétiques belges du pommier cultivé (*M. domestica*) tant au niveau de la diversité phénotypique que génétique. Une base de données regroupant l'ensemble de ces informations est en cours d'élaboration dont une partie sera accessible à l'issue de ce contrat.

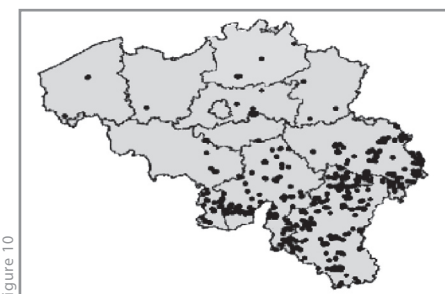


Figure 10
Carte de répartition du pommier sauvage (*Malus sylvestris* Mill.) en Belgique (2004)

7. Activités de service

7.1. Mycologie

S. Schmitz, A. Chandelier, M. Lateur, M. Cavalier

Au cours des années 2003 et 2004, le laboratoire de mycologie a effectué 89 visites sur le terrain et plus de 600 analyses d'échantillons dont 40% pour des professionnels et 60% pour des particuliers, ce qui a donné lieu à 549 rapports.

Dans le cadre de la collaboration avec la Cidrierie Stassen, une dizaine de consultations en vergers commerciaux de variétés de pommes destinées à la fabrication du cidre ont été effectuées afin de faire face à une nouvelle et importante épidémie de la maladie du « plomb » causée par le champignon basidiomycète *Chondrostereum purpureum*. Par ailleurs, cette maladie a également été rencontrée de façon inquiétante dans plusieurs dizaines de vergers commerciaux de poires des variétés 'Conférence' et 'Concorde'.

Des attaques de plus en plus fréquentes par des champignons lignivores, en particulier *Armillaria mellea* et *Meripilus giganteus*, ont été constatées tout au long de la biennale. Sur ce constat, une attention particulière a été accordée aux techniques d'arboriculture urbaine permettant de prévenir, d'évaluer et de gérer au mieux ce type de problèmes. Le flétrissement vasculaire dû à *Verticillium dahliae* a par ailleurs été observé sur une large gamme de plantes-hôtes (plantes ornementales ligneuses et non ligneuses ou cultures de petits fruits). Des problèmes de pourriture racinaire causés par différentes espèces de *Phytophthora* ou *Fusarium* ont également été rencontrés en grand nombre. Cinq nouvelles fiches techniques descriptives

de maladies fongiques sévissant en pépinières ornementales et forestières ont été rédigées et mises à la disposition des pépiniéristes (*Botrytis cinerea* sur épicéa, *Guignardia aesculi* sur marronnier, fonte des semis, *Phytophthora ramorum* et *Verticillium dahliae* sur plants d'ornements).

Depuis 2003, le laboratoire participe à l'enquête mise en place par le Service de la Protection des Plantes (AFSCA, Agence Fédérale pour la Sécurité Alimentaire) pour la détection de *P. ramorum* dans les pépinières ornementales et les espaces verts. L'agent pathogène est détecté par PCR en temps réel. Au cours de la biennale, plus de 80 échantillons ont été analysés. Il s'agissait principalement de rhododendrons et de viornes.

Par ailleurs, 24 analyses ont été effectuées pour la détection du *Verticillium* et/ou du *Fusarium* dans les racines de houblon, ainsi que pour la détection de virus (7 rapports).

7.2. Mycotoxines

P. Detrixhe, A. Chandelier

Des dosages de vomitoxine par ELISA ont été réalisés sur 915 échantillons de grains de froment dans le cadre de différents contrats de monitoring avec le privé ou dans le cadre d'essais menés par le Département Phytopharmacie.

7.3. Virologie

S. Steyer

Le Département est le laboratoire de référence de l'AFSCA pour la détection des virus de quarantaine affectant les végétaux. A ce titre, les analyses suivantes ont été réalisées au cours de la biennale écoulée: 471 analyses pour la détection du *Pepino mosaic virus* (PepMV) sur feuilles ou fruits de tomate (77 rapports), 110 analyses pour la détection de la rhizomanie (*Beet necrotic yellow vein virus*, BNYVV) dans des terres de pomme de terre (16 rapports), 64 analyses pour la détection du virus des tâches bronzées de la tomate (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) sur feuilles de chrysanthèmes (9 rapports), 49 analyses pour la détection de virus divers sur plantes ornementales (15 rapports), 413 analyses pour la détection du virus de la sharka (*Plum pox virus*, PPV) sur feuilles de *Prunus* sp. (45 rapports), 186 analyses pour la mise en évidence du *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd) sur feuilles de pomme de terre (32 rapports).

7.4. Entomologie

C. Fassotte

Au cours de la biennale, le service de consultations entomologiques a reçu de la part de particuliers et de professionnels environ 150 demandes d'identification d'insectes. Elles concernent en majorité les ravageurs des plantes ornementales et fruitières originaires de jardins privés et de plantations publiques (74 à 78 %) et, en minorité, les arthropodes évoluant dans des habitations privées ou des locaux de stockage (22 à 26 %). En ce qui concerne le secteur ornemental, l'année 2003 s'est singularisée par les invasions spectaculaires de l'hyponomeute du fusain (*Yponomeuta cagnagella* Hübner), localisées surtout dans la province du Hainaut le long des autoroutes et



chez des particuliers. Des ravageurs inhabituels se sont manifestés : la zeuzère (*Zeuzera pyrina* L.) sur frêne ainsi que le psylle du laurier-sauce (*Trioza alacris* Flor sur *Laurus nobilis*). Sur arbres fruitiers, ce sont les phytophages (*Phytoptus pyri* Pgst. sur poirier et *P. similis* Nalepa sur prunier) qui ont le plus préoccupé les particuliers.

En 2004, des agrégations massives de la coccinelle mycophage *Halysia sedecimgutta* L. ont été signalées en février sur des frênes en pépinière. Un ravageur jamais rencontré auparavant a fait l'objet de plusieurs demandes : le chermès du pin (*Pineus strobi* Hartig sur *Pinus strobus*).

En ce qui concerne les arthropodes domestiques, c'est toujours la vrillette du pain (*Stegobium paniceum* L.) qui domine dans les habitations, aux dépens de denrées amylacées ou de boiseries, suivie par les mites. Cependant, l'année caniculaire 2003 a été marquée par une forte présence de mouches automnales (*Musca autumnalis* De Geer) se regroupant sur les pignons des habitations tant à l'automne qu'au printemps.

7.5. Ecotoxicologie

J.-P. Jansen, T. Mahaut

Quarante-deux rapports d'expertises ont été réalisés pour le compte du Sous-Comité des Ecotoxicologues (SPF Santé publique, Environnement et Sécurité de la Chaîne alimentaire), chargé d'examiner les dossiers de demande d'agrément de pesticides à usage agricole (effets non intentionnels des pesticides à l'égard des oiseaux, des mammifères sauvages et des arthropodes utiles).

7.6. Etudes menées en BPL

J.-P. Jansen

Le laboratoire d'écotoxicologie est certifié BPL pour réaliser des études sur les arthropodes utiles. Durant la biennale écoulée, 13 études ont été exécutées selon les exigences des Bonnes Pratiques de Laboratoire (OCDE).

7.7. Avertissements

J.-P. Jansen, S. Steyer

En collaboration avec le CADCO et PAMESEB, dans le cadre des avertissements diffusés aux agriculteurs, les populations de pucerons dommageables aux céréales et aux pommes de terre ont été suivies dans différents champs de référence afin d'éviter tout traitement insecticide inutile et mieux cibler les périodes où ces traitements étaient nécessaires.

7.8. Lutte contre les rongeurs

T. Mahaut

Dans le cadre des procédures d'autorisation de produits rodenticides, 16 essais visant à évaluer l'efficacité de nouveaux produits sur rats bruns et souris ont été effectués en cages individuelles et en enclos pour le compte de différentes sociétés belges et étrangères. Ces études sont menées en collaboration avec le Département de

Phytopharmacie, plus spécialement chargé des analyses chimiques et des essais d'appétence destinés à étudier le comportement des produits au cours du temps (tests de vieillissement).

7.9. Sélection conservatrice du froment et de l'épeautre

A. Dekeyser

Dans le cadre de la diffusion des variétés de froment d'hiver et d'épeautre inscrites par le Département, la maintenance des lignées est réalisée par le système généalogique. Selon le stade de développement de la variété, de 400 à 1000 lignes-épi sont semées et contrôlées. Les semences produites sont mises à disposition du Département Production végétale qui les multiplie pour la diffusion chez les négociants préparateurs et les agriculteurs.

7.10. Sauvegarde et valorisation des ressources génétiques fruitières

M. Lateur, I. Villette

La diffusion du bois de greffe des 17 anciennes variétés fruitières « RGF » sélectionnées pour leur faible sensibilité aux maladies et pour leur originalité se poursuit et connaît une constante demande auprès des pépiniéristes professionnels. Des pieds mères de ces variétés ont été greffés en vue d'établir un parc à bois en collaboration avec le Centre d'essais Horticoles de Wallonie (CEHW). La parcelle de référence contient toutes les variétés de pommes et de poires commercialisées par l'ensemble des pépiniéristes belges en vue de pouvoir garantir l'identité du matériel cultivé en pépinière.

Le service de consultations pour l'identification des variétés fruitières s'adresse à des pépiniéristes professionnels, à des associations soucieuses du patrimoine régional et à de nombreux particuliers: 1.534 échantillons de fruits ont été analysés au cours de ces consultations, ce qui représente un ensemble de 373 dossiers.

Le service de consultations pour la mise en place et la gestion d'un réseau de vergers conservatoires et pédagogiques prend un tel développement qu'il fera l'objet d'un projet à part.

Publications

Publications scientifiques avec comité de lecture

CHANDELIER A., LAURENT F., DANTINNE D., MARIAGE L., ETIENNE M., CAVELIER M. [2003]. Genetic and molecular characterisation of *Verticillium dahliae* isolates from woody ornamentals in Belgian nurseries. *European Journal of Plant Pathology* 109, 943-952.

CHANDELIER A., MICHELET JY., TANGNI EK., BAERT K., MOONS E., VINKX C. [2004]. Mycotoxins survey in Belgium and toxigenic *Fusarium* in Belgian wheat. In: An overview on toxigenic fungi and Mycotoxins in Europe. Logrieco L, Visconti A (eds), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New-York, pp 11-32.

DE MERLIER D., CHANDELIER A., CAVELIER M. [2003]. First report of *Phytophthora ramorum* on *Viburnum bodnantense* in Belgium. *Plant Disease* 87 (2): 203.

DE MERLIER D., CHANDELIER A., DEBRUXELLES N., NOLDUS M., LAURENT F., DUFAYS E., CLAESSENS H., CAVELIER M. [2005]. Characterisation of alder *Phytophthora* isolates from Wallonia and development of SCAR primers for their specific detection. *Journal of Phytopathology* 153 (2), 99-107.

JANSEN J.-P. [2003]. Effets non intentionnels de la protection phytosanitaire du froment sur les prédateurs et parasites spécifiques des pucerons des céréales: étude bibliographique. 88 pages. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'études approfondies en Sciences, Université Libre de Bruxelles.

JANSEN J.-P. [2004]. Effets non intentionnels de la protection phytosanitaire du froment sur les prédateurs et parasites spécifiques des pucerons des céréales. Thèse soutenue en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles.

PLANCHON V., LATEUR M., DUPONT P. & LOGNAY G. [2004]. Ascorbic acid level of Belgian apple genetic resources. *Scientia Horticulturae* 100 : 51-61.

RUIBAL-MENDIETA N., ROZENBERG R., DELACROIX D.L., PETITJEAN G., DEKEYSER A., BACCCELLI C., MARQUES C., DELZENNE N., MEURENS M., HABIB JIWAN J.-L., QUETIN-LECLERCQ J. [2004]. Spelt (*Triticum spelta* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) whole meals have similar sterol profiles, as determined by quantitative liquid chromatography and mass spectrometry analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (15): 4802-4807.

WERRES S., DE MERLIER D. [2003]. First detection of *Phytophthora* mating type A2 in Europe. *Plant Disease* 87 (10): 1266.

Publications scientifiques libres

CHANDELIER A., KESTEMONT MH., DETRIXHE P., CAVELIER M., PIÉRARD JY. [2003]. Fungal pathogens associated with head blight in wheat : a 3-year analysis in Belgium. *Aspects of Applied Biology* 68, 187-191.

CHANDELIER A., ZINI J., DE MERLIER D., CAVELIER M. [2003]. Susceptibility of forest trees to *Phytophthora ramorum*, Benelux Association for Horticultural Sciences, Destelberghen, November 28th, 2003 (poster presentation)

CHANDELIER A., LAURENT F., ABRAS S., DEBRUXELLES N., CAVELIER M. [2004]. *Phytophthora* disease of alders : the role of bacteria in the production of sporangia. Poster, IUFRO Meeting, "Phytophthoras in forests and natural ecosystems", Freising (Allemagne), Septembre 2004.

DETRIXHE P., CHANDELIER A., CAVELIER M., BUFFET D., OGER R. [2003]. Development of an agrometeorological model integrating leaf wetness estimation to assess the risk of head blight infection in wheat. *Aspect of Applied Biology* 68, 199-204.

DETRIXHE P., CHANDELIER A., BUFFET D., OGER R., CAVELIER M. [2003]. Head blight in Belgian winter wheat: situation in 2003. Poster, COST action 835, "Toxicogenic fungi in agriculture", Bari (Italie), Octobre 2003.

FASSOTTE C. [2003]. La cochenille virgule (*Lepidosaphes ulmi* L.), un ravageur récurrent en culture fruitière intégrée. *Le Fruit belge*, 502 : 60 - 67.

FASSOTTE C., LATEUR M., VILLETTE I. & CORS R. [2004]. Le bupreste, *Agrilus sinuatus* O1., ravageur confirmé en vergers de poiriers. *Le Fruit Belge* 512 : 181-187.

HAUTIER L., JANSEN J.-P., SCHIFFERS B. & DELEU R. [2004]. Drawing-up of pesticide selectivity lists to beneficial arthropods for IPM programmes in potato. *56th International symposium on crop protection. Mededelingen Faculteit Landbouwkundige Universiteit Gent*, in press.

HAUTIER L., JANSEN J.-P., SCHIFFERS B. & DELEU R. [2004]. Etablissement de listes de sélectivité de pesticides vis-à-vis de l'entomofaune utile dans le cadre du développement de programmes de lutte intégrée en culture de pommes de terre de consommation. *XXXIVème congrès du Groupe Français des Pesticides*, Dijon, 26-28 mai 2004, in press.

JACQUES D., LATEUR M., WATILLON B., LEMAIRE S., COART E., ROLDAN RUIZ I., VANDER MIJNSBRUGGE K., VANWIJNSBERGHE L. & KEULEMANS W. [2003]. Développement d'un programme de gestion de la diversité génétique du pommier sauvage (*Malus sylvestris* Mill.) en Belgique : application en Région Wallonne. *Les Naturalistes belges*, 84, 2-3-4 : 149-161.

JANSEN J.-P. & WARNIER A.-M. [2004]. Aphid specific predators in potato in Belgium. *56th International symposium on crop protection, Mededelingen Faculteit Landbouwkundige Universiteit Gent*, in press.

LATEUR M. [2003]. The integration of different sectors is a key factor for the conservation, the evaluation and the utilisation of our Belgian fruit tree biodiversity. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique - Biologie*, 73-SUPPL. : 85-95.

LATEUR M. [2003]. « Utilisation des ressources génétiques et l'amélioration du pommier pour une résistance durable aux maladies », Séminaire à la FUSAGx donné aux étudiants dans le cadre du cours d'amélioration des plantes, 3 mars.

LATEUR M. [2003]. "Update of the Belgian Prunus collections : conservation, collecting, evaluation and characterization". *6th Meeting of the ECP/GR Working Group on Prunus*, 20 juin, Budapest, Hungary.

LATEUR M. [2004]. Short note on *Malus/Pyrus* genetic resources in Belgium. In: Maggioni L., M. Fischer, M. Lateur, E.-J. Lamont and E. Lipman, Compilers. Report of a Working Group on *Malus/Pyrus*. Second Meeting, 2-4 May 2002, Dresden-Pillnitz, Germany. *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome, Italy: 19.

LATEUR M. [2004]. Research in Belgium on wild *Malus*. In: Maggioni L., M. Fischer, M. Lateur, E.-J. Lamont and E. Lipman, compilers. Report of a Working Group on *Malus/Pyrus*. Second Meeting, 2-4 May 2002, Dresden-Pillnitz, Germany. *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome, Italy: 67.

LATEUR M., BLAZEK J. [2004]. Evaluation descriptors for *Malus*. In: Maggioni L., M. Fischer, M. Lateur, E.-J. Lamont and E. Lipman, compilers. Report of a Working Group on *Malus/Pyrus*. Second Meeting, 2-4 May 2002, Dresden-Pillnitz, Germany. *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome, Italy: 76-82

LATEUR M. [2004]. « Principes spécifiques pour l'amélioration du pommier pour une résistance durable aux maladies et utilisation des ressources génétiques », Séminaire FUSAGx donné aux étudiants dans le cadre du cours d'amélioration des plantes, 10 février.

LATEUR M., VILLETTE I., STIEVENARD R., LASCOSTES M. [2004]. « Amélioration génétique du pommier : lancement d'un programme d'hybridation transfrontalier », le 16 juin à l'occasion de la journée d'étude « Recherches scientifiques » des 20 ans du Verger Conservatoire de Villeneuve-d'Ascq (France).

LATEUR M. [2004]. « Principes spécifiques de l'amélioration du pommier pour une résistance durable aux maladies et utilisation des ressources génétiques », Séminaire à la FUSAGx donné aux étudiants dans le cadre du cours d'amélioration des plantes, 9 novembre.

LATEUR M. [2004]. « La gestion des collections belges de ressources génétiques du pommier cultivé (*Malus domestica*) », le 23 novembre à Bruxelles dans le cadre de la Table ronde sur les ressources génétiques du pommier en Belgique organisée par les Services Fédéraux de la Politique Scientifique.

LATEUR M., SCHMITZ S., ETIENNE M. & ZINI J. [2004]. Réurgence en Belgique de la maladie du « plomb » des arbres fruitiers. *Le Fruit Belge*, 511 : 147-152.

LEFRANCQ B., LATEUR M. & RONDIA A. [2004]. Screening method for polygenic scab resistance inside an apple breeding programme: relationship between early greenhouse screening test on young seedlings and their scab susceptibility in natural field conditions. Poster présenté lors de l'« *Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics* », 1-5 septembre, Angers (France).

MAGGIONI L., M. FISCHER, M. LATEUR, E.-J. LAMONT & E. LIPMAN, Compilers. [2004]. Report of a Working Group on *Malus/Pyrus*. Second Meeting, 2-4 May 2002, Dresden-Pillnitz, Germany. *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome, Italy, 97 pp.

MAHAUT T. [2003]. Strategy for the control of muskrat populations (*Ondatra zibethicus* L.) in Wallonia. *4th European Pest Vertebrate Management Conference*, 10-12 septembre, Parma (Italie).

MAHAUT T. [2004]. Les campagnols en cultures fruitières : description, biologie et principes de lutte. *Le Fruit Belge* 507 : 21-26.

OGER R. & LATEUR M. [2004]. Development of a specific software for the management of the recurrent synonymous problem of cultivars inside Plant Genetic Resources Databases: the case of the European ECP/GR Pyrus Database. Poster présenté lors de l'« *Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics* », 1-5 septembre, Angers (France).

RUIBAL-MENDIETA N.L., ROZENBERG R., PETITJEAN G., DEKEYSER A., DELACROIX D.L., DELZENNE N.M., MARQUES C., QUETIN-LECLERCQ J., MEURENS M., HABIB-JIWAN J.L. [2003]. Lipid characterization of spelt and winter wheat wholemeal. *Abstracts of oral presentations & posters of the 2nd YECST Workshop*, 10-11 juillet, Valencia (Spain).

STEYER S. and DEMONTY E. [2003]. Molecular characterization of *Hop mosaic carlavirus* (HpMV). Poster at 19th International Symposium on Virus and Virus-like Diseases of Temperate Fruit Crops, 21-25 juillet, Valencia, Spain.

VAIANOPOULOS C., LEGREVE A., BARBIER A., STEYER S., MARAITE H. and BRAGARD C. [2003]. Detection of *Barley yellow mosaic virus* and *Barley mild mosaic virus* by RT-PCR on resistant barley cultivars. Présentation à la journée d'études "Actualités phytosanitaires", AERZAP, 10 décembre, Leuven, Belgium.

VILLETTE I., LATEUR M. & DELPIERRE L. [2003]. Création d'un réseau wallon de conservation in situ de ressources génétiques fruitières. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique - Biologie* 73-SUPPL. : 97-101.

VILLETTE I., LATEUR M., ANTOFIE A., LASCOSTES M., STIEVENARD R., DELAHAYE B. [2004]. INTERREG III - Patrimoine fruitier transfrontalier et biodiversité, poster présenté à l'occasion des Journées d'étude des 20 ans du Verger Conservatoire de Villeneuve-d'Ascq (France), les 16, 17 et 18 juin.

VILLETTE I., LATEUR M., LEFRANCQ B. & LEPOIVRE P. [2004]. Study of components of partial resistance to scab on a range of apple cultivars. Poster présenté lors de l'« *Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics* », 1-5 septembre, Angers (France).

VILLETTE I., ANTOFIE A., LATEUR M., LASCOSTES M., STIEVENARD R. & DELAHAYE B. [2004]. INTERREG III - Patrimoine fruitier transfrontalier et biodiversité - Gestion et valorisation de la biodiversité fruitière franco-wallonne. *Le Fruit Belge* 512 : 175-180.

Publications techniques et de vulgarisation

BARBIER A. et STEYER S. [2004]. La mosaïque de l'orge. Maladie virale... transmise par un champignon. *Le Sillon Belge* n° 3123 : 15.

BARBIER A. et STEYER S. [2004]. La mosaïque de l'orge, maladie virale transmise via le sol. *Plein Champ*, 22 avril 2004, 17 : 7.

BARBIER A., STEYER S. et VAIANOPOULOS C. [2004]. La mosaïque de l'orge, maladie virale transmise via le sol. CADCO-Dossier Céréales, <http://cadcoasbl.be/>

VAIANOPOULOS C., BARBIER A. et STEYER S. [2004]. Les mosaïques du blé (1 et 2) transmises par *Polymyxa graminis*. CADCO-Dossier Céréales, <http://cadcoasbl.be/>

CAVELIER M. [2003]. Des sclérotites dans les récoltes de froment. *Le Sillon Belge*, n°3098 : 13-14.

CAVELIER M., ETIENNE M., DE WOUTERS P. [2003]. Le chancre à *Phomopsis* sur Douglas. *Silva Belgica* 3 : 34-36.

CHANDELIER A. [2004]. Alerte au *Phytophthora* : une nouvelle menace pour la forêt wallonne ? *CRA-W INFO*, 1:3.

DEBRUXELLES N., DE MERLIER D., DUFAYS E. [2003]. La maladie de l'aune. Que faire ? Fiche d'information sur la maladie de l'aune. Namur (Belgique), Ministère de la Région wallonne, DGRNE, Division de l'eau, 3 p.

DEKEYSER A., HERMAN JL., NIHOUL PH., CORDY F. [2003]. Des modalités culturales et un choix variétal adapté ! : De la réponse variétale selon l'intensification. *Le Sillon belge* n°3096 : 12-14.



DEKEYSER A., HERMAN J.L., NIHOUL P.H., CORDY F. [2003]. Des modalités culturales et un choix variétal adapté II: Bilan et critères de choix variétal pour optimiser la marge brute. *Le Sillon belge* n°3097 : 10-11.

DEKEYSER A. [2003]. Présence de rouille noire en Belgique. *Le Sillon belge* n°3096 : 12.

DEKEYSER A., HERMAN J.L., NIHOUL P., CORDY F. [2003]. Des itinéraires techniques et un choix variétal adaptés, comparaison de divers itinéraires et de la réponse variétale selon les niveaux d'intensification. In : *Fumure et protection phytosanitaire des céréales* – Gembloux (Belgique): Edition septembre 2003.

FASSOTTE C., JOMAU F. [2003]. La mineuse du marronnier, *Cameraria ohridella* D. & D., nouveau ravageur en pépinière ornementale. *Revue de la Fédération Wallonne Horticole*, 20 : 7 – 9.

FASSOTTE C. [2003]. Invasion de chenilles d'hypomèutes sur le fusain d'Europe. *Le Sillon belge* n°3081 : 8.

JANSEN J-P., HAUTIER L., SCHIFFERS B., DELEU R. & MOREIRA C. [2004]. Selectiviteit van gewasbeschermingsmiddelen tegenover nuttige insecten in de aardappelteelt. CRA-W.

JANSEN J-P., HAUTIER L., SCHIFFERS B., DELEU R. & MOREIRA C. [2004]. Listes de sélectivité des produits de protection des plantes à l'égard des arthropodes utiles en culture de pomme de terre. CRA-W.

JANSEN J-P. [2003]. Avertissements relatifs aux pucerons de la pomme de terre de consommation. In « *Pomme de terre, Recherche et Vulgarisation en 2003 en Belgique* », LCA-CAP.

JANSEN J-P. [2004]. Pomme de terre - Pucerons dans les parcelles : pas de panique. *Le Sillon belge* n°3133 : 8-9.

LATEUR M., LEFRANCO B., VILLETTE I., DELPIERRE L. & DUPONT P. [2003]. Le patrimoine fruitier du CRA-W. *Les Nouvelles de l'Agriculture de l'hiver* 29 : 36.

LATEUR M. [2004]. Des fruits sauvés de l'oubli. *La Libre Essentielle*, octobre 2004 : 16.

LATEUR M. & DELPIERRE L. [2004]. D'anciennes variétés fruitières ressuscitent grâce au conservatoire de Gembloux. *La Revue Durable*, 12 : 37.

LATEUR M., OGER R. & ANTOFIE A. [2004]. La production de pommes de haute qualité et résistantes aux maladies dans le cadre d'une agriculture durable. *CRA-W INFO*, 4:2.

MAHAUT T. [2004]. LUTANUIS: un projet transfrontalier de lutte contre le rat musqué. *CRA-W INFO*, 3:3.

VAIANOPOULOS C., LEGREVE A., MARAITE H., BRAGARD C., BARBIER A. & STEYER S. [2004]. Présence de mosaïques du blé en Belgique. *Le Sillon Belge* n°3137 : 15.

Rapports

ABRAS S., DEBRUXELLES N., DUFAYS E., CHANDELIER A., CLAESSENS H. [2004]. Monitoring des bandes riveraines des cours d'eau et de l'état phytosanitaire de l'aulne et autres essences ligneuses des berges. Rapport intermédiaire. RW, DGRNE, Division de l'Eau. Décembre 2004, 74 p.

Anonyme [2004]. Studying apple biodiversity: Opportunities for conservation and sustainable use of genetic resources: Scientific report 01/01/2004 – 31/12 2004. SPP Politique scientifique, convention APPLE EV/43/28, 27p.

ANTOFIE A., LATEUR M., RONDIA A. & OGER R. [2003]. "Progress Report of CRA-W, 2003; Projet européen QLRT –2001-01492, "High – Quality Disease Resistant Apples for a Sustainable Agriculture" (HIDRAS), 23 p.

CHANDELIER A., LAURENT F. [2003]. Etude des champignons pathogènes présents dans le sol. Rapport semestriel. AR258. Juin 2003, 7 p.

DE MERLIER D., DEBRUXELLES N., DUFAYS E., CHANDELIER A., CLAESSENS H. [2003]. Etude du développement de la nouvelle maladie de l'aulne (*Phytophthora « alni »* sur *Alnus glutinosa*) et de ses conséquences sur la gestion des cours d'eau. Rapport intermédiaire. RW, DGRNE, Division de l'Eau. Mai 2003, 35 p.

DE MERLIER D., DEBRUXELLES N., DUFAYS E., CHANDELIER A., CLAESSENS H. [2004]. Etude du développement de la nouvelle maladie de l'aulne (*Phytophthora « alni »* sur *Alnus glutinosa*) et de ses conséquences sur la gestion des cours d'eau. Rapport final. RW, DGRNE, Division de l'Eau. Janvier 2004, 104 p.

DETRIXHE P., DONIS T. [2003]. Evaluation du risque de contamination des productions céréalières par des mycotoxines. Rapport semestriel. AR258. Juin 2003, 5 p.

DETRIXHE P., CHANDELIER A., BUFFET D., OGER R. [2004]. Evaluation du risque de contamination des productions céréalières par des mycotoxines – mise au point d'un modèle prévisionnel du risque de contamination en DON en culture céréalière. Rapport intermédiaire, SPF Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement, Convention 5-6118, section 1. Janvier 2004, 35 p.

HAUTIER L., DELEU R., JANSEN J-P., SCHIFFERS B. [2004]. Etablissement de listes de sélectivité de pesticides vis-à-vis de l'entomofaune utile dans le cadre du développement de cahiers de charges de production intégrée en grandes cultures. Décembre 2003, 74 p.

HAUTIER L., DELEU R., JANSEN J-P., SCHIFFERS B. [2004]. Etablissement de listes de sélectivité de pesticides vis-à-vis de l'entomofaune utile dans le cadre du développement de cahiers de charges de production intégrée en grandes cultures et en cultures maraichères. Novembre 2004, 53 p.

JAMAR L., LATEUR M. [2004]. Recherche méthodologique en vue d'établir une protection phytosanitaire optimale de vergers de pommiers conduits suivant le mode de production biologique. Rapport d'activités RW, DGA, Recherches subventionnées, période du 01/01/2003 au 31/12/04, 108 p.

KESTEMONT M.H., DETRIXHE P., CHANDELIER A., BUFFET D., OGER R. [2003]. Evaluation du risque de contamination des productions céréalières par des mycotoxines – volet A : Etude des facteurs de risque de contamination en déoxynivalénol pour le modèle « froment d'hiver ». Rapport final, SPF Santé publique, Sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement, Convention 5-6006 section 1. Janvier 2003, 44 p.

LATEUR M., JACQUES D. & WATILLON B. [2003]. « Scientific CRA-W & CRNF Report 2003 », du projet de recherche « Malus Genetic Resources in Belgium », SPPS, 6 p.

LATEUR M., VAN WIJNBERGHE L., JACQUES D., ANTOFIE A. & ROYEN L. [2004]. "Coordinated Scientific Report 2004 of the Work Package 1 : collection and description of material", du projet de recherche « Malus Genetic Resources in Belgium », SPPS, 10 p.

LEFRANCO B., RONDIA A. & LATEUR M., [2003]. Etudes méthodologiques pour l'obtention de variétés commerciales de pommier dotées de résistance polygénique à la tavelure du pommier et à d'autres maladies cryptogamiques. Ministères des Classes Moyennes et de l'Agriculture. DG6, Recherches subventionnées. Rapport final, 105 p.

MAHAUT T. [2004]. Optimisation de la lutte contre les organismes animaux « nuisibles » inféodés aux cours d'eau (Rats musqués, surmulots (rat d'égoût), ragondins, simulies). Rapport final, DGRNE – Division de l'Eau, 1er juillet 2004, 27 p.

SCHMITZ S., ZINI J. [2003]. Phytopathologie clinique : lutte contre les maladies en pépinières forestières. Rapport semestriel. AR258. Juin 2003, 5 p.

VAIANOPOULOS C., LEGREVE A., MOREAU V., MARAITE H., BRAGARD C., STEYER S., BARBIER A., DENIS F., MEEUS P. & CAVELIER M. [2004]. Caractérisation biologique et moléculaire des mosaïques des céréales et de leur vecteur *Polymyxa graminis* en Wallonie. Rapport d'activité de l'année 2003. Subvention N° RW-1023, 96pp.

VILLETTE I., LATEUR M. [2003]. Valorisation des ressources génétiques fruitières de nos régions pour l'industrie et la P.M.E. Convention Région Wallonne du 10 décembre 1997. Visa N° 971/3612. Rapport final, 71 p.

VILLETTE I., LATEUR M., STIEVENARD R., DELAHAYE B., LASCOSTES M. [2004]. « Patrimoine Fruitier Transfrontalier et Biodiversité » Initiative Communautaire INTERREG III Programme France-Wallonie-Flandre 2000-2006. Sous-programme : France-Wallonie, FW-2.3.4. Rapport d'activités arrêté au 30 juin 2004, 23 p.

Conférences

CHANDELIER A., SCHMITZ S. [2004]. Pathologie forestière, quelques cas étudiés au Centre Wallon de Recherches Agronomiques. Exposé présenté lors de la réunion du Groupe Français de Pathologie Forestière (GFPPF), Saint Etienne de Tulmont (France), Septembre 2004.

JANSEN J-P. [2004]. Etablissement de listes de sélectivité vis-à-vis de l'entomofaune utile dans le cadre du développement de cahiers des charges de production intégrée en grandes cultures de pomme de terre. Comité technique CAP/LCA, Gembloux, 25 octobre 2004.

JANSEN J-P. [2004]. Importance des pucerons et des insectes auxiliaires en culture de pomme de terre. Demi-journée d'étude "Lutte intégrée et référentiels de qualité en culture de pomme de terre, Gembloux, 14 septembre 2004.

JANSEN J-P., VIATOUR N. [2002]. Etablissement de listes de sélectivité de pesticides vis-à-vis de l'entomofaune utile dans le cadre de la production intégrée en grandes cultures, Journée d'étude Phytophar, Bornem, 18 novembre 2002.

LATEUR M. [2003]. « Les projets de recherches menés au CRA en matière de valorisation des ressources génétiques fruitières et de la résistance aux maladies », 14 février 2003 à l'Ecole Provinciale de La Reid-Thieux.

LATEUR M. [2003]. « Plantations d'anciennes variétés fruitières dans le cadre des mesures agri-environnementales », séance d'étude organisée par le Parc Naturel des Plaines de l'Escaut, le 4 mars au Centre culturel d'Antoing.

LATEUR M. [2003]. « Choix des variétés de pommes en culture Biologique et résultats des travaux du projet de recherche mené à Gembloux sur la culture biologique du pommier », formation d'un jour donnée au Centre des Groupements des Agrobiologistes de Lorraine à Cousances Les Forges, France, le 5 mars.

LATEUR M. [2003]. « Sauvegarde du patrimoine fruitier régional », Journée du Parc Naturel de Burdinale et Mehaigne, le 28 septembre.

LATEUR M. [2003]. « Travaux de recherches & développement en matière de biodiversité fruitière au CRA de Gembloux », 30 septembre, Séminaire sur le patrimoine forestier organisé par la « Private Bank Mees-Pierson, Ferme d'Upignac.

LATEUR M. [2003]. « Les travaux de rénovation du verger historique du Château des Comtes de Marchin et les perspectives d'avenir », 4 octobre à Modave.

LATEUR M. [2003]. « Comment valoriser les potentialités des anciennes variétés fruitières de nos régions », Fête de la pomme à Moulin du Ruy, le 4 octobre.

LATEUR M. [2003]. « Les travaux de sauvegarde du patrimoine fruitier en Belgique : 30 ans d'histoire », durant les journées des anciennes variétés de St-Jean-du-Gard, (France), le 30 novembre. LATEUR M. [2004]. « Les anciennes variétés fruitières du pays de Herve, quel avenir ? », le 8 mai à Soumagne dans le cadre de la Foire aux saveurs.

LATEUR M. [2004]. « Choix judicieux de variétés fruitières résistantes aux maladies », le 4 septembre dans le cadre de la Fête des pépiniéristes de Lesdain.

LATEUR M. [2004]. « Utilisation des ressources génétiques fruitières cultivées et sauvages en vue de créer de nouvelles variétés de pommes résistantes aux maladies », le 1 octobre à Gembloux pour l'Association Belge des journalistes agricoles.

LATEUR M. [2004]. « Quel avenir pour les variétés fruitières historiques créées par les obtenteurs de Jodoigne ? », 17 octobre à Orp-Jauche pour le quinzième anniversaire de l'Association de Flore et Pomone.

LATEUR M. [2004]. « Le patrimoine fruitier des vergers hautes tiges du Namurois », le 24 octobre à Faux-les-Tombes.

LATEUR M. [2004]. « Création d'un réseau de vergers conservatoires en Wallonie », le 25 novembre à Assesse dans le cadre de la Troisième semaine de la Nature.

LATEUR M. & DONIS Th. [2004]. « Quel avenir pour les nouvelles variétés de pommes en Wallonie ? », organisé par PROFRUIT, le 19 novembre à Cerhexe Heuseux.

LATEUR M. & VILLETTE I. [2004]. « Résistance aux maladies et choix de variétés commerciales de pommes », 17 juin à l'occasion de la journée « Développement » des 20 ans du Verger Conservatoire de Villeneuve-d'Ascq (France).

MAHAUT T. [2003]. Problématique de la lutte contre les simulies (Diptera : Simuliidae) dans la vallée de la Semois. Conférence

donnée à Martilly, le 27 octobre 2003, dans le cadre du Contrat de rivière transfrontalier Semois – Semoy et affluents.

MAHAUT T. [2004]. Les rongeurs nuisibles en agriculture : biologie, dégâts et techniques de lutte. Conférence donnée à Lischert, le 19 janvier 2004, au Comice agricole d'Arlon.

MAHAUT T. [2004]. Procédure d'évaluation de l'efficacité des rodenticides. Conférence donnée à Fernelmont, le 21 septembre 2004, pour les membres de l'Union professionnelle du Belgian Pest Control.

MAHAUT T. [2004]. Rongeurs et taupes dans nos jardins : biologie, dégâts et techniques de lutte. Conférence donnée à Gembloux, le 27 novembre 2004, pour le compte de la Société Royale Horticole de Gembloux.

MOREIRA C. & HAUTIER L. [2004]. Établissement de listes de sélectivité vis-à-vis de l'entomofaune utile dans le cadre du développement de cahiers des charges de production intégrée en culture de pomme de terre : présentation des résultats. Demi-journée d'étude "Lutte intégrée et référentiels de qualité en culture de pomme de terre, Gembloux, 14 septembre 2004.

RONDIA A. [2003]. « Les principales maladies et ravageurs des arbres fruitiers et leurs remèdes », 22 juin aux portes ouvertes de l'Ecole Provinciale de La Reid-Theux.

RONDIA A. [2003]. « Choix de variétés fruitières adaptées à la Province de Liège », 22 juin aux portes ouvertes de l'Ecole Provinciale de La Reid-Theux.

VILLETTE I. [2003]. « Les anciennes variétés : patrimoine de nos régions. Verger du Château des Comtes de Marchin à Modave », 5 octobre à Modave.

VILLETTE I. [2003]. « Les anciennes variétés : patrimoine de nos régions », 8 novembre à Torgny.

VILLETTE I. [2004]. « Intérêt et valorisation des anciennes variétés fruitières », 24 avril à Halles-sous-les-Côtes (France).

VILLETTE I. [2004]. « Intérêt et valorisation du patrimoine des anciennes variétés régionales de fruitiers », 3 octobre à Modave.

VILLETTE I. [2004]. « La poire : historique et valorisation », 27 novembre à Torgny.

Travaux de fin d'études

BEAUFAYS I. [2003]. Comparaison de deux méthodes d'avertissement des infections primaires de la tavelure (*Venturia inaequalis*) du pommier. Graduat, I.S.I. Huy-Gembloux-Verviers. Encadrement CRA-W : M. Lateur.

CAUDRON JEROME [2004]. Comparaison de l'activité de deux prédateurs de pucerons, *Chrysoperla carnea* et *Episyrrhus balteatus*, sur fraisiers. Graduat, Institut Supérieur Industriel Gembloux (ISI Gembloux). Encadrement CRA-W : JP. Jansen, S. Farvacq.

COLLARD M. [2004]. Optimisation de la détection du nBYDV sur pucerons par RT-PCR. Graduat, Haute Ecole de la Province de Namur, I.S.P.A. Saint-Quentin, Ciney. Encadrement CRA-W : S. Steyer.

EL AGREBI N. [2004]. Contribution à l'étude de l'efficacité d'éliciteurs de résistance vis-à-vis de *Venturia inaequalis* en conditions *in vitro*. Graduat, Haute Ecole Charlemagne, Gembloux. Encadrement CRA-W : L. Jamar, B. Lefrancq et M. Lateur.

GHESQUIERE F. [2004]. Mise au point d'un protocole d'échantillonnage pour le suivi phytosanitaire d'essences ligneuses le long des cours d'eau en Wallonie. Ingénieur industriel, Haute Ecole Provinciale de Charleroi, Ath. Encadrement CRA-W : A. Chandelier & C. Fassotte.

HOUSSIAU C. [2003]. Etude de l'influence de diverses modalités de traitements fongicides sur les agents de la fusariose de l'épi et sur la production de DON en froment d'hiver. Ingénieur industriel, Institut Supérieur Industriel de Huy. Encadrement CRA-W : A. Chandelier, MH. Kestemont & JM. Moreau.

LUYCKX C. [2004]. Influence de la température et de l'activité de l'eau sur le développement de *Fusarium graminearum*, un des champignons responsables de la fusariose de l'épi. Graduat, Haute Ecole de la Province de Namur, Ciney. Encadrement CRA-W : A. Chandelier.

MANGUETTE M. [2003]. Contribution à l'étude de la durabilité de la résistance du pommier (*Malus domestica Borkh*) à la tavelure (*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.) dans le cadre d'un programme d'amélioration. Bio-ingénieur. FUSA Gembloux. Encadrement CRA-W : M. Lateur.

MALANDIN V. [2004]. Etude de techniques nouvelles dans le cadre d'un programme d'amélioration du pommier. Graduat, Haute Ecole Charlemagne, Gembloux. Encadrement CRA-W : B. Lefrancq.

MARCADIEU K. [2004]. Détermination du spectre d'activités de deux triazoles et de deux strobilurines sur les cinq agents de la fusariose de l'épi du froment d'hiver en Belgique. Graduat, Haute Ecole Charleroi – Europe, Fleurus. Encadrement CRA-W : JM Moreau & A. Chandelier.

MOREAU E. [2004]. Etude sur les charançons défoliants en pommiers et poiriers. Graduat, Haute Ecole Charlemagne, Gembloux. Encadrement CRA-W : C. Fassotte, S. Cognet et M. Lateur.

NOLDUS M. [2004]. Etude du développement de la maladie de l'aulne (*Phytophthora alni*) en Wallonie. Ingénieur industriel, Haute Ecole Provinciale de Charleroi, Ath. Encadrement CRA-W : D. De Merlier.

PAHAUT B. [2004]. Etude de stratégies de lutte contre *Chondrostereum purpureum* sur poiriers. Graduat, Haute Ecole Charlemagne, Gembloux. Encadrement CRA-W : M. Lateur, S. Schmitz.

PESTANA RELVAS M-J. [2004]. Identification variétale de pommiers et de poiriers à l'aide de marqueurs microsatellites (SSR). Graduat, Haute Ecole Provinciale du Hainaut Occidental, Ath. Encadrement CRA-W : D. Mingeot et M. Lateur.

POIRSON C. [2003]. Mise en place d'un verger didactique d'anciennes variétés fruitières. Graduat, Haute Ecole Charlemagne, Gembloux. Encadrement CRA-W : J-L. Harvent et M. Lateur.

SEPTON S. [2004]. Contribution à l'étude des prédateurs aphidiphages en pomme de terre de consommation. Ingénieur Industriel. Institut Supérieur Industriel Huy (ISI Huy). Encadrement CRA-W : JP. Jansen.

VAN DE WALLE R. [2004]. Détection de virus et viroïdes dans des plants de houblon. Certificat de qualification, Collège Saint-Servais, Section Chimie, Namur. Encadrement CRA-W : S. Steyer.

VANDRIESSCHE L. [2004]. L'influence de différents traitements en verger expérimental en culture biologique sur les populations d'acariens rouges (*Panonychus ulmi*) et son auxiliaire (*Typhlodromus pyri*). Graduat, Haute Ecole Charlemagne, Gembloux. Encadrement CRA-W : L. Jamar, C. Fassotte & M. Lateur.

VYGEN J. [2004]. Etude de l'action de matières actives de fongicides sur la croissance du mycélium et sur la germination des conidies de *Verticillium dahliae*. Graduat, Haute Ecole Charlemagne, Gembloux. Encadrement CRA-W : S. Schmitz.

D4

D é p a r t e m e n t P H Y T O P H A R M A C I E



rue du Bordia, 11
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 52 62
fax : +32 (0) 81 62 52 72

e-mail : phytopharmacie@cra.wallonie.be



1. MISSION

Etude des caractéristiques chimiques et physico-chimiques des produits phytopharmaceutiques, de leur devenir dans les productions végétales et leur impact sur notre environnement. Développement et validation de méthodes d'analyses pour les substances actives, leurs impuretés, leurs formulations et les résidus de pesticides résultant de leur utilisation. Participation à l'établissement de spécifications internationales garantissant la qualité des produits mis sur le marché.

Etude des caractéristiques agronomiques des produits phytopharmaceutiques nouveaux ou insuffisamment connus, et développement de méthodes de protection des cultures fiables, économiques et respectueuses du milieu, adaptées aux spécificités de l'agriculture, de l'horticulture et de la sylviculture de nos régions.

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

5 statutaires et 10 contractuels

2.1. Chef de Département

P. Meeùs, *Inspecteur général scientifique (RW)*

2.2. Scientifiques

F. Anseau, *Attaché*

A. Bernes, *Premier Attaché*

M. Galoux, *Inspecteur général scientifique*

F. Cors, *Attaché scientifique (MA)*

M. De Proft, *Directeur scientifique*

B. De Ryckel, *Attaché*

P. De Vos, *Attaché scientifique*

N. Ducat, *Attaché scientifique*

F. Henriët, *Attaché scientifique*

J.-M. Moreau, *Attaché scientifique*

O. Pigeon, *Attaché scientifique*

J.-F. Salembier, *Attaché scientifique (jusqu'au 1/8/2004)*

S. Vandecandelaere, *Attaché*

B. Weickmans, *Attaché scientifique*

3. REPRÉSENTATIONS ET COLLABORATIONS AVEC DES ORGANISMES NATIONAUX

- Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA)
- Commission d'Éthique en Expérimentation animale
- Comité d'Agréation des pesticides à usage agricole belge
- Comité Régional Phyto (RW)
- Centre Agricole de Développement des cultures de Céréales et des Oléo-protéagineux (CADCO)
- Centre Agricole Betterave-Chicorée (CABC)
- Centre de Recherches Vétérinaires et Agrochimiques (CERVA), Tervuren
- Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek (CLO), Gent

- Comité scientifique plantes transgéniques du Conseil de Biosécurité
- Conseil Supérieur d'Hygiène
- Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire
- Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques – Gembloux (FUSAGx)
- FIWAP
- Institut Royal Belge pour l'Amélioration de la Betterave (IRBAB)
- Institut Scientifique de la Santé Publique « Louis Pasteur », Bruxelles
- Katholiek Universiteit van Leuven (KUL), Laboratorium voor Fytopathologie en Plantenbescherming, Leuven
- Koninklijk Opzoekingsstation van Gorsem, Sint-Truiden
- Laboratoire Fédéral de l'Alimentation, Liège
- LISEC – Genk
- Provinciaal Proefcentrum- en Voorlichtingscentrum voor Land- and Tuinbouw, Rumbeke
- Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt, Kruishoutem
- Rijksuniversiteit Gent (RUG), Laboratorium voor Fytopharmacie, Gent
- Service Public Fédéral Santé Publique, Sécurité de la Chaîne Alimentaire et Environnement
- Université Catholique de Louvain (UCL), Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale de l'Université catholique, Louvain-la-Neuve
- Université Libre de Bruxelles (ULB) : Laboratoire de Biologie Animale et Cellulaire

4. REPRÉSENTATIONS ET COLLABORATIONS AVEC DES ORGANISMES INTERNATIONAUX

- Agroblu Srl, Italie
- Agrisearch UK Ltd., UK
- Agrolab, Grèce
- Agro Research International B.V., Pays-Bas
- Association Française de Protection des Plantes (AFPP)
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC)
- Center for Diseases Control (CDC), Atlanta, USA
- Comité Européen de Normalisation (CEN)
- Central Science Laboratory (CSL), York, UK
- Centre de Coopération Internationale en Recherches Agronomiques pour le Développement (CIRAD), Montpellier, France
- Centre Technique Interprofessionnel de la Vigne et du Vin (ITV), Epernay, France
- Collaborative International Pesticides Analytical Council (CIPAC), UK
- Codex Alimentarius pour les Résidus de Pesticides – Den Haag – Pays Bas
- Comité de liaison Europe – Afrique – Caraïbes – Pacifique (COLEACP), Bruxelles, Belgique
- DEFITRACES – Brindas – France
- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)
- Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH, (GTZ) Eschborn, Allemagne

- Hellafarm S.A., Grèce
- Huntington Life Sciences – Eye Research Centre – Suffolk – UK
- Institut de Recherche pour le Développement, laboratoire des Insectes Nuisibles (IRD-LIN), Montpellier, France
- Institut International de Recherches Betteravières (IIRB)
- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, France
- Institut Tropical Suisse, Genève, Suisse
- John Hopkins University, Baltimore, Maryland, USA
- Laboratoire interrégional de la Direction de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes, Massy, France
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF), York, UK
- Pesticide Science Department (PSD) – York – UK
- Plant Protection and Soil Conservation Service, Hongrie
- PROMO-VERT, France
- Organisation Européenne et Méditerranéenne de Protection des Plantes (OEPP), France
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS/WHO) – Expertise et Centre Collaborateur Officiel
- Recerca Agrícola, Espagne
- SPF GAB Biotechnologie, Allemagne
- SPF GAB Italia srl – Poggio Renatico – Italie
- TNO Prins Maurits Laboratory – Rijswijk
- Pays Bas ; Organisation for Applied Scientific Research
- Union Européenne (UE) dans le cadre de la Directive 91/414/CEE – Groupes de travail résidus et substances actives
- UNICEF – Copenhagen, Danemark
- World Health Organisation Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES), Genève, Suisse

5. THEMATIQUE DES RECHERCHES

Comme dans d'autres secteurs de l'agronomie, les recherches en phytopharmacie ont évolué au cours des dernières années. D'une démarche qui visait avant tout à améliorer les rendements des cultures, la recherche est passée à une approche qui vise à intégrer les attentes de la société en matière de qualité et de sécurité alimentaire. Par ailleurs, vu le contexte économique, la rentabilité des exploitations agricoles ne souffre plus guère d'erreurs ni de gaspillage, si bien que la profession elle-même souhaite le développement de techniques susceptibles d'alléger les frais de production. Dans ce but, le développement de méthodes de protection des cultures moins agressives pour l'environnement, économiquement rentables pour ses utilisateurs et garantissant aux consommateurs des produits de qualité, est essentiel. Pour relever ce défi, les chimistes et les biologistes du Département unissent leurs efforts pour approfondir les connaissances en matière de spécificités chimiques et biologiques des nouveaux produits développés par

l'industrie. Il faut les caractériser et mesurer leur potentiel et, pour ce faire, inventer, adapter, développer, valider des méthodes adéquates d'analyse et d'expérimentation sur le terrain.

La complémentarité entre ces deux disciplines permet également la réalisation de programmes tels que ceux portant sur la répartition et le devenir des substances actives, les analyses de résidus (notamment dans les cultures occupant peu de surface et donc économiquement peu rentables pour l'industrie), ou encore l'amélioration de la qualité des traitements ou l'élaboration de normes de qualité pour ces derniers.

Soucieux de garantir de manière objective et indépendante la traçabilité et l'intégrité de ses résultats, le Département s'est engagé dans une démarche « Qualité ».

Il est certifié BPL (Bonnes Pratiques de Laboratoire) depuis 1994 et ISO 17025 depuis 2002. Les certifications entraînent pour le Département une reconnaissance et une participation à des travaux pour les autorités, le monde industriel mais aussi pour les grandes organisations internationales comme en témoigne la reconnaissance par l'OMS du Département comme Centre collaborateur officiel en matière d'analyses chimiques de pesticides utilisés en santé publique et en agriculture.

6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES

6.1. Chimie et physico-chimie des produits phytopharmaceutiques

Développement de méthodes d'analyses

A. Bernes, B. de Ryckel, O. Pigeon, M. Galoux

La pression de plus en plus grande exercée sur l'agriculture et plus particulièrement sur le contrôle des intrants chimiques dans notre environnement exige le développement de méthodes d'analyse fiables, reproductibles et validées, au moins selon les critères internationaux imposés par l'Union Européenne, la Food and Drug Administration (FDA) ou l'Environmental Protection Agency (EPA).

Cette validation concerne non seulement les méthodes d'analyse des substances actives et leurs impuretés représentatives, mais aussi celles de leurs formulations.

De ce fait, la spécificité, la linéarité de la réponse, la répétabilité et le taux de récupération des méthodes appliquées ont été établis pour un certain nombre de substances actives et leurs différents types de formulations.

Le laboratoire a ainsi participé aux études en collaboration concernant : la d-aléthrine (TC, MV), la bioalléthrine (TC, MV), la S-bioalléthrine (TC), la deltaméthrine (TC, SC, WG, EC, TA), le dinetofuran (TC, WP, SG), l'esbiothrine (TC, MV), le glyphosate (TC, SL), le parathion-méthyl (CS), la d-phénothrine (TC, AE), la prallethrine (TC, AE), le novaluron

(TC, EC), SZI-121 (TC, SC). Ces études ont permis non seulement l'acceptation et la publication de ces méthodes par le CIPAC, mais aussi d'évaluer de façon très positive les performances du laboratoire par rapport à d'autres de par le monde.

En collaboration avec le DAPA, groupe allemand de normalisation, et le NEGAG, groupe néerlandais, de nouvelles méthodes d'analyse physico-chimiques pour le rinçage - vidage des SC, la tenue en émulsion des EC, EW et ME sont développées. Le laboratoire s'intéresse également aux analyses de formulations contenant plusieurs substances actives (éventuellement sous diverses formes), de leurs impuretés, des isomères et énantiomères, des adjuvants,...

Les nouveaux types de formulations (sachets solubles {SB}, suspo-émulsions {SE}, granulés émulsionnables {EG}, ...) font également l'objet d'une attention particulière.



Figure 1
Test de phytotoxicité en conditions contrôlées sur de nouvelles formulations

Etablissement de dossiers physico-chimiques en vue de l'homologation

A. Bernes, B. de Ryckel, O. Pigeon, M. Galoux

Compte tenu de sa participation à l'élaboration de la Directive européenne, de sa contribution à la normalisation des méthodes d'analyse (CIPAC), de son activité au sein de la FAO et de l'OMS en matière de spécifications, donc de qualité des produits, mais aussi de la mise en place dès 1994, du Système Qualité « BPL » (confirmé en 2004) de l'OCDE, le Département est naturellement approché, par les fabricants de pesticides détenteurs de molécules et de formulations sous brevet ou génériques. A ce jour, il est un des laboratoires de référence en ce domaine. Le Département détermine ainsi les teneurs en substances actives des produits techniques (TC) et formulés et les impuretés de fabrication sur base de méthodes standardisées ou, valide les méthodes d'analyses dans de nouvelles formulations, principalement par chromatographie gazeuse et liquide.

Le département évalue aussi les caractéristiques physico-chimiques des formulations sur base des méthodes CIPAC publiées ou acceptées et des recommandations de la Directive européenne.

Ces techniques sont principalement : aspect, teneur en eau, point éclair, acidité, alcalinité, pH, viscosité, tension superficielle, densité,

mouillabilité, pouvoir moussant, tenue en suspension, tenue en émulsion, spontanéité de la dispersion, stabilité de la dilution, tamisage (à sec et humide), granulométrie (tamisage ou diffraction laser), vidage, rinçage, compatibilité physique et/ou chimique, stabilité à long terme (6 mois, 1, 2, 3, ... ans) à température ambiante, stockages accélérés (14 jours/54°C, 8 semaines/40°C, 12 semaines/35°C, 18 semaines/30°C), stabilité au froid et cycles thermiques.

Etablissement de spécifications

M. Galoux, O. Pigeon, A. Bernes, B. de Ryckel

La notion de critères de qualité nécessaires pour garantir l'efficacité et l'innocuité de produits chimiques répandus dans l'environnement a abouti à l'établissement de spécifications pour les produits pesticides utilisés en agriculture et en santé publique. Ces spécifications, au fil du temps, sont devenues des outils indispensables du commerce international des pesticides et de leur acceptation par les états disposant d'une législation adéquate.

Aujourd'hui, la Belgique et son Comité d'Agréation, les états de l'Union Européenne, ainsi que les Etats-Unis, les utilisent dans le cadre de leurs législations d'enregistrement (homologation) des pesticides. De nombreux autres pays, ne disposant pas encore de structures d'homologation, utilisent ces spécifications dans le cadre du contrôle de la qualité de leurs pesticides.

Depuis plus de 25 ans, le Département Phytopharmacie, compte tenu de son expérience en matière d'analyse de pesticides à usage agricole et non agricole, est représenté au sein du groupe d'experts (FAO/OMS) chargé de l'évaluation et de l'établissement des spécifications. Ces spécifications, depuis 2002, sont communes à la FAO et l'OMS. Dans le cadre de la nouvelle procédure d'établissement des spécifications (2002), (cette dernière étant liée non plus à la seule substance active mais à son procédé de fabrication), le Département a été chargé de l'évaluation des substances actives comme le dicamba (herbicide) et la deltaméthrine (insecticide), et de l'établissement des spécifications pour les produits techniques (TC) et formulés tels : solutions aqueuses (SL), poudres mouillables (WP), suspensions concentrées (SC), granulés et tablettes à disperser dans l'eau (WG - WT), concentrés et granulés émulsionnables (EC - EG), solutions bas volume (UL).

Il a également participé à l'évaluation et à l'établissement des spécifications des substances actives et des formulations à base de : azimsulfuron, bifenthrine, chlorothalonil, chlorpyrifos, cymoxanil, cyphénothrine, diflubenzuron, diméthoate, fenthion, icaridine, imidaclopride, iprodione, malathion, novaluron, paraquat, picloram, pirimiphos-méthyl, prochloraz, propanil, propoxur, transflutrine.

Pour 2005, la deltaméthrine proposée par



des fabricants de produits génériques sera évaluée afin d'établir ou non l'équivalence de ces produits techniques avec le produit anciennement sous brevet et bien connu toxicologiquement.

Comme Centre Collaborateur OMS de référence et en collaboration avec le WHOPEs le Département reste à la base de l'harmonisation des critères de spécifications FAO et OMS et collabore activement au JMPS (Joint Meeting on Pesticide Specifications), alter ego du JMPR (collaboration FAO-OMS), mieux connu depuis de nombreuses années en matière de résidus de pesticides.

6.2. Devenir des produits phytopharmaceutiques dans les productions agricoles, sur les substrats traités et dans l'environnement

Etude des résidus de pesticides en fruits, légumes et céréales

O. Pigeon, N. Ducat, P. De Vos, S. Vandecandelaere, M. Galoux

1. Développement et validation de méthodes d'analyse

Au cours de la biennale, plus de 25 méthodes d'analyse ont été développées afin de déterminer les résidus de pesticides en fruits, légumes et céréales. Ces méthodes couvrent toute une série d'insecticides, acaricides, fongicides, herbicides et régulateurs de croissance sur divers produits de culture : pommes, raisins, prunes, kiwis, clémentines, choux pommés, choux de Bruxelles, choux-fleurs, poireaux, épinards, céleris, persil, radis, champignons, oignons, pommes de terre, maïs, froment, chicorées industrielles, tournesol, cacahuètes, fèves de cacao. Les méthodes ont été optimisées au niveau de chaque étape de l'analyse : extraction des pesticides à l'aide d'un solvant approprié, purification de l'extrait [filtration, centrifugation, partage liquide / liquide, extraction en phase solide (SPE), chromatographie à perméation de gel (GPC)] et détermination chromatographique : chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse (GC-MS), avec détection par capture d'électrons (GC-ECD), avec détection spécifique de l'azote ou du phosphore (GC-NPD) et chromatographie liquide à haute performance avec détection par spectrométrie de masse (LC-MS/MS) ou détection dans l'UV à barrette de diode (HPLC-DAD). Les méthodes d'analyse ont ensuite été validées avec succès quant à leur spécificité, linéarité de la réponse, fidélité (répétabilité), justesse (rendements de récupération), limite de détection (LOD), limite de quantification (LOQ) et stabilité des pesticides dans les solvants et les extraits. La chromatographie liquide à haute performance couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS/MS), technique de pointe récemment acquise au laboratoire, a permis de développer des méthodes d'analyse pour les molécules

particulièrement difficiles à identifier et à quantifier. Elle a ainsi permis de déterminer les résidus d'herbicides sulfonylurés et triazolopyrimidines en maïs, les résidus d'asulam et ses métabolites en céleris-raves et épinards et les résidus d'insecticides carbamates en poireaux. Grâce à sa sensibilité et à sa spécificité, cette technique ouvre des perspectives d'avenir inédites, notamment pour les herbicides et les molécules récentes qui, par leur propriété physico-chimique, peuvent difficilement être analysées par chromatographie en phase gazeuse. Une nouvelle technique de purification par extraction liquide / liquide (LLE) a également été mise en œuvre au laboratoire. Le principe de la technique consiste à déposer l'extrait (aqueux) sur une colonne de terre de diatomées et d'élué les pesticides avec un solvant non miscible à l'eau. Par rapport au partage liquide / liquide traditionnel en ampoule à décanter, cette méthode offre une meilleure fidélité et assure une meilleure purification des extraits. De plus, elle est plus rapide et consomme moins de solvant. Cette nouvelle technique a été utilisée pour les résidus de fongicides triazoles et strobilurines en céréales et céleris et dans le cadre d'une méthode d'analyse multi-résidus par GC-MS permettant de déterminer les résidus de pesticides dans des éluats et substrats de bio-épuration.

Dans le cadre du projet "Audit qualité des pommes de terre en Région wallonne" piloté par la Section Systèmes Agricoles" du CRA-W, une méthode d'analyse multi-résidus par GC-NPD a été développée et validée pour la détermination des résidus de chlorprophame et de fongicides, insecticides et nématicides en pommes de terre.

2. Essais résidus en vue de l'agrégation

En 2003 et 2004, environ 150 essais de résidus de pesticides ont été réalisés en vue de fournir les données scientifiques nécessaires à l'agrégation et l'élaboration de limites maximales de résidus de pesticides (LMR's), notamment dans le cadre de la directive 91/414/CEE concernant la mise sur le marché européen de produits phytopharmaceutiques. Des essais ont été conduits avec différents insecticides, acaricides, fongicides, herbicides et régulateurs de croissance en cultures fruitières, maraîchères et céréalières. Une partie de ces essais a été réalisée complètement (depuis la sélection des parcelles d'essais, en passant par le traitement, la récolte et les essais en laboratoire) par le Département Phytopharmacie du CRA-W, qui offre la particularité d'associer les aspects agronomiques et chimiques de la phytopharmacie. L'autre partie a été réalisée en collaboration avec d'autres institutions européennes en Belgique, France, Allemagne, Royaume-Uni, Hollande, Italie, Espagne, Grèce, Hongrie. Le Département s'est ainsi spécialisé dans la gestion d'études résidus multi-sites impliquant la réalisation des parties

champ et laboratoire dans 2 institutions différentes, conformément à la nouvelle directive de l'OCDE de gestion d'études multi-sites sous Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL). Des études ont été conduites en grandes cultures ou cultures "majeures" (froment, maïs, tournesol, vigne, pommes, haricots, carottes, laitues, tomates, poivrons, concombres, melons, choux, poireaux, oignons, prunes, clémentines ...) mais également en petites cultures ou cultures "mineures" (céleris, mâches, radis, champignons, épinards, persil, ciboulette, framboises, kiwis, ...).

Etude de la qualité des traitements des semences

O. Pigeon, P. De Vos, P. Dardenne, G. Sinnaeve, M. De Proft, B. de Ryckel, A. Bernes

Un traitement des semences de bonne qualité avec des produits phytopharmaceutiques implique, d'une part, que la concentration moyenne en substance active sur les semences soit la plus proche possible de la dose ciblée (ou homologuée) et, d'autre part, que la substance active soit distribuée de façon homogène entre les semences d'un même lot. Les méthodes chromatographiques (chromatographie en phase gazeuse et chromatographie liquide à haute performance) peuvent être considérées comme des méthodes de référence pour déterminer (identifier et quantifier) les pesticides sur les semences, aussi bien en dosage moyen, qu'en dosage semence par semence. Ces techniques sont spécifiques, justes, fidèles et sensibles.

En 2003 et 2004, de nouvelles méthodes par GC ou HPLC ont été développées et validées pour déterminer la beta-cyfluthrine sur semences de betteraves, le diniconazole et l'imazalil sur semences d'orge, le silthiopham et le bitertanol sur semences de froment et le thiram sur semences de lin. Ces méthodes ont permis d'analyser des lots de semences traitées pour fournir des informations scientifiques destinées à l'homologation des produits phytopharmaceutiques ou pour contrôler la qualité des traitements réalisés sur des lots du commerce.

Les travaux réalisés depuis 1996, en collaboration avec le Département Qualité des Productions agricoles, concernant le développement de la spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) pour déterminer les pesticides sur semences se sont poursuivis et ont abouti à une thèse de doctorat (O. Pigeon) présentée à la FUSAGx en mai 2003. Ces travaux ont mis en évidence les potentialités de la SPIR pour déterminer la qualité des traitements des semences avec des produits phytopharmaceutiques. Ils ont démontré que la SPIR, méthode rapide, non destructive et relativement peu coûteuse, permet de déterminer de façon quantitative la teneur moyenne en substance active sur un échantillon de semences de froment, d'orge ou de betterave traité mais aussi de

donner une information qualitative sur la répartition du traitement. Cette nouvelle application de la SPIR ouvre des perspectives d'avenir inédites en matière de qualité des traitements des semences. Les travaux se poursuivent actuellement avec un nouvel insecticide en semences de betteraves.

Rémanence d'insecticides sur moustiquaires, bâches et substrats muraux

O. Pigeon, N. Ducat, P. De Vos, M. Galoux

Depuis de nombreuses années, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) se préoccupe de la protection des populations contre les insectes vecteurs de maladies (malaria,...). Le Département Phytopharmacie, compte tenu de son expérience en matière d'analyse de pesticides à usage agricole et non agricole, a été désigné par l'OMS comme Centre Collaborateur de référence (renouvelé pour 4 ans en 2004), en partenariat avec les Centres Collaborateurs chargés de l'évaluation biologique (efficacité). Dans ce cadre, le Département est chargé du contrôle de la qualité des produits proposés par l'OMS en santé publique (DDT, malathion, fenthion, deltaméthrine, ...) et de l'analyse d'insecticides de la famille des pyréthri-noïdes, dans les substrats traités: parois murales, moustiquaires trempées ou imprégnées dans la fibre. La stabilité et la rémanence des insecticides sont également étudiées et mises en parallèle avec les observations d'efficacité biologique sur le terrain et le type de formulation utilisé. Les moustiquaires et bâches où la substance active est incorporée dans la matière plutôt que déposée en surface font toujours l'objet de nombreuses études. Les principales molécules étudiées sont la deltaméthrine, la perméthrine, la lambda-cyhalothrine et l'alpha-cyperméthrine. Le laboratoire contrôle également pour l'UNICEF la qualité des traitements insecticides réalisés sur les moustiquaires mises sur le marché.

Etude des traitements phytosanitaires des stocks de pommes de terre

S. Noël, B. Huyghebaert, O. Pigeon, B. Weickmans, P. De Vos

Depuis 2001, le Département Génie Rural conduit un programme de recherches relatif à l'étude de l'hétérogénéité de la distribution du chlorpropham (CIPC) au sein du tas de pommes de terre, cause principale des surdosages ponctuels de l'anti-germinatif sur les tubercules induisant à terme, un risque de présence de résidus trop important dans l'assiette du consommateur. Les différentes techniques de traitement ont ainsi été évaluées : qualité de l'application (distribution), efficacité, facilité d'utilisation, ... Un réseau de surveillance et de suivi a été mis en place auprès d'une série de producteurs/stockeurs de pommes de terre. La biennale 2003-2004 a permis de classer les différentes formulations (DP, EC et HN)

et les techniques d'application associées en fonction de leur efficacité, de la teneur en résidus qu'elles engendrent, de leur intérêt environnemental et de leur implication sur la sécurité de l'utilisateur. Le Département Phytopharmacie s'est occupé du développement et de la validation de la méthode d'analyse par GC-MS ou GC-NPD permettant de déterminer le CIPC sur les pommes de terre et a analysé plus de 1500 échantillons. Les résultats de cette étude ont permis d'alimenter le dossier pour l'acceptation "du fractionnement de la dose appliquée" par thermonébulisation et d'éclairer le Comité d'Agréation et les utilisateurs sur les avantages et inconvénients de cette technique.

Développement de bio-épurateurs destinés à traiter les eaux de rinçage et de nettoyage des pulvérisateurs

C. De Vleeschouwer, O. Pigeon, F. Cors, B. Weickmans, P. Meeus

Plusieurs études réalisées en Europe ont démontré l'importance des pertes ponctuelles dans la problématique de la contamination des eaux par les pesticides. Ces pertes ponctuelles peuvent se produire lors des opérations de remplissage et de nettoyage des pulvérisateurs. Suite à ce constat, le CERVA a entamé une étude visant à développer des systèmes appelés « bio-épurateurs » permettant de traiter ces effluents de pertes ponctuelles après collecte. Pour des raisons de réorientation de ses activités de recherches, le CERVA a dû abandonner cette étude. Le CRA-W a souhaité poursuivre cette recherche afin de valoriser les acquis et permettre un développement des systèmes à grande échelle.

Constitué d'un substrat élaboré à partir d'un mélange de terre, paille et terreau (1/2/1), le bio-épurateur est un filtre devant être capable d'adsorber les substances actives sur la matière organique qui le constitue et de les dégrader. Après deux années de suivi, les premiers résultats ont démontré, pour les herbicides étudiés, des capacités d'adsorption ou de dégradation de plus de 90 % dans tous les cas (un bio-épurateur atteignant même les 99%). Depuis 2004, 10 nouveaux bio-épurateurs ont été installés en Région wallonne et couvrent plusieurs types d'exploitations différentes (grandes cultures, cultures fruitières, cultures maraîchères) ou services d'entretien des voiries. Certains ont été installés par paire, de manière à comparer l'efficacité de différents substrats. L'évaluation de l'efficacité des bio-épurateurs a également été étendue à d'autres familles chimiques d'herbicides tels que des sulfonyles, des acides aryloxyalcanoïques, des chlororacétanilides ainsi qu'à des insecticides et fongicides de diverses familles chimiques (pyréthri-noïdes, carbamates, dicarboximides, phenylamides, triazoles, strobilurines). Deux méthodes d'analyse, l'une par GC-MS, l'autre par HPLC-DAD ont été développées et optimisées afin de suivre ces dif-

férentes molécules dans les substrats et les rejets. Des mesures de l'activité microbienne du substrat ont également été entamées en 2004 afin de préciser et de suivre l'évolution de l'efficacité des bio-épurateurs.

Les résidus de pesticides dans les productions agricoles des pays ACP

O. Pigeon, M. Galoux, I. Tamba, N. Ducat, P. De Vos

La révision des substances actives et l'harmonisation des limites maximales de résidus de pesticides (LMR's) dans l'UE, ainsi que les exigences croissantes des consommateurs en matière de sécurité alimentaire, relayées par les grandes chaînes de distribution, confrontent les pays ACP (Afrique, Caraïbe, Pacifique) exportateurs de fruits et légumes vers l'UE à des problèmes très importants. Si les pays ACP veulent garder leur marché d'exportation vers l'UE et si nous souhaitons garder l'accès à ces produits, leurs critères de production et de commercialisation des fruits et légumes exportés doivent absolument s'adapter aux nouvelles contraintes.

Cette évolution implique des modifications dans les systèmes depuis les producteurs des pays ACP jusqu'aux importateurs de l'UE. Les techniques de protection des cultures des pays ACP doivent s'adapter à l'évolution de la législation phytopharmaceutique. Ainsi les producteurs doivent recourir à de nouveaux produits phytopharmaceutiques plus respectueux de l'environnement et modifier les itinéraires techniques. Dans cette recherche d'alternatives durables, l'industrie agrochimique et les institutions de recherche ont un rôle important à jouer. Les exportateurs des pays ACP mais aussi les importateurs de l'UE doivent mettre en place un système de traçabilité et de garantie de la qualité phytosanitaire des fruits et légumes exportés. Enfin la réglementation européenne doit davantage tenir compte, dans la fixation des LMR's, des produits exportés vers l'UE et des contraintes phytosanitaires liées aux cultures et aux conditions d'exploitation. La fixation de LMR ou de tolérances d'importation pour les pesticides utilisés en fruits et légumes tropicaux, sur base de données scientifiques répondant à la législation européenne en est une possibilité. Le Programme Initiative Pesticides (PIP), financé en grande partie par l'UE et mis en œuvre par le COLEACP (Comité de Liaison - Europe - Afrique - Caraïbe - Pacifique), permet de fournir les outils nécessaires pour réussir ce changement. Le Département Phytopharmacie, de par son expérience en matière de résidus de pesticides, a été récemment retenu par le COLEACP comme laboratoire européen de référence pour réaliser des analyses et fournir des conseils relatifs à la détermination des résidus de pesticides dans les fruits et légumes frais exportés par les pays ACP, en vue de leur mise en conformité avec la réglementation européenne. Le Département soutient actuellement la création



d'un bureau d'études et de consultance en Phytopharmacie (ACPhyto Consulting), spin-off du CRA-W, qui servira de relais entre le CRA-W et les pays ACP. Ce projet est soutenu par le bureau économique de la province de Namur (BEP) dans le cadre de Namur Entrepreneurship Center et l'Agence wallonne à l'Exportation (AWEX).

6.3. Certification BPL et accreditation ISO 17025

M. Galoux, O. Pigeon, N. Ducat, P. De Vos, S. Vandecandelaere, A. Bernes, B. de Ryckel

Depuis janvier 1994, le laboratoire d'analyse des produits techniques et formulés est reconnu BPL (Bonnes Pratiques de Laboratoire) conformément aux principes de l'OCDE, et depuis 1998, les études de résidus de pesticides (parties agronomiques et analytiques) en vue de l'homologation sont également réalisées en conformité avec ces principes. Cette certification a été confirmée en mars 2004 (certificat C04). Elle exige une très grande rigueur en matière de prestations depuis la mise en place de l'essai au champ jusqu'au laboratoire, en passant par les étapes de prélèvement, de transfert et de réception.

Dans le courant de l'année 2001, le Département a également mis en place, en collaboration avec le Bureau d'Assurance Qualité du CRA-W, un nouveau système d'Assurance Qualité et a obtenu l'accréditation selon la norme ISO 17025 pour les analyses de résidus de pesticides en fruits, légumes, céréales et autres substrats et pour les analyses de pesticides sur semences. Cette certification implique une validation complète de toutes les méthodes proposées selon les normes officielles. Le certificat d'accréditation (N° 250-T) a été délivré par BELTEST en mai 2002, confirmé en 2003 et 2004, avec un domaine d'activité couvrant : les résidus d'insecticides/acaricides carbamates, organophosphorés, pyrazoles et pyréthrinoides sur végétaux ; les résidus de fongicides azoles, benzimidazoles, dicarboximides, dithiocarbamates, phenylpyrroles sur végétaux, les résidus de chlorprophame et de propamocarbe sur pommes de terre, les résidus d'insecticides pyréthrinoides sur substrats imprégnés (moustiquaires) et d'antraquinone, fludioxonil, téfluthrine et imidaclopride sur semences, les résidus d'herbicides amides, nitoanilines, triazopyrimidines dans les végétaux.

Le domaine d'activité accrédité officiel est disponible sur le site WEB du CRA-W.

6.4. Lutte contre les maladies de plantes

J.-M. Moreau

1. Détermination du spectre d'efficacité des fongicides et optimisation de leur emploi

Céréales

C'est l'apparition de résistance vis-à-vis des strobilurines chez *Septoria tritici* (septoriose des feuilles) et sa dispersion à travers une bonne partie de l'Europe occidentale qui a principalement retenu l'attention au cours des saisons 2003 et 2004. En 2003 des souches de septoriose résistantes aux strobilurines ont en effet été détectées en plusieurs endroits de Belgique. Une baisse de performance était donc à craindre avec les substances actives de cette famille, ce qui fut très clairement observé au cours de la saison 2004. Cette apparition soudaine et généralisée de septoriose résistante aux strobilurines complique singulièrement les recommandations pour la lutte contre cette maladie. C'est donc vers la recherche de stratégies tenant compte de cette nouvelle donnée qu'ont été orientées bon nombre des expérimentations en froment d'hiver : évaluation de l'efficacité résiduelle des strobilurines sur la septoriose et comparaison avec les performances de produits d'autres familles chimiques, détermination de l'intérêt et des modalités d'utilisation des strobilurines dans les programmes de protection.

Par ailleurs, un programme d'essais, entamé en 2002, a également été poursuivi pour étudier les possibilités de contrôle du développement des fusarioses sur épis de blé et son effet sur la concentration en mycotoxines dans le grain. Les produits ont été appliqués dans des essais réalisés en conditions d'infections naturelles ainsi qu'en conditions d'infections artificielles. Au cours des saisons 2003 et 2004, ce sont principalement les tébuconazole, metconazole, époxiconazole, dimoxystrobine et prothioco-nazole, appliqués seuls ou en mélange, qui ont été étudiés.

Enfin, la metrafenone et le cyflufenamide, deux anti-oïdium spécifiques, et le boscalid sont les trois nouvelles molécules proposées par l'industrie phytopharmaceutique qui ont également été étudiées en 2003 et 2004 en culture de céréales.

Pomme de terre

Deux nouvelles substances actives antimildiou actuellement sous code ont été étudiées au cours des saisons 2003 et 2004, de même que certaines nouvelles associations entre des molécules actuellement déjà sur le marché.

Betteraves

Les essais des deux dernières années visaient à évaluer l'efficacité de plusieurs stratégies fongicides pour contrôler la pression de *Cercospora beticola* (cercosporiose) qui a tendance à s'accroître depuis ces cinq dernières années. Ils ont montré des différences entre les produits actuellement homologués et présents sur le marché mais révèlent surtout la difficulté de cerner le moment optimum pour les applications en cours de saison. Une

étude de la sensibilité *in vitro* d'une collection de souche de *C. beticola* vis-à-vis des triazoles et des strobilurines a également été entamée.

Culture de carottes

Une plate-forme d'essais a été mise en place annuellement en vue de définir les meilleures modalités pour contrôler l'alternariose et l'oïdium en culture de carottes. Les deux années consécutives étaient très différentes du point de vue des maladies puisqu'en 2003 c'est principalement l'oïdium qui s'est développé, avec des pertes de rendement jusqu'à 40 t/ha, tandis qu'en 2004 seule l'alternariose a été détectée. La période de démarrage des programmes de traitements et les cadences des applications ont été testées pour des produits à base de triazoles, de strobilurines, de boscalid ou de produits sous code, appliqués seuls ou en mélange.

Autres cultures maraîchères

Des essais ont été réalisés en poireaux et épinard, ceci tantôt à la demande de l'industrie chimique (étude de produits spécifiques), tantôt à la demande des producteurs (recherche de techniques efficaces).

2. Etude de substances stimulant ou renforçant les défenses naturelles des plantes

Une substance extraite d'algues brunes, la laminarine, et une protéine, l'harpine, sont actuellement décrites comme stimulant la résistance naturelle des plantes aux pathogènes et déjà vendues comme telles dans d'autres pays. Elles n'auraient pas d'activités directement anti-microbiennes. Le Siliforce, silicate de potassium et de bore, est quant à lui décrit comme renforçant la résistance naturelle des plantes. Ces produits ont été incorporés dans différents essais mis en place annuellement en froment et en carottes pour évaluer leur capacité dans les conditions de grandes cultures pratiquées en Belgique. Bien que réalisés selon des protocoles adaptés à de telles substances (traitements préventifs avec rappels dans des délais précis), ces essais n'ont actuellement abouti qu'à des résultats fort peu concluants.

3. Relation entre la dose de fongicide appliquée en blé et l'efficacité sur les maladies foliaires

Le Département cherche à fournir les bases scientifiques et expérimentales nécessaires pour juger de la pertinence d'une approche visant à utiliser des doses réduites de fongicides et des stratégies adaptées à la sensibilité variétale. Deux plates-formes d'essais ont été mises en place annuellement afin d'étudier, en collaboration avec l'Unité de Phytopathologie de l'UCL, les risques de sélection de pathogènes résistants aux

fongicides, suite à l'utilisation de quantités réduites de produit. Un programme entrepris en 2002 et prévu sur plusieurs saisons visant à caractériser l'efficacité relative sur les différentes maladies foliaires de 100%, 50% et 25% de la dose agréée des principaux produits fongicides utilisés en céréales a également été poursuivi. Enfin, en collaboration avec le Département Production Végétale, deux plates-formes annuelles ont permis d'étudier différentes modalités de protection fongicide sur 4 variétés de blé ayant des sensibilités très différentes vis-à-vis de la septoriose et de la rouille brune.

4. Etude de la répartition et du devenir de fongicides dans les plantes de blé et de leur impact sur le contrôle de maladies cryptogamiques

F. Henriët, J.-M. Moreau

L'optimisation de l'usage des fongicides en céréales fait aujourd'hui l'objet de beaucoup de débats quant au nombre d'applications à réaliser et aux moments de les réaliser. Ses conseils donnés aux céréaliers à cet égard sont actuellement basés sur le développement des différentes maladies au cours de la saison. Ils se heurtent cependant au manque de connaissances concernant le comportement précis des produits.

Le projet de recherche développé vise, d'une part, à quantifier, en conditions naturelles et par des techniques chromatographiques, la répartition, la redistribution et la persistance au cours du temps de deux fongicides de familles chimiques différentes (les triazoles et les strobilurines) dans les plantes de blé et, d'autre part, à déterminer, en conditions standardisées, si les quantités de fongicides ainsi quantifiées sont suffisantes pour contrôler des maladies fongiques, telle que la septoriose par exemple.

Après une saison de pulvérisations en champ et de prélèvements d'échantillons de feuilles, la répartition des fongicides, pulvérisés à différents moments de la croissance du blé, ainsi que leur persistance, jusqu'à 40 jours après l'application, ont pu être établies. Les conditions standardisées permettant l'obtention de quantités connues de fongicides dans des plantules cultivées en serres ainsi que les méthodes de production d'inoculum ont également été déterminées.

6.5. Lutte contre les ravageurs en agriculture et en forêt

M. De Proft

1. Evaluation de l'efficacité d'insecticides envers les différentes espèces de pucerons nuisibles en pommes de terre

Plusieurs aphicides récents ont été étudiés en pommes de terre. En 2003, l'expérimentation a montré que certains

insecticides appliqués en début de pullulation (mi-juin) pouvaient conduire à une pullulation tardive (fin-juillet) de pucerons de haut niveau, alors que dans les parcelles non traitées, les pucerons avaient quasi disparu, vraisemblablement par l'effet de ces produits sur les insectes parasites et prédateurs des pucerons. Cet effet fut particulièrement spectaculaire pour le carbaryl. L'évaluation de l'efficacité des nouveaux candidats aphicides, quant à elle, a largement échoué en 2003, faute d'infestation suffisante.

En 2004, trois essais ont été installés et ont connu des infestations élevées de plusieurs espèces de pucerons, en particulier *Aphis nasturtii* et *Aulacorthum solani*. De très bonnes évaluations d'efficacité ont pu être faites. Les pulvérisations ayant eu lieu tôt dans la saison, le suivi des populations de pucerons après les traitements a donné des indications utiles quant à l'effet des produits sur les insectes auxiliaires. Ces résultats pourront être exploités au niveau des dossiers d'agrément des différents produits mis en œuvre.

2. Protection des pommes de terre contre les taupins, *Agriotes spp*

Trois nouveaux essais ont été conduits en 2004 dans des champs de pomme de terre infestés de taupins. Cette expérimentation s'est inscrite dans le cadre de la recherche de solutions alternatives aux traitements du sol à l'aide d'insecticides polyvalents tels que le lindane, désormais interdits. Afin d'éviter le traitement généralisé du sol, les essais ont surtout visé à l'application de granulés-appâts. D'excellents résultats ont été obtenus avec certains granulés-appâts, bien meilleurs qu'avec l'éthoprophos pulvérisé et incorporé au sol juste avant la plantation, et utilisé comme traitement de référence. Des renseignements utiles ont également été obtenus grâce à la comparaison des techniques d'application.

Ce nouveau concept de traitement devrait prochainement être étendu à d'autres ravageurs du sol tels que certaines espèces de hannetons dont les pullulations dans le sud du pays (surtout en Gaume), n'ont actuellement plus aucune solution.

3. Protection de la betterave sucrière contre le nématode à kyste *Heterodera schachtii* Schmidt

Le risque de disparition prochaine de l'aldicarbe, et l'abandon par les producteurs de semences de betteraves de projets visant à la résistance génétique menacent de laisser les betteraviers dépourvus face au nématode à kyste, dont les infestations atteindraient des niveaux nuisibles dans une quinzaine de pourcent des terres à betteraves. En 2004, une expérimentation a été conduite dans trois directions : évaluation de nouvelles

molécules nématicides appliquées par traitement de semences ; évaluation de la tolérance de plusieurs variétés et utilité d'une protection nématicide sur ces dernières ; évaluation d'une combinaison d'oxamyl et de carbofuran en tant qu'alternative à l'aldicarbe. Cette dernière formule a été éprouvée non seulement sur le nématode à kyste, mais aussi sur d'autres ravageurs de la betterave tels que l'atomaire.

4. Protection de la betterave sucrière contre les blianiules (*Blianiulus guttulatus* et *Archiboreoiulus pallidus*) et d'autres ravageurs du sol

L'efficacité des nouvelles spécialités insecticides a été évaluée envers quelques ravageurs telluriques assez marginaux jusqu'à ces dernières années, mais posant des problèmes de plus en plus fréquents. Les blianiules, les taupins et les tipules ont été particulièrement visés. Des résultats utiles ont été enregistrés sur des substances actives récentes, principalement des néonicotinoïdes, éventuellement combinées avec des pyréthrianoïdes.

Les blianiules demeurent des ravageurs fort imprévisibles et difficiles à maîtriser par les seuls traitements de semences.

5. Lutte contre les ravageurs en pelouse : *Hoplia philanthus* & *Subanguina radicolica*

De plus en plus de demandes parviennent de particuliers et de gestionnaires d'espaces verts en ce qui concerne des ravageurs des gazons. Depuis deux ans, un suivi de quelques terrains de sport d'un club de football wallon est assuré. En effet, une infestation par *Subanguina radicolica*, un nématode provoquant la formation de galles, pose des problèmes de manque d'enracinement et de dépérissement par taches. Des analyses régulières sont effectuées afin de mesurer l'effet des traitements appliqués et l'évolution de l'infestation.

Par ailleurs, dans les sols légers, des dégâts quelquefois très spectaculaires, peuvent aussi être causés au gazon des pelouses par plusieurs espèces de hannetons. Divers traitements insecticides ont été comparés à une application d'*Heterorabditis*, un nématode entomoparasite. Des résultats préliminaires indiquent que certains insecticides pourraient être assez efficaces pour maîtriser ce ravageur. Toutefois, les périodes de traitement les plus adéquates doivent encore être déterminées.

6. Système d'aide à la décision contre les ravageurs en céréales

En 2003, les observations et les avertissements ont été assez simples à effectuer. Par contre, en 2004, la pullulation exceptionnelle de *Sitobion avenae* en froment, puis plus tard

celle de *Rhopalosiphum padi*, particulièrement virulifères, dans les jeunes emblavures de céréales d'hiver, ont conduit à une pression sans précédent sur le service du CADCO.

Outre la coordination habituelle des observations, la rédaction de 24 avis à destination des agriculteurs et la mise en place d'essais de validation, sur les pucerons d'été en froment et sur pucerons vecteurs de jaunisse nanisante de l'orge en escourgeon et froment, le service a eu à répondre par téléphone et par courriel à de très nombreuses questions des producteurs, des distributeurs et de tous les acteurs impliqués dans la protection des végétaux.

Des essais de mesure des vols de cécidomyie orange, *Sitodiplosis mosellana*, ont à nouveau été réalisés à l'aide de panneaux englués. Le niveau des captures ainsi obtenu s'est avéré insuffisant, des vols abondants observés en soirée ne donnant lieu qu'à quelques captures. Le concept mérite cependant d'être conservé, puisqu'une phéromone spécifique de cécidomyie orange est désormais disponible. Ce concept amélioré sera étudié en 2005.



figure 2

Cécidomyie orange (*Sitodiplosis mosellana*) prise dans la glu.

7. Scolytes en hêtraie

Sur les scolytes pullulant en hêtraie et y commettant des dégâts sans précédent, les études effectuées en 2003 ont visé, d'une part, à améliorer les connaissances sur la nuisibilité des diverses espèces et, d'autre part, sur le perfectionnement du piégeage. Le premier volet a été abordé par une expérimentation visant à déterminer la distribution des attaques de chaque espèce (arbres debout, bois gisants, pièges à linéatine + éthanol) dans deux peuplements atteints par la « maladie du hêtre ». Sur des surfaces importantes (7,5 ha par peuplement), les piqûres de scolytes ont été comptées sur les différents substrats. Il est apparu que *Trypodendron domesticum* était de loin l'espèce la plus abondante. D'autre part, cette espèce est aussi apparue comme étant la plus portée à s'installer sur les arbres debout et donc la plus nuisible. Cette étude, effectuée dans des sites où, par ailleurs, des pièges étaient installés, a également permis

de mesurer l'impact potentiel du piégeage sur une population présente en forêt. Le perfectionnement du piégeage a été abordé sous l'angle de sa sélectivité envers les espèces non visées, de sa praticabilité et des possibilités de combiner le piégeage sur plusieurs espèces inféodées les unes aux résineux, les autres aux feuillus.

8. Piégeage de *Diabrotia virgifera virgifera*

En 2003, pour la première fois, la chrysomèle des racines de maïs a fait l'objet d'une action de détection organisée par l'AFSCA à l'échelle du pays. Le dispositif a consisté en un déploiement, autour des sites d'introduction les plus probables, de pièges englués utilisant des phéromones spécifiques. En septembre, quelques dizaines d'individus ont été capturés autour de l'aéroport de Zaventem. En 2004, la même campagne de détection a été rééditée. Le CRA-W a participé à ces deux campagnes de détection par le déploiement des pièges dans la partie est et sud de la Wallonie. Par ailleurs, il est également intervenu dans la mise au point de ces campagnes de détection et dans les plans d'urgence mis sur pied dans le but d'éradiquer les foyers naissants.

6.6. Lutte contre les mauvaises herbes

F. Anseau

Désherbage des plantes de grandes cultures

1. Céréales

Diverses études visant à l'amélioration de la formulation ou de la composition de différents produits ont mis en comparaison plusieurs formules (« Bridging studies ») :

Le premier cas est celui de produits à base de sulfonyles formulés sous forme de granulés dispersibles dans l'eau (WG) et utilisés au printemps en céréales (essentiellement le metsulfuron-méthyl, le tribénuron-méthyl et le thifensulfuron-méthyl) qui posent assez régulièrement problème pour l'agriculteur où ces produits laissant fréquemment des traces de résidus qui s'accumulent au sein des rampes de pulvérisations (même correctement rincées). Ces résidus s'éliminent ensuite lors de traitements devant être réalisés à même époque sur d'autres cultures, notamment en betteraves, avec des produits souvent formulés sous forme de concentrés émulsionnables (EC) dont les solvants peuvent remobiliser les traces de sulfonyles et provoquer de graves dégâts à la culture traitée. C'est dans ce contexte qu'ont été réalisés durant ces 2 saisons divers essais visant à comparer tant la sélectivité que l'efficacité de produits formulés en granulés solubles dans l'eau (SG), c'est-à-dire au sein desquels

les substances actives sont complètement solubilisées et donc éliminées lors du traitement sans problème de résidus dans les cuves, à celles des produits actuellement commercialisés et présentés sous forme de granulés à disperser dans l'eau (WG). Au printemps 2004, certains traitements à base de flupyrsulfuron et de metsulfuron-méthyl associés à du diflufenican ont également été étudiés tant du point de vue sélectivité qu'efficacité. Les essais de sélectivité ont été menés en orge d'hiver et de printemps, froment de printemps et épeautre ; ceux d'efficacité essentiellement en froment d'hiver.

Un produit à base exclusivement de diflufenican, substance active au spectre principalement anti-dicotylées, a été expérimenté au cours des 2 saisons dans le cadre d'études de sélectivité, tant en froment d'hiver qu'en froment et orge de printemps. Le produit a été testé seul, mais également au sein de différents mélanges dans lesquels il était associé soit à un autre anti-dicotylées, soit à un anti-graminées afin de mettre au point des schémas de traitement complets, c'est-à-dire efficaces tant sur dicotylées que sur graminées.

La sélectivité de 2 nouveaux produits à base de bromoxynil-octanoate, mais sans nonylphénols (NPE-free), a été comparée à celle de produits renfermant les mêmes concentrations en bromoxynil, mais en présence de nonylphénols.

La sélectivité d'un produit à base de flufenacet associé à du diflufenican et présenté sous forme de suspension concentrée (SC) a été comparée en froment et orge d'hiver à celle du produit actuellement présent sur le marché contenant les mêmes substances actives aux mêmes concentrations, mais présenté sous forme de granulés à disperser dans l'eau (WG).

Des essais de sélectivité ont également été réalisés en culture d'épeautre afin d'étudier la sélectivité de 2 produits actuellement sous code au spectre d'action anti-graminées.

Toujours en épeautre, divers essais ont été réalisés afin de comparer la sélectivité et l'efficacité de 2 produits à base de concentrations différentes en metsulfuron-méthyl et actuellement sous code à celle du produit actuellement présent sur le marché qui contient la même substance active mais dont le brevet devrait bientôt venir à échéance.

Le choix de la culture d'épeautre pour la réalisation de ces essais se justifie par le fait qu'il existe à l'heure actuelle peu de produits agrées dans cette culture dont les emblavements progressent toutefois petit à petit dans notre pays.

Des essais d'efficacité ciblés principalement contre graminées (*Alopecurus* et *Apera*) ont

également été réalisés afin de comparer l'efficacité de 2 produits, le premier à base de mésosulfuron, d'iodosulfuron-méthyl-sodium et de méfenpyr-diéthyl, le deuxième d'iodosulfuron-méthyl-sodium et de méfenpyr-diéthyl, présentés sous forme liquide (SC pour le premier, OD - Oil based dispersion - pour le deuxième), à celle de produits renfermant les mêmes substances actives mais présentés sous forme de granulés à disperser dans l'eau (WG).

Des essais spécifiques contre vulpin ont été entrepris afin de comparer l'efficacité de schémas de traitement incluant des applications soit automnales, soit printanières, ou encore la combinaison des deux. Ces essais ont été menés en condition de populations de vulpins difficiles à contrôler, soit en absence de labour, soit lorsqu'on soupçonnait l'existence d'un phénomène de résistance. Dans ces conditions, c'est le double traitement (automne + printemps) qui fut le plus complet du point de vue de l'efficacité, procurant par la même occasion les meilleurs rendements. Ces essais seront reconduits durant la saison culturale 2004-2005.

2. Maïs

L'étude entreprise en 2002 et visant à établir une comparaison entre l'actuelle formulation du nicosulfuron, suspension concentrée (SC), et une nouvelle présentée sous forme de granulés à disperser dans l'eau (WG) a été poursuivie et étoffée en 2003 et 2004. Au cours de ces 2 années ont été réalisés divers essais tant de sélectivité que d'efficacité, les essais réalisés en 2004 clôturant ce programme.

Divers essais ont été réalisés afin d'étudier la sélectivité de nouveaux produits à base de diméthénamide-P, forme isomère du diméthénamide, dans le but de réduire des apports de substance active à l'hectare, la forme isomère de la molécule étant plus active que sa forme racémique.

Un autre produit associant du tritosulfuron à du dicamba a également été étudié, tant du point de vue sélectivité qu'efficacité.

L'efficacité contre adventices graminées et dicotylées de 2 nouveaux produits, l'un à base de foramsulfuron et l'autre à base d'une nouvelle substance active sous code associées à un même phytoprotecteur, l'isoxadifenéthyl, a également été étudiée.

3. Betteraves

Seule la sélectivité de divers produits à base de desmédiphame, phenmédiphame et éthofumesate également associés au sein de la métamitronne a été étudiée dans cette culture, les produits étant appliqués en fractionnement dans le cadre du système FAR.

4. Chicorées

Dans le cadre de la collaboration avec le Centre Agricole Betterave Chicorée (CABC), un essai de sélectivité a été mis en place afin d'aboutir à une extension d'agrément du diméthénamide-P et de l'éthofumesate dans la culture de la betterave à la culture de chicorée, le but étant de trouver des solutions complémentaires dans le cadre d'une lutte plus efficace contre certaines adventices qui posent problème au niveau du désherbage de cette culture, plus explicitement la mercuriale, la matricaire, le galin-sogé, la petite « ciguë » ou encore le laiteron et le fumeterre.

Ces traitements ont été réalisés en recourant à des applications fractionnées en suivant la même logique que celle de l'utilisation des herbicides de post-émergence en culture de betteraves.

La sélectivité d'un nouveau produit à base de carbétamide a également été comparée à celle du produit contenant la même substance active et actuellement commercialisé.

Désherbage de plantes de cultures « mineures »

1. Lupins

La culture du lupin de printemps requiert de plus en plus d'intérêt dans notre pays en tant que nouvelle source de protéines végétales dans le cadre de l'alimentation du bétail. Un des points critiques à l'heure actuelle reste son désherbage car il s'agit d'une plante peu concurrentielle et assez sensible à la concurrence des adventices, du moins en début de croissance. Aucun herbicide n'étant actuellement agréé dans cette culture, il est donc plus qu'indispensable de trouver rapidement des solutions en vue du développement de cette culture dans le futur.

C'est dans ce contexte que diverses substances actives ont été testées cette année, les plus sélectives pour la culture étant le diflufénican dans le cadre de la lutte contre les dicotylées et l'haloxyfop-r-méthyl contre les graminées.

2. Sapins de Noël

La culture de sapins de Noël occupe une place non négligeable dans notre pays et particulièrement en Ardennes. Toutefois, comme pour le lupin, peu de produits sont agréés dans cette culture pour laquelle le désherbage représente bien souvent un des points les plus critiques. De fait, les parcelles plantées sont généralement de mauvaise qualité agronomique et colonisées d'espèces variées, souvent très difficiles à combattre. En outre, certaines espèces de sapins (ex : *Abies nobilis*) sont parfois très sensibles aux herbicides surtout durant leur période de croissance juvénile.

Des essais ont donc été mis en place afin d'étudier la sélectivité d'une nouvelle substance active récemment agréée dans le cadre du désherbage total, le flazasulfuron.

7. Activités de service

7.1 Evaluation pour le Comité d'Agrément des dossiers d'efficacité des pesticides à usage agricole

F. Cors, B. Weickmans

Cette unité, qui travaille en étroite collaboration avec les autres services du Département, a été créée en 1994 pour répondre à une des missions du Département : remettre un avis au Comité d'Agrément sur l'efficacité des pesticides présentés en Belgique pour obtenir une autorisation de vente. Ce groupe collabore activement à l'élaboration des règles d'homologation belges et européennes établies lors de réunions nationales ou internationales. Dans ce cadre, il a participé à la création de nouvelles normes belges ou directives de l'OEPP. Il gère également pour le Département, les bases de données relatives aux pesticides.

7.2. Elaboration de dossiers analytiques comprenant les aspects chimiques et physico-chimiques de substances actives et de leurs formulations en vue de leur homologation ou de l'établissement de spécifications.

A. Bernes, B. de Ryckel



Publications

Publications scientifiques avec comité de lecture

DEVOS Y., REHEUL D., CORS F., DE SCHRIJVER A. & MOENS W. [2004].
Management of herbicide-tolerant oilseed rape in Europe : a case study on minimising vertical gene flow.
Environmental Biosafety Research, 2004, 3

GALOUX M., PIGEON O., BERNES A. & de RYCKEL B. [2005]
Method for determination of the stability of dilute emulsions on active ingredient basis.
CIPAC Handbook L, (en préparation).

GALOUX M., BERNES A. & de RYCKEL B. [2005]
Pourability of aqueous suspension concentrates and capsule suspensions (MT 148.X)
CIPAC Handbook L, (en préparation).

PIGEON O. [2003].
Etude de la qualité des traitements des semences avec des produits phytopharmaceutiques par la spectrométrie dans le proche infrarouge. Thèse de doctorat, Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 194 pages, 47 tableaux, 81 figures.

PIGEON O. [2003].
La législation européenne en matière de résidus de pesticides va modifier les systèmes de production des fruits et légumes exportés par les pays ACP. Thèse annexe, Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 16 pages.

Publications scientifiques libres

AMAND O., CALAY F., COQUILLART L., LEGAT T., BODSON B., MOREAU J.-M. & MARAÏTE H. (2003). First detection of resistance to QOI fungicides in *Mycosphaerella graminicola* on winter wheat in Belgium. Comm. Appl. Biol. Sci., Ghent University, 68 (4b), 519-531.

BODSON B., AMAND O., VANCUTSEM F., MAROT J., CALAY F., MOREAU J.-M., MARAÏTE H. & FALISSE A. (2003). Influence de la variété sur le développement de *Mycosphaerella graminicola* et sur les stratégies de protection fongicide chez le blé. 7ème Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes 4-5 décembre 2003, Tours, France.

DE PROFT M., FOUCCART G., DEPOORTER J. & RENARD F. [2004]
Diabrotica virgifera virgifera : situation and measurements in Belgium. European maize meeting 2004. September 6th -8th , Louvain-La-Neuve.

DE VOS P., PIGEON O. & DUCAT N. [2003].
Determination of fludioxonil on wheat seeds by high performance liquid chromatography. Proceeding of the 55th International Symposium on Crop Protection, Communications in Applied Biological Sciences. 6 Mai 2003, Ghent, Belgique.

DUCAT N. & PIGEON O. [2003].
Determination of 3-hydroxycarbofuran residues in leeks by LC-MS/MS. Proceeding of the 55th International Symposium on Crop Protection, Communications in Applied Biological Sciences. 6 Mai 2003, Ghent, Belgique.

KILIAN A.H.D., BYAMAKAMA W., RUBUALA T., HOUARD J.M., DUCHAR S., PIGEON O., GARDINER E., CHAM M.K., van SONNENBURG F. & KORTE R. [2001]
A double blind, randomized comparison of the field performance of « long lasting » and conventional insecticide treated mosquito nets.
Meeting of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene, Novembre 2001.

MARAÏTE H., MOREAU J.M., CALAY F., LEMAIRE D., AMAND O. & JAÏROUDI M. [2004]. Potential and requirement of the interactive web-based decision support system « Proculture » for field specific *Mycosphaerella graminicola* control in winter wheat. Proceedings of the 15th International Plant Protection Congress; Beijing, China, May 11-16, 2004. China Society of Plant Protection, Beijing, p.291

NOEL S., HUGEBART B., PIGEON O., WEICKMANS B. & MOSTADE O. [2004].
Study of potato sprout inhibitor treatments with chlorprophame (or CIPC). Aspects of Applied Biology 71, Internatinal advances in pesticide application, 65-73.

NOEL S., HUYGEBART B., PIGEON O., WEICKMANS B. & MOSTADE O. [2003].
The heterogeneity of sprout inhibitor application with chlorpropham. Proceeding of the 55th International Symposium on Crop Protection, Communications in Applied Biological Sciences, Ghent University, 68(4b), 739-748.

PIGEON O., DARDENNE P. & DE VOS P. (2003). Quality control of seed treatments using near infrared spectroscopy. Proceeding of the 11th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, NIR Publications 2003. 6-11 Avril 2003, Cordoba, Espagne.

PIGEON O., DUCAT N., DE VOS P. & VANDECANDELAERE S. [2004].
Determination of fludioxonil residues in berries using GC-NPD. Proceeding of the 5th European Pesticide Residue Workshop. Juin 2004, Stockholm, Suède.

PIGEON O., DUCAT N., DE VOS P. & VANDECANDELAERE S. [2004].
Determination of cyprodinil residues in berries using GC-NPD. Proceeding of the 5th European Pesticide Residue Workshop. Juin 2004, Stockholm, Suède.

Publications techniques et de vulgarisation

DE PROFT M. [2004].
Validation des avertissements sur la jaunisse nanisante de l'orge. In Meeüs P. & Falisse A. (éditeurs). *Fumure et Protection phytosanitaire des Céréales*. Journée d'étude du 09/09/2003. 6p.

DE PROFT M. [2004].
2004, pullulation et dégâts exceptionnels de pucerons en froment. In Meeüs P. & Falisse A. (éditeurs). *Fumure et Protection phytosanitaire des Céréales*. Journée d'étude du 09/09/2004. 4p.

HUART O., DE PROFT M., GREGOIRE J.-C., PIEL F., GAUBICHER B., CARLIER F.-X., MARAÏTE H. & RONDEUX J. [2003].
Le point sur la maladie du hêtre en Wallonie. Forêt wallonne. N° 64- mai-juin 2003 : 2-20.

DE PROFT M. & GREGOIRE J.-C. [2003].
Dégâts importants d'*Ips typographus* en pessières : Les raisons, les enjeux, les mesures. Forêt wallonne. N° 66- septembre-octobre 2003 : 16-18. Article repris également dans *Sylva belgica*, n° 5/2003, septembre-octobre 2003.

DE PROFT M. [2003].
Etude : Analyse nématologique des terrains du Standard de Liège. Le Bulletin des gazons n° 11 - décembre 2003 : 12-14.

DE VLEESCHOUWER C., BEERNAERTS S., PUSSEMIER L. & PIGEON O. [2004]
Prévention de la pollution des eaux par les produits phytosanitaires : Quelques mesures simples et peu coûteuses sont étudiées par la recherche. Livre Blanc "Céréales", FUSAGx et CRA-W Gembloux, Février 2004.

GALOUX M. [2003]
Les produits phytopharmaceutiques, types, ; composition, propriétés. Notes de cours, 58 p., 2003

MOREAU J. M. (2003).
Acanto, un nouveau fongicide en froment et escourgeon. *Fumure et Protection phytosanitaire des céréales* – Falisse A. et Meeüs P. (eds), février 2003, FUSA et CWRA, Belgique.

MOREAU J. M. (2003).
Quel produit à quelle dose pour quelle efficacité. *Fumure et Protection phytosanitaire des céréales* – Falisse A. et Meeüs P. (eds), février 2003, FUSA et CWRA, Belgique.

MOREAU J. M. (2003).
Quel produit à quelle dose pour quelle efficacité. *Fumure et Protection phytosanitaire des céréales* – Falisse A. et Meeüs P. (eds), février 2003, FUSA et CRA-W, Belgique.

MOREAU J.-M., COUVREUR L. & VANCUTSEM F. (2003)
Traitement des semences de froment contre le piéti-échouage. Résultats de la campagne 2003. *Fumure et*

Protection phytosanitaire des céréales – Falisse A. et Meeüs P. (eds), septembre 2003, FUSA et CRA-W, Belgique.

MOREAU J. M. (2004).
La soudaine résistance de la septoriose aux strobilurines. *Fumure et Protection phytosanitaire des céréales* – Falisse A. et Meeüs P. (eds), février 2004, FUSA et CRA-W, Belgique.
MOREAU J. M. (2004). Lutte contre les maladies en froment. Vue coté produits. *Fumure et Protection phytosanitaire des céréales* – Falisse A. et Meeüs P. (eds), février 2004, FUSA et CRA-W, Belgique.

POELAERT J., COUVREUR L., WEICKMANS B., BODSON B., HERMAN J.-L., FALISSE A. & MONFORT B. [2003]
Les dégâts d'hiver en céréales : comment minimiser leur impact ? In Meeüs P. & Falisse A. (éditeurs). *Fumure et Protection phytosanitaire des Céréales*. Journée d'étude du février 2004. 10p.

RENARD F., FOUCCART G. & DE PROFT M. [2003]
Chrysomèle des racines du maïs : la vigilance s'impose ! Le Sillon belge 02/04/2004 : 28-29.

SKOVMAND O., HOUARD J.-M., DUCHON S., DAMART T.-B., HUONG N., CHI P.-Q., PIGEON O. & FENET H.
Laboratory evaluations of Long Lasting Impregnated Nets, SOVE meeting.

VANCUTSEM F., MOREAU J. M. & BODSON B. (2004). Bilan d'une saison très tardive du point de vue des maladies. *Fumure et Protection phytosanitaire des céréales* – Falisse A. et Meeüs P. (eds), février 2004, FUSA et CRA-W, Belgique.

WEICKMANS B. [2004]
Nouveautés en désherbage des céréales. In Meeüs P. & Falisse A. (éditeurs). *Fumure et Protection phytosanitaire des Céréales*. Journée d'étude du 09/09/2004. 14p.

WEICKMANS B. [2004]
Désherbage du froment d'hiver. Traiter déjà en automne contre les vulpins ? In "Le sillon Belge" 24/09/2004. 2p.

Conférences

CORS F. [2004]
Du producteur au consommateur : la traçabilité dans l'agroalimentaire. Agréation des pesticides à usage agricole. Dossier biologique, présentation et contenu, Genval, 18/05/2004

CORS F. [2004]
La procédure d'agrégation des produits phytosanitaires. Conférence donnée pour l'IWGER à Gembloux, le 02/03/2004

DE PROFT M. [2003].
La lutte intégrée en grandes cultures. Conférence donnée à Bruxelles, aux étudiants de 4e année (Bio-ingénieurs), dans le cadre de leur cours de lutte intégrée, le 27/03/2004.

DE PROFT M. [2003].
Les scolytes. Conférence donnée le 07/07/2003 à Opont, aux participants à un camp de naturalisme organisé par l'asbl « Jeunes & Nature ».

DE PROFT M. & GRÉGOIRE [2003].
Les scolytes du hêtre : Les enseignements de l'expérimentation 2002. Série de cinq conférences données en février 2003, à l'occasion de journées d'étude organisée par la DNF à Berzincze, Mont Rigi, Libramont, Gedinne et Marche-en-Famenne.

DE PROFT M. & GRÉGOIRE [2003].
Les scolytes du hêtre : rôle des différentes espèces, impact du piégeage. Conférence donnée lors de la journée d'étude transnationale organisée par la FUSAGx à Florenville le 14/11/2003.

DE PROFT M. & GRÉGOIRE [2004].
Lutte intégrée contre les organismes nuisibles dans les espaces publics. Conférence donnée à Bruxelles lors de la Journée de Formation du 19/11/2004, à l'Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement.

DE PROFT M. & GRÉGOIRE [2004].
Dégâts d'*Ips typographus* et *Pityogenes chalcographus* : les raisons, les enjeux, les mesures. Série de cinq conférences données en octobre 2003 à l'occasion de Journées d'études organisées par la DNF à Marche-en-Famenne, puis à Berzincze, Libramont et Gedinne les jours suivants.

GALOUX M. [2004]
Integrated Pest Management and Crop Production
Registration and Quality Control of Pesticides for Efficacy,
Safety Use and Food Quality.
National Conference on Sustainable Agriculture for Rural
Development & Poverty Alleviation.. *Islamabad, PAKISTAN,*
May 19-20, 2004 (12 p.)

GALOUX M. [2004]
Seminar on FAO/WHO Specifications and System of Equiva-
lence and European Annex-I Listing, Agricultural Ministry of
Egypt – National Conference
Cairo, EGYPT, May 22, 2004 (16 p.).

PIGEON O. & TAMBA I. (2004).
The European legislation concerning pesticides residues
will modify the fruits and vegetables production systems of
ACP countries. The African Network for Chemical Analysis of
Pesticides (ANCAP), Août 2004, Arusha, Tanzanie.

Rapports

ANSSEAU F., DE PROFIT M. & MOREAU J.-M. [2003 & 2004]
Rédaction de plus de 200 rapports d'essais d'efficacité ou
de sélectivité à destination de l'industrie chimique.

BERNES A., de RYCKEL B., PIGEON O., GALOUX M. [2003 &
2004]
Rédaction de plus de 300 rapports à destination de
l'industrie agrochimique, des organismes internationaux
et des autorités d'homologation, et concernant des études
des propriétés physico-chimiques des produits phytophar-
macéutiques et des analyses d'impuretés dans les produits
techniques.

DE PROFIT M. & GREGOIRE J.-C. [2003]
Scolytes en hêtre : biologie et piégeage. Rapport de la
Convention de recherches financée par la Région wallonne
(DGRNE) présenté le 23 septembre 2003 à Jambes.

DE PROFIT M. [2004]
Travail du sol et Agriculture durable : rapport final de Con-
vention entre GREENOTEC d'une part et la Région Wallonne
de l'autre. (Partim Ravageurs et lombrics). Rapport final de
la convention de recherche financée par la Région wallonne,
présenté le 26 février 2004 à Gembloux.

DE PROFIT M. [2004]
Travail du sol et Agriculture durable : rapport final de
Convention entre GREENOTEC d'une part et la Région Wal-
lonne de l'autre. (Partim Ravageurs et lombrics). Rapport
intermédiaire de la convention de recherche financée par la
Région wallonne, présenté le 22/07/2004 à Namur.

DE PROFIT M. & GREGOIRE J.-C. [2004]
Scolytes en hêtre : recherches la dynamique des popula-
tions, les risques à venir pour la hêtre et les moyens de
lutte. Rapport de la Convention de recherches financée
par la Région wallonne (DGRNE) présenté le 10 juin 2004 à
Jambes.

DE VLEESCHOUWER C., PIGEON O., CORS F., WEICKMANS B. &
MEEUS P. [2004]
Développement de bio-épurations destinés à traiter les
eaux de rinçage et de nettoyage des pulvérisateurs. Rapport
intermédiaire (4 mois)

HENRIET F. (2004). Analyse de l'impact et de la densité de la
culture sur la répartition de fongicides au sein des différents
étages foliaires de plantes de froment d'hiver. Mémoire
de fin d'étude réalisé au Département Phytopharmacie
(promoteurs : J.M. Moreau & B. Schiffers) et présenté en
vue de l'obtention d'un DEA en Sciences Agronomiques et
Ingénierie Biologique.

HENRIET F. & MOREAU J.-M. (2004). Etude de la répartition et
du devenir de fongicides dans les plantes de blé et de leur
impact sur le contrôle de maladies foliaires. Ministère de la
Région wallonne, Direction Générale de l'Agriculture, Rap-
port de première année (février 2003).

GALOUX M. [2003]
Testing and evaluation requirements for the approval of
agrochemicals (pesticides, fertilizers,...). Reform of the Food
Chain Laboratories (RFL) Project
New Belgrade, SERBIA-MONTENEGRO, December 15-18, 2003
(13 p.)

GALOUX M. [2004]
Renforcement des moyens de contrôle et d'analyses des
pesticides en Algérie, projet FAO – TCP/ALG/2903 – Rapport
de formation, septembre-octobre 2004, (7 p.).

KILIAN A.H.D., BYAMUKAMA W., RUBAALÉ T., HOUGARD J.M.
DUCHON S., PIGEON O., BULSARA K., CHAM M.K., REHMET S.
& KORTE R. [2003]
Evaluation of the field performance of Permet TM , a poly-
ester long-lasting insecticide treated mosquito net (LLIN) in
Western Uganda (Report to WHOPES).

PIGEON O., DUCAT N. DE VOS P., VANDECANDELAERE S. &
GALOUX M. [2003 & 2004]
Rédaction de plus de 150 rapports à destination de
l'industrie agrochimique, des organismes internationaux
et des autorités d'homologation, et concernant des études
de résidus de pesticides en fruits, légumes et céréales, des
études de la qualité des traitements des semences et des
analyses de pesticides sur substrats traités.

SHOVMAND O., HOUGARD J.M., DUCHAR S., DAMAR T.B.,
HUIONG N., CHI P.Q., PIGEON O. & FENET H., [2003]
Laboratory evaluations of long lasting impregnated nets
(SOVE Meeting)

WEICKMANS B. [2004]
Désherbage automnal des froments : Intérêts. - Fumure et
Protection phytosanitaire des Céréales. Journée d'étude du
09/09/ 2004.

WHO [2003] : Report of the seventh WHOPES group meeting,
review of Permet, WHO/HQ, Geneva, 2-4 December 2003/
CDS/WHOPES/2004 & WHO, Geneva, Switzerland.

Travaux de fin d'étude

HOUSSIAU C. (2003). Etude de l'influence de diverses modal-
ités de traitements fongicides sur les agents de la fusariose
de l'épi et sur la production de DON en froment d'hiver.
Mémoire de fin d'étude réalisé au CRA-W (promoteurs : A.
Chandelier & J.M. Moreau) et présenté à l'Institut Supérieur
Industriel Huy-Gembloux.

LEBRUN B. (2004). Mesure de l'effet curatif de deux
matières actives pulvérisées à des concentrations et des
moments différents, sur plantules de froment (*Triticum*
aestivum L.) inoculées par la septoriose (*S. tritici*). Mémoire
de fin d'étude réalisé au Département Phytopharmacie
(promoteur : J.M. Moreau) et présenté à l'Institut Supérieur
Industriel Huy-Gembloux.

MARCADIEU K. ; (2004). Détermination du spectre d'activité
de deux triazoles et de deux strobilurines sur les cinq agents
de la fusariose de l'épi du froment en Belgique. Mémoire de
fin d'étude réalisé au CRA-W (promoteurs : A. Chandelier &
J.M. Moreau) et présenté à la Haute Ecole Charleroi-Europe.

D5

D é p a r t e m e n t G E N I E R U R A L



Chaussée de Namur, 146
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 71 40
fax : +32 (0) 81 61 58 47

e-mail : genie_rural@cra.wallonie.be



1. MISSION

Le Département Génie rural réalise des recherches de base et appliquées, offre des services scientifiques de qualité concernant l'analyse techno-économique du fonctionnement des machines agricoles et les techniques de valorisation énergétique et industrielle de la biomasse. Une attention particulière est portée en outre sur l'impact environnemental et socio-économique du machinisme agricole et de l'utilisation de la biomasse, ainsi que sur le développement professionnel des techniques et leur transfert dans d'autres régions du monde (Europe centrale et orientale, Afrique, Asie, Amérique latine).

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

4 statutaires et 13 contractuels

2.1. Chef de Département

Y. Schenkel, *Inspecteur général scientifique*

2.2. Scientifiques

A. Berrio-Smith, *Attachée scientifique (RW – DRI, DEE)*
 R. Crehay, *Attaché scientifique (RW – DGTRE, CE – DGTRE)*
 C. Delaunois, *Attachée scientifique (jusqu'au 31/03/2003) (RW – DGA)*
 J. Delcarte, *Attaché scientifique*
 B. Huyghebaert, *Attaché scientifique (CRA-W)*
 S. Loyen, *Attaché scientifique (CRA-W : contrats divers)*
 D. Marchal, *Attaché scientifique (RW – DGA, DGTRE)*
 O. Miserque, *Attaché scientifique (CRA-W contrats divers)*
 O. Mostade, *Attaché scientifique (CRA-W)*
 S. Noël, *Attachée scientifique (FDMP)*
 F. Rabier, *Attachée scientifique (CE – DGTRE, RW-DGA)*
 M. Temmerman, *Attaché scientifique (CRA-W)*
 J.-F. Van Belle, *Attaché scientifique (CRA-W)*
 D. Vander Stricht, *Attachée scientifique (RW – DGA)*
 R. Vankerkove, *Attaché scientifique (ERBE)*
 O. Vitlox, *Chef de travaux (jusqu'au 31/05/2004)*

3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX

- Agrobiopôle wallon
- Comité régional Phyto
- Fedagrim/Cote
- Comité Directeur pour le contrôle des pulvérisateurs
- Comité technique pour l'application des produits phytosanitaires
- Centre agricole betterave-chicorée
- Centre agricole pomme de terre
- Commission « Machines & Produits » CTA Libramont
- Société de Génie rural
- Groupe « Lubrifiant d'origine végétale »
- Association pour la Valorisation de la Biomasse (ValBiom)
- Association Belge pour la Promotion des Energies Renouvelables (APERE)
- Belgian Forum for Agricultural Research and Development

4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX

- CIGR : Commission Internationale du Génie Rural
- Comité Européen de Normalisation TC 144 (*machines agricoles*), TC 260 (*Engrais*), TC 335 (*Bio-combustibles solides*)
- EurAgEng
- European Network for Testing of Agricultural Machines (ENTAM)
- Institut de l'Energie des Pays Francophones
- International Energy Agency/Bioenergy Agreement : Comité Exécutif, Biomass Production for Energy from Sustainable Forestry, Biomass Combustion and Co-Firing
- International Standardization Organisation TC 23
- OCDE : Organisation de Coopération et de Développement économiques

5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES

Aujourd'hui, la recherche agricole doit être orientée, non seulement vers les agriculteurs, mais également vers la société en général. Historiquement, la recherche agricole visait essentiellement à accroître le rendement des cultures et des productions animales, à faciliter le travail de l'agriculteur. Dans notre société actuelle, cette approche unique n'est plus opportune : les attentes des citoyens doivent être intégrées dans la recherche agricole. Les résultats de celle-ci doivent avoir une valeur pour la société en général et être utilisés par conséquent par les décideurs politiques et les acteurs économiques. En particulier, la recherche agricole doit se focaliser sur les thèmes essentiels que sont les produits alimentaires de qualité, la compétitivité de l'agriculture, l'utilisation durable des ressources naturelles, le développement rural, le développement de systèmes agricoles respectueux de l'environnement.

La Section Mécanisation Agricole a mené de nombreux projets de recherche et développement sur les thèmes de traction et travail du sol, de l'application des produits phytopharmaceutiques, de l'application des engrais minéraux et organiques, ainsi que des essais des machines des grandes cultures.

La Section Utilisation Energétique et Industrielle de la Biomasse a poursuivi des activités de recherche et développement sur les thèmes de la mobilisation et l'inventaire des ressources naturelles, le conditionnement de la biomasse et la bioénergie

6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES

6.1. Mécanisation agricole

Traction et travail du sol

1. Modélisation des interactions sol-machine-tracteur

O. Vitlox, S. Loyen (*)

(*) CRA-W – contrats divers

Interactions sol-machine

De multiples études ont été réalisées au pénétromètre afin de mettre en évidence l'impact des machines sur la structure du sol. Un effort particulier a porté sur la multiplication des mesures pour un emplacement donné et ainsi réaliser une vue en trois dimensions des zones d'iso-compacité.

Interactions sol-tracteur

Une formation de trois jours a été donnée aux délégués Europe, Afrique et Asie d'une multinationale fabriquant des pneumatiques. Différents types de pneus ont été testés sur un banc dynamique avec des pressions de gonflage, des charges et des couples de traction différents. Les résultats ont porté sur le glissement, l'effort de traction et les dommages occasionnés à la structure du sol.

2. Développement d'un pénétromètre horizontal

S. Loyen (*)

(*) CRA-W – contrats divers

Afin de pouvoir réaliser des essais pénétrométriques en continu et d'étendre l'analyse à la dimension de la parcelle, un pénétromètre horizontal est en cours de développement. Trois tiges pénétrométriques sont montées sur un coutre, lui-même fixé sur un cadre en parallélogramme. Ce dispositif permet de faire varier la profondeur de mesure tout en assurant l'horizontalité de la direction d'avancement des tiges pénétrométriques.

3. La régénération naturelle en Forêt de Soignes

S. Loyen (*)

(*) CRA-W – contrats divers

L'impact de la compaction du sol sur la régénération naturelle du hêtre en Forêt de Soignes a été étudié par le département. Après une série de mesures destinées à définir l'état de compacité du sol en Forêt de Soignes, des essais de travail en surface ont été réalisés. La technique montrant les meilleurs résultats est celle du passage d'une charrue à disque avant la chute des faines. En plus d'une bonne levée, un semis en ligne est observé, ce qui est favorable à une gestion mécanisée pour la suite des opérations. Des systèmes d'exploitations ont également été comparés au niveau des dommages occasionnés au sol. Une étude approfondie a permis de mettre en évidence la structure du sol en trois dimensions pour les parcelles travaillées à la charrue à disque ainsi

que pour des parcelles témoins.

Un séminaire international est organisé afin de diffuser l'ensemble des résultats obtenus.

Collaborations : Instituut voor Bosbouw en Wildheer, DNF, AMINAL, IBGE.

Application des produits phytopharmaceutiques

Les recherches et travaux en matière d'application des produits phytosanitaires ont été axés sur une meilleure compréhension des paramètres de qualité de la technique d'application, une réduction de l'impact des produits de protection des plantes sur l'environnement et la sécurité de l'opérateur.

1. Etude comparative de l'usure des buses

B. Huyghebaert (), O. Mostade (*)*

() CRA-W*

Depuis 2002, plusieurs lots de buses de pulvérisation utilisés en champs sont suivis. Leur dynamique d'usure (augmentation du débit, dégradation de la répartition, évolution du spectre de goutte) et leur performance sont étudiées et comparées aux résultats obtenus en laboratoire. Cette étude comparative réalisée à grande échelle concerne les récents modèles de buse à fente : buses anti-dérive à pastille de calibrage, buses à injection d'air, buses à miroir...

Collaboration : Université agronomique de Lublin (Pologne)

2. Etude de l'hétérogénéité des traitements anti-germinatifs au chlorthaloprophame des pommes de terre

*S. Noël (**), B. Huyghebaert (*)*

() CRA-W*

*(**) FDMP*

Depuis 2001, le Département mène un programme de recherches relatif à l'étude de l'hétérogénéité de la distribution du CIPC au sein du tas de pommes de terre, cause principale des surdosages ponctuels de l'anti-germinatif sur les tubercules provoquant à terme, un risque de présence de résidu trop important dans l'assiette du consommateur.

Les différentes techniques de traitement ont ainsi été évaluées : qualité de l'application (distribution), efficacité, facilité d'utilisation, ... Un réseau de surveillance et de suivi a été mis en place auprès d'une série de producteurs/stockeurs de pommes de terre.

La biennale 2003-2004 a permis de classer les différentes formulations (DP, EC et HN) et les techniques d'application associées en fonction de leur efficacité, de la teneur en résidu qu'elles engendrent, de leur intérêt environnemental et de leur implication sur la sécurité de l'utilisateur. De plus, les résultats ont permis d'alimenter le dossier pour l'acceptation « du fractionnement de la dose appliquée par thermonébulisation » et d'éclairer le Comité d'agrément sur les avantages et inconvénients de cette technique.

3. Etude de l'efficacité des buses anti-dérive en traitements fongicides sur céréales

O. Mostade (), B. Huyghebaert (*)*

() CRA-W*

En collaboration avec le Département de Phytopharmacie, des essais biologiques comparatifs entre différents types de buses ont été effectués contre la fusariose sur épis de froment de la variété Beaufort. L'objectif était d'observer, dans une première approche, si les buses dites anti-dérive impliquaient une efficacité différente. Les conditions d'expérimentation ont comme contrainte la réalisation de pulvérisations à 300 l/ha. Les observations, à prendre avec prudence, font ressortir que l'efficacité par rapport au témoin (non traité) est par ordre croissant : buse à fente à réduction de dérive > buse à fente classique > buse à fente à injection d'air > buse à turbulence > buse à double fente. Des essais complémentaires sont nécessaires pour compléter les observations faites en 2004.

Application des engrais minéraux organiques

O. Miserque ()*

() CRA-W – contrats divers*

1. Mélange d'engrais

Les engrais composés peuvent être obtenus par le mélange de divers engrais de base. La technique est souple et économique mais il apparaît régulièrement des erreurs de composition chimique, les constituants ayant tendance à se ségréguer. Une étude est donc menée afin de mettre en évidence les paramètres qui influencent cette ségrégation. Le principe de l'expérimentation est de réaliser des mélanges avec deux composants. Chaque matière première diffère de l'autre pour un critère bien précis qui peut être : la dimension, la forme ou la masse. Le mélange subit par la suite une série de manipulations : écoulement, remplissage d'une

remorque, ... jusqu'à l'épandage. Aux divers stades, la ségrégation des deux constituants est mesurée. Selon les écarts entre composants, il apparaît une ségrégation physique et/ou chimique plus ou moins marquée. Dans ce cadre, une étude a été menée pour l'association européenne des mélangeurs d'engrais (EBA). Des mélanges typiques ont été fabriqués, ont fait l'objet d'un suivi de la ségrégation, et ont servi de validation aux essais de mélanges à deux composants. Parallèlement à cette recherche, le laboratoire d'analyse des caractéristiques physiques des particules d'engrais a poursuivi son développement et est actuellement accrédité selon la norme ISO 17025.

Collaborations : Ulg, EBA

Essais des machines-grandes cultures

1. Essais de matériels de récolte de chicorées

O. Miserque ()*

() CRA-W – contrats divers*

Les essais de machines de récolte de chicorées sont poursuivis. Outre la récolte, le semis des chicorées est une étape délicate qui conditionne fortement le rendement de la culture. Pour ce faire, les semences et les éléments semeurs sont testés juste avant la distribution des graines aux exploitants. La procédure d'essai a été validée et permet de détecter des lots de semences problématiques



Figure 1

6.2. Utilisation énergétique et industrielle de la biomasse

Mobilisation de la ressource

JF Van Belle ()*

() CRA-W*

1. Inventaire des ressources

Les recherches sur la caractérisation et les inventaires de la ressource ont porté sur la mise au point d'une méthodologie pour la construction de modèles prédictifs de la biomasse récoltable intégrant les facteurs du milieu (station écologique, conditions de croissance) ainsi que les modes de cultures et de récolte (itinéraires techniques). La méthodologie a été testée sur Picea abies (L.) Karst sur 25 stations réparties sur l'ensemble de sa zone de croissance en Wallonie (Ardenne et Gaume) ainsi que sur Quercus spp (Condroz). Les modèles mis au point permettent d'estimer la biomasse, son potentiel énergétique, l'exportation en éléments minéraux ainsi que le potentiel de réduction des émissions de gaz à effets de serre (CO₂) au niveau de la parcelle. Ces études sont réalisées avec le soutien de la DGRNE de la Région wallonne.

Collaborations : FUSAGx, HEPHO, ERBE

2. Logistique d'approvisionnement

Diverses études de terrain ont été effectuées de manière à estimer la productivité et les rentabilités techno-économiques de filières de récolte. Une unité test de récolte a été mise au point, permettant l'acquisition en continu de divers paramètres (couple, régime, puissance, productivité, granulométrie, émissions de gaz) influençant la récolte en vue de leur modélisation. Des tests ont été effectués avec différentes biomasses (Picea abies (L.) Karst, Betula pubescens Ehrhart, Prunus avium L., Populus sp, Phyllostachys vivax,

Ph. aureosulcata 'spectabilis', Ph. Praecox, Quercus robur L.). Les travaux font l'objet d'une collaboration internationale au niveau de l'Agence Internationale de l'Énergie.

Collaborations : HERS, UPM-Espagne, CEPLAC-Brésil

3. Emissions de CO₂ et bilans énergétiques

Un modèle conceptuel pour le calcul des bilans CO₂ de projets de biomasse énergie a été mis au point. L'effort s'est axé sur la chaîne d'approvisionnement et les résultats ont servi de base à la fixation des coefficients CO₂ pour le calcul des certificats verts délivrés par la Commission Wallonne pour l'Énergie (CWAPE).

Collaborations : HERS

4. Externalités

Un dispositif expérimental a été mis en place en collaboration avec l'Université de Liège pour étudier l'influence de l'épandage des cendres de combustion sur des parcelles de production. Les premiers résultats montrent une amélioration sensible des conditions de fertilité sous certaines conditions d'épandage et de concentrations. En collaboration avec le Sud de l'Etat de Bahia, une étude a permis de quantifier le gradient de biodiversité de puits de carbone potentiels liés à la culture du cacao (Theobroma cacao L.) en utilisant les fourmis comme bio-indicateur.

Collaborations : Ulg, HERS

Conditionnement de la biomasse

L'unité de conditionnement de la biomasse oriente ses recherches sur les biocombustibles solides selon trois axes prioritaires : méthodes d'analyse des propriétés physiques et mécaniques, réduction des coûts de conditionnement et amélioration de la qualité et, enfin, utilisation des biocombustibles dans les pays en développement.

1. Méthodes d'analyse des propriétés physiques et mécaniques des biocombustibles

La mesure de propriétés telles que l'humidité, la masse volumique (nette ou en vrac) des biocombustibles solides, la durabilité des pellets et des briquettes ou la taille et la distribution granulométrique des particules est réalisée par l'unité.

BioNorm (Travail pré-normatif sur l'échantillonnage et les tests de biocombustibles solides pour le développement de systèmes d'assurance qualité)

F. Rabier (**), M. Temmerman (*)

(*) CRA-W

(**) CE-DGRECH

Le rôle de l'unité dans ce projet est de comparer les tests physiques et mécaniques pratiqués sur les biocombustibles solides (mesure de l'humidité, de la masse volumique en vrac, de la taille et de la distribution des particules, de la masse volumique nette et de la durabilité des pellets et des briquettes). Les résultats de ces recherches seront

intégrés dans un système assurance qualité des biocombustibles couvrant l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. En outre, les résultats des différentes tâches seront directement intégrés au travail de normalisation en cours au niveau de la CEN TC 335 "Biocombustibles Solides".

Collaborations : consortium de 39 partenaires, coordination : IEE - Leipzig

2. La réduction des coûts de conditionnement et l'amélioration de la qualité des biocombustibles solides

M. Temmerman (*)

(*) CRA-W

Vu l'importance de l'humidité de la matière pour sa valorisation énergétique, les recherches actuelles se focalisent sur le séchage de la biomasse, et, en particulier, sur la relation entre la granulométrie d'une matière et sa résistance au passage d'un flux d'air.

3. Utilisation des biocombustibles dans les pays en développement

Le charbon de bois et le bois de feu restent, à ce jour, les principaux combustibles utilisés à des fins domestiques dans les pays en développement. Leur substitution par des combustibles fabriqués à partir de résidus agricoles ou forestiers, allège la pression que subissent les massifs forestiers de ces pays. Trois projets sont conduits dans ce cadre.

Mise en place d'une unité pilote de production de boulets combustibles par agglomération, à partir de balle de riz, à Ross Béthio, Sénégal

M. Temmerman (*), A. Berrio-Smith (**)

(*) CRA-W

(**) RW - DRI

La technique d'agglomération développée au Département Génie rural, permet l'utilisation de différentes sources de biomasse dont les résidus des industries agroalimentaires et forestières. Grâce à une unité de production simple et ne demandant qu'un investissement limité, la biomasse est mélangée à de l'argile et de l'eau pour produire des « boulets combustibles ». Leur comportement en combustion est similaire à celui du charbon de bois et leur utilisation à grande échelle permettrait une diminution de la consommation de charbon de bois.

Une unité pilote produit des boulets à partir de balle de riz, à Ross-Béthio dans le Nord du Sénégal. Cette unité, implantée en janvier 2004, a pour principal objectif l'étude de la production et de l'acceptabilité du combustible. De plus, elle a permis la récolte des informations nécessaires à l'évaluation techno-économique et à la réplique industrielle du projet avec d'autres sources de biomasse ou dans d'autres régions déficitaires en combustibles traditionnels.

Les deux autres projets conduits sur ce thème sont :

Collaborations : PROGEDE, CERER, SAED, CRAT (Sénégal)



figure 2

boulets combustibles

Appui au développement de la filière bioénergétique à Cuba : projet de séchage artificiel de bois d'œuvre au moyen de sous-produits de scierie comme source d'énergie calorifique.

A. Berrio-Smith (**)

(**) RW - DRI

Collaborations : IFF, MINVEC, GEAM (Cuba)

Bamboo Thematic Network (BTN)

M. Temmerman (*)

(*) CRA-W

Collaborations : consortium de 17 partenaires, coordination : Oprins Plant, N.V. (B)

Utilisation énergétique

J. Delcarte, Y. Schenkel

1. Pyrolyse lente

Le bois utilisé dans la construction est traité de manière à augmenter sa durabilité. Parmi les agents de préservation, le CCA (Cu-Cr-As) est remplacé par le CCB (Cu-Cr-B) par souci environnemental. Mais tout traitement de matériau pose un problème de contamination lors de la démolition de l'ouvrage. L'étude du comportement de bois traités par des sels CCB en pyrolyse lente (carbonisation) a fait l'objet d'une recherche. La pyrolyse lente est un moyen de réduire le volume de déchets à traiter tout en obtenant une matière homogène. Aux températures envisagées, les trois éléments (Cu, Cr, B) se concentrent dans le charbon de bois.

Collaborations : ULB, FUSAGx

2. Combustion

Le Département Génie rural et son partenaire suisse Verenum ont obtenu en 2004 le financement IEA (International Energy Agency) d'une recherche sur la détermination de l'efficacité énergétique d'installations automatiques de combustion de biomasse et sur la relation entre l'efficacité énergétique et les émissions atmosphériques à différents régimes de puissance. Les régimes de puissance envisagés sont 100, 50, 30 % et une valeur < 30 % de la puissance nominale. Les caractéristiques d'une chaudière (rendement et émissions) sont toujours mesurées à la puissance nominale. En conditions réelles, une chaudière fonctionne rarement sans arrêt à pleine puissance. Nous avons jugé opportun d'étudier ces régimes intermédiaires.

Collaborations : Verenum (Suisse)

6.3. Aide à la décision des acteurs publics et privés

Le Département Génie rural, grâce à sa capacité d'innovation, d'anticipation et de mobilisation rapide de ses compétences, assure une fonction de veille technologique, de prospective et d'expertise, et ainsi éclaire et aide les acteurs publics et privés dans leurs prises de décision.

1. Activités de normalisation

O. Mostade (*), B. Huyghebaert (*), M. Temmerman (*)
(*) CRA-W

La biennale 2003-2004 a été riche en initiation de nouveaux groupes de travaux normatifs dans le cadre des techniques de pulvérisation. Le Département participe activement à la rédaction de nombreuses normes ISO et CEN. Elles concernent notamment les problèmes de dérive de pulvérisation ainsi que de nettoyage et rinçage des pulvérisateurs.

Dans le domaine des biocombustibles, le Département est actif au sein de la commission technique CEN TC 335 « Biocombustibles Solides » : terminologie, échantillonnage, analyses physiques, analyses chimiques.

2. Etude des moyens de réduction de la dérive en pulvérisation

B. Huyghebaert (*), S. Noël (**), O. Mostade (*)
(*) CRA-W
(**) FDMP

Le comité d'agrégation évalue les dossiers d'homologation, notamment en considérant l'utilisation des produits phytosanitaires selon les bonnes pratiques agricoles, et pour qu'ils ne présentent pas de risques inacceptables pour l'homme et l'environnement, particulièrement l'environnement aquatique. Actuellement, les risques pour les organismes aquatiques sont maintenus à un niveau acceptable en fixant des zones tampons pour chaque formulation commerciale. Ces zones tampons sont des bandes de largeur variable (2 à 20 m) établies entre la limite de la parcelle traitée et tout plan d'eau.

A la demande du SPF-Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement, le Département a étudié les autres moyens de réduction de la dérive dans l'objectif de :

- Mettre en place et valider de nouveaux outils pour la procédure d'évaluation des formulations pesticides.
 - Veiller à ce que les agriculteurs soient informés des mesures de précaution à mettre en œuvre.
 - Veiller à ce que les mesures de précaution soient réellement appliquées sur le terrain.
 - Intégrer les nouvelles mesures dans les procédures de contrôle existantes, par exemple via le contrôle technique des pulvérisateurs.
- Collaborations : DvL (CLO), PCF-KOG (Gorsems).

3. ERA Bioenergy Strategy – Short term measures to develop the ERA for Bioenergy RTD

Y. Schenkel (*), R. Crehay (**)
(*) CRAW
(**) CE-DGRECH

Afin d'organiser un Espace Européen de la Recherche (ERA) en bioénergie, le CRA-W a mené une réflexion stratégique sur les liens possibles entre les différents programmes nationaux de recherches dans ce domaine, ainsi que sur les formes que devraient prendre ces synergies. Les données collectées et les conclusions de ces travaux ont été validées auprès de la communauté belge des chercheurs en bioénergie lors d'un « Belgian expert meeting » organisé le 05 décembre 2003 par le CRA-W.

Collaborations : Joanneum Research (Autriche), VTT (Finlande), NOVEM (Pays-Bas), CRES (Grèce)

4. Guide Biomasse Energie

Y. Schenkel, J. Delcarte, D. Marchal (**), M. Temmerman (*)
(*) CRA-W
(**) RW – DGA, DGTRE

Avec le soutien de l'Institut de l'Energie et de l'Environnement des Pays Francophones (IEPF), le Département a coordonné la rédaction de la 2e édition du Guide Biomasse Energie. Orienté vers l'utilisation de la biomasse pour la production d'énergie dans les industries et les collectivités, le Guide Biomasse Energie, sans prétendre être exhaustif vis-à-vis de tous les cas d'application, a voulu se limiter aux procédés confirmés et qui présentent des réussites significatives. Les auteurs se sont attachés à souligner les limites et les contraintes relatives à l'utilisation de la biomasse. Le Guide Biomasse Energie constitue pour les utilisateurs publics ou privés une très large source d'information à partir de laquelle ils peuvent appréhender les potentialités de valorisation de leurs ressources en biomasse et s'assurer de la faisabilité des technologies utilisées et de leurs contraintes.

Les informations mises à disposition devraient permettre aux décideurs d'aborder leurs programmes d'investissement ou d'élaborer leurs plans directeurs de l'énergie en considérant la biomasse comme une source d'énergie nationale, moderne et concurrentielle des solutions fossiles conventionnelles.
Collaborations : INRA, CIRAD-Forêt, ITEBE (France), Laborelec, UCL-TERM, TBW (Belgique), AIT (Thaïlande)

7. ACTIVITES DE SERVICE

7.1. Essais de tracteurs

S. Loyen (*)
(*) CRA-W – contrats divers

Des essais de tracteurs à la prise de force (puissance, couple, consommation) ont été réalisés au sein du département à la demande des utilisateurs.

Au niveau de la collaboration avec une firme de lubrifiants, des bancs d'essais à la prise de force ont été installés chez des vendeurs de tracteurs (21 en Belgique, 61 aux Pays-Bas). Le Département assure la qualité des mesures et réalise le suivi pour les bancs installés en Belgique.

7.2. Contrôle des pulvérisateurs

B. Huyghebaert (*), O. Mostade (*)
(*) CRA-W

Le contrôle des pulvérisateurs est obligatoire en Belgique depuis 1995. L'introduction de cette action a été motivée par le constat du mauvais état du matériel en fonctionnement, les dépenses excessives consacrées par les agriculteurs pour les traitements phytosanitaires, l'impact négatif sur l'environnement d'une utilisation non-raisonnée des produits de protection des plantes (PPP). Par ailleurs, la nécessité impérieuse de restructurer l'Agriculture belge afin qu'elle reste compétitive après la réforme de la PAC et les négociations du GATT a également favorisé cette décision. Le Département Génie rural est l'organisme officiellement reconnu par les autorités pour réaliser le contrôle des pulvérisateurs pour les parties francophone et germanophone du pays. Cette activité de service est assurée sous le contrôle de l'AFSCA. En moyenne, 3000 pulvérisateurs sont contrôlés chaque année par 2 équipes du Département Génie rural.

Au fil des années, les résultats techniques se sont considérablement améliorés pour atteindre actuellement un taux d'acceptation de 85 % en premier passage. L'état du parc belge des pulvérisateurs est excellent avec un des meilleurs niveaux d'Europe. De plus, le contrôle des pulvérisateurs et la nécessité de disposer d'un matériel en parfait état sont entrés dans les mœurs du secteur ; ce qui témoigne d'un changement radical des mentalités. Les agriculteurs, véritables spécialistes, sont de plus en plus soucieux de rationaliser l'utilisation des PPP. L'action continue par le démarrage du quatrième cycle (3 ans) de contrôle en septembre 2004, l'amélioration des équipements de contrôle et du logiciel de traitement.

7.3. Essais de distributeurs d'engrais

O. Miserque (**)
(**) CRA-W – contrats divers

Le Département effectue des essais d'épandage d'engrais afin d'aider les agriculteurs à régler leur équipement. Parallèlement, des tests plus spécifiques sont réalisés pour les constructeurs de distributeurs et les fabricants d'engrais. Le même protocole est utilisé pour les essais de matériels d'épandage de matières organiques.

7.4. Contrôle des épanduses de sel

O. Miserque (**)
(**) CRA-W – contrats divers

Le MET a proposé des nouveaux contrats aux entrepreneurs afin de favoriser l'utilisation de nouvelles épanduses de sel routier avec ajout de saumure. Actuellement, près de 300 machines ont fait l'objet de tests. Il apparaît que ces machines sont en général mal réglées et que les utilisateurs éprouvent beaucoup de difficultés à fournir un épandage correct. Parmi les points contrôlés, on

peut citer le respect du dosage et le pourcentage de sel épandu hors de la route. Suite à ces essais, quelques constructeurs ont apporté des modifications à leur équipement.

7.5. Indicateur des coûts

*O. Miserque (**)*

*(**) CRA-W – contrats divers*

La mise à jour et le calcul des données économiques concernant les machines agricoles est un processus permanent.

La méthode de calcul est utilisée pour la comparaison de matériels ou de techniques. On peut citer par exemple : coût des chantiers de récolte en betteraves et chicorées, coût des techniques de semis simplifiées, ...

7.6. Equipe Régionale Biomasse

Energie (ERBE)

*R. Vankerkove (**), J.F. Van Belle (*), Y. Schenkel*

() CRA-W*

*(**) ERBE*

ERBE poursuit ses activités de développement de projets de biomasse énergie. A côté de nombreuses études de faisabilité pour des entreprises, ERBE s'investit également dans une dizaine de projets visant à développer des installations de bioénergie dans le secteur des communes (Plan Bois Energie – Développement rural, Libramont, Philippeville, Enghien, Namur, ...). De plus, ERBE a conduit plusieurs projets au niveau européen dans le cadre du Phasing Out (bois, biométhanisation) et du programme Interreg III (projet Eurowood).
Collaborations : BESEL (Espagne), Fondation rurale de Wallonie, ICEDD

7.7. ValBiom

D. Marchal (), D. Vander Stricht (**), R. Crehay (*),*

*F. Rabier (**), Y. Schenkel*

() RW – DGTRE, DGA*

*(**) RW – DGA*

ValBiom s'appuie actuellement sur 3 opérateurs : CRA-W, FUSAGx, UCL.

Parmi les projets actuellement en cours, on notera les programmes FARR-Wal, Facilitateur bois-énergie (secteur privé) et DiffuSER. FARR-Wal (Filières Agriculture et Ressources Renouvelables en Wallonie) vise les finalités suivantes : diversifier les activités des agriculteurs (valorisation non alimentaire de la biomasse et développement de cultures à usages non alimentaires), accroître le produit régional brut wallon (développement d'activités économiques en matière de transformation, de distribution et d'utilisation non alimentaire des produits agricoles et de la biomasse), renforcer durablement le tissu économique en milieu rural (mise en place d'activités locales de transformation et d'utilisation de la biomasse). Concrètement, cela se traduit par diverses actions : veille technologique active, plan de communication, sensibilisation du monde agricole et rural aux filières de valorisation non alimentaire de la biomasse (énergie, biomasse industrielle), coordination de

filères, mise en place d'actions de démonstration. Dans le domaine de la valorisation énergétique de la biomasse, on retiendra notamment la création et l'animation d'un groupe de travail sur les « pellets » (granulés de bois).

Par ailleurs, ValBiom a été désigné par la Région wallonne pour assurer le rôle de Facilitateur bois-énergie pour le secteur privé. Cette mission vient compléter le dispositif des Facilitateurs pour les filières « énergies renouvelables » mis en place par la Région wallonne. Dans ce cadre, le rôle de ValBiom consiste notamment à soutenir et aider les acteurs de la filière bois-énergie dans leurs démarches (information pro-active et à la demande, études de pertinence sur les projets potentiels, ...). DiffuSER est un service de soutien aux opérateurs de la Division de l'Energie (Guichets de l'Energie, Facilitateurs, ...) pour la vulgarisation et la diffusion d'information sur les énergies renouvelables. Au moyen de différents vecteurs (formations, conférences, rédaction de documents de vulgarisation, ...), DiffuSER permet d'améliorer l'information des particuliers.

Collaborations : APERE, UCL, FUSAGx, ITEBE, FEDAR-ENE



figure 3

colza

7.8. Accréditation ISO 17025

D. Vrebos – Bureau Assurance Qualité (CRA-W)

Y. Schenkel, J. Delcarte, B. Huyghebaert (), O. Miserque*

*(**), O. Mostade (*)*

() CRA-W*

*(**) CRA-W – contrats divers*

La mise en place du système qualité est entrée dans sa dernière phase : l'audit initial mené par Beltest s'est déroulé en février 2004. Le rapport d'audit est très positif et les auditeurs ont accepté toutes les propositions d'actions correctives. Le certificat d'accréditation pour 3 laboratoires a été attribué fin octobre 2004. Le laboratoire biomasse : pouvoir calorifique supérieur dans les biocombustibles solides et les charbons de bois, analyse sommaire des biocombustibles solides et des charbons de bois. Le laboratoire pulvérisateur : répartition transversale des buses de pulvérisation,

vérification des capteurs et manomètres de pression. Le laboratoire engrais : granulométrie par tamisage des particules d'engrais, masse volumique des particules d'engrais après et/ou sans tassement, angle de talus d'éboulement (30°-40°) et fluidité des particules d'engrais. Le travail d'accréditation et la reconnaissance internationale ainsi obtenus sont le fruit d'un effort et d'une implication remarquables du personnel scientifique, technique et administratif du Département et des responsables du Bureau d'Assurance Qualité du CRA-W.

Publications

Publications scientifiques avec jury de lecture

DELARTE J., M.L. FAUCONNIER, P. JACQUES, K. MATSUI, P. THONART et M. MARLIER. [2003]. Optimisation of expression and immobilized metal ion affinity chromatographic purification of recombinant (His)₆-tagged cytochrome P450 hydroperoxide lyase in *Escherichia coli*. *J. Chrom. B* **786**, 229-236.

HUYGHEBAERT B., MOSTADE O., SAWA J. [2004]. EU Management of the Plant Protection Pesticides. TEKA (vol. IV), Commission of motorization and power industry in agriculture. P. 75-82.

HUYGHEBAERT B., MOSTADE O., SAWA J. [2004]. Management of empty pesticides containers. TEKA (vol. III), Commission of motorization and power industry in agriculture. P. 117-126.

MISERQUE O., OESTGES O., SAWA J. [2003] Grass harvesting systems in wallonia. TEKA Commission of motorization and power industry in agriculture Vol IV pp 127-135.

MISERQUE O., PIRARD E. [2004] Segregation of the bulk blend fertilizers. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. Elsevier- 10 p.

NOEL S., HUYGHEBAERT B. [2004]. Study of potato sprout inhibitor treatments with chlorpropham (or CIPC). En cours de publication dans TEKA, Commission of motorization and power industry in agriculture.

NOEL S., HUYGHEBAERT B., PIGEON O., WEICKMANS B. MOSTADE O. [2004]. Study of potato sprout inhibitor treatments with chlorpropham (or CIPC). Aspects of applied Biology 71. 65-73.

SCHENKEL Y., TEMMERMAN M., MARCHAL D., SCHAAR C. [2004]. Une analyse comparative de l'impact sur l'emploi d'une installation de chauffage au bois. BASE (à paraître), 20 p.

VAN BELLE J.F., TEMMERMAN M., SCHENKEL Y. [2003]. Three level procurement of forest residues for power plant. *Biomass and Bioenergy*, **24**, 401-409.

Publications techniques et de vulgarisation

CREHAY R., MARCHAL D. [2004]. Filière bois-énergie : les ressources cachées des forêts wallonnes. *Le Réactif*, **40**, 12-13.

CREHAY R. & MARCHAL D. [2004]. Le chauffage au bois pour les particuliers. Ministère de la Région wallonne, DGTRE- Division de l'Energie. 68p.

DE VOS B., GRUOIS C., LOYEN S., QUIVY V., VAN DER AA B., VAN SLYCKEN J., VITLOX O., Opportunités et modalités de sylviculture de l'éraable sycomore (*Acer pseudoplatanus* L.), revue Park et réserve.

HUYGHEBAERT B., MOSTADE O., DEDONCKER F. [2004]. Sécurité de l'applicateur lors de l'utilisation des pesticides. *Fiwap Info* n°81. P. 18-23.

HUYGHEBAERT B., MOSTADE O., NOEL S. [2004]. Buses de pulvérisation en culture de pommes de terre – Couverture optimale et dérive limitée. *Fiwap Info* n°79. P. 28-31.

LOYEN S., POLLART J-F, PIERARD J-P, poster de vulgarisation sur la Mesure de la compaction des sols ; Terre wallonne – humains admis, le 16 avril 2004, Liège ; Ploegloos boeren, le 8 septembre 2004, Kruishoutem ; Erosiebeperkende machines, le 9 septembre 2004, Waalshoutem

LOYEN S., POLLART J-F, PIERARD J-P, le banc d'essais de pneumatiques, Journée d'étude organisée par le VERBAND, Association agricole luxembourgeoise, octobre 2004

LOYEN S., MISERQUE O., OESTGES O., Problématique de la compaction des sols par les pneumatiques, Livre blanc, septembre 2004, Gembloux

MARCHAL D. [2003]. Le bois-énergie, façon APROVALBOIS. *Silva Belgica*, **110**, 1, 42-44.

MARCHAL D. [2003]. Les granulés de bois (1ère partie). *Silva Belgica*, **110**, 2, 56-58.

MARCHAL D. [2003]. Les granulés de bois (2ème partie) : les appareils de chauffage. *Silva Belgica*, **110**, 3, 50-52.

MARCHAL D. [2003]. Les voies de chemin de fer en Wallonie : un potentiel bois-énergie ? *Silva Belgica*, **110**, 4, 54-55.

MARCHAL D. [2003]. Bioenergy 2003 : la Finlande énergétique. *Silva Belgica*, **110**, 5, 48-49.

MARCHAL D. [2003]. Production à grande échelle de plaquettes forestières en Finlande. *Silva Belgica*, **110**, 6, 52-53.

MARCHAL D. [2004]. Des primes pour le chauffage au bois en Wallonie. *Silva Belgica*, **111**, 1, 56-58.

MARCHAL D. [2004]. Une conférence européenne pour les pellets. *Silva Belgica*, **111**, 2, 54-55.

MARCHAL D. [2004]. Les inventaires bois-énergie, pour quoi faire ? *Silva Belgica*, **111**, 3, 48-49.

MARCHAL D. [2004]. La cogénération à partir de bois. *Silva Belgica*, **111**, 4, 48-49.

MARCHAL D. [2004]. Deux Facilitateurs pour le bois-énergie en Wallonie. *Silva Belgica*, **111**, 5, 47-49.

MARCHAL D., CREHAY R. [2003]. Le chauffage au bois dans l'habitat : situation et tendances. *Renouveau*, **4**, 10-12.

MISERQUE O., BREUSE D., OESTGES O. [2003] Synthèse des tests sur la mécanisation de la récolte des chichorées industrielles. Le betteravier numéro spécial octobre 2003 pp 9-10.

MISERQUE O., BREUSE D., OESTGES O. [2004] La réduction de la tare en chichorées. Le betteravier octobre 2004 pp 15-16.

MISERQUE O., OESTGES O. [2004] Les pneumatiques : la recherche du meilleur compromis. Exposé présenté lors de la 70ième foire de Libramont à la journée d'information des vendeurs réparateurs de matériel agricole et horticole. 7p

MISERQUE O., OESTGES O., BRUART J. [2004] L'épandage des mélanges d'engrais : risques et solutions. Exposé présenté lors de la 70ième foire de Libramont à la journée d'information des entrepreneurs de travaux agricoles. 13p. MOSTADE O., HUYGHEBAERT B., NOEL S., DEDONCKER F. [2004]. Poster de vulgarisation sur les paramètres de qualité des buses de pulvérisation. Journées de démonstration Houtain le Val – Bayer Crop Sciences, juin 2004

MOSTADE O., HUYGHEBAERT B., NOEL S., DEDONCKER F. [2004]. Poster de vulgarisation sur les buses de pulvérisation anti-dérive. Journées de démonstration Houtain le Val – Bayer Crop Sciences, juin 2004

MOSTADE O., HUYGHEBAERT B., NOEL S., DEDONCKER F. [2004]. Poster de vulgarisation sur les buses de pulvérisation, leur entretien et leur contrôle. Journées de démonstration Houtain le Val – Bayer Crop Sciences, juin 2004

NOEL S. [2004]. Antigerminatif au stockage et en conservation. Le Sillon belge, 3128. 14 mai 2004. 10pp.

NOEL S. [2004]. Poster de vulgarisation sur le traitement antigerminatif au stockage et en conservation de pomme de terre. Foire International de Libramont, juillet 2004.

NOEL S. [2004]. Poster de vulgarisation sur le traitement antigerminatif au stockage et en conservation de pomme de terre. Ploegloos boeren Demonstratie dagen, 8 septembre 2004.

NOEL S. [2004]. Poster de vulgarisation sur le traitement antigerminatif au stockage et en conservation de pomme de terre. Lanbouw Demonstratie dagen, 9 septembre 2004.

NOEL S., HUYGHEBAERT B. [2003]. Synthèse des résultats de la recherche appliquée et des activités de vulgarisation réalisées en 2002 en Belgique, partie 3 : Etude de l'hétérogénéité de l'application du CIPC. CAP. 37-43.

NOEL S., HUYGHEBAERT B. [2003]. Pommes de terre : Recherche et vulgarisation en 2002 en Belgique : Etude de l'hétérogénéité de l'application du CIPC. CAP. 76-82.

OESTGES O., MISERQUE O. [2004] Tendances et nouveautés en mécanisation agricole. En avant première d'Agribex 2004. Sillon Belge 6 février pp 44-48.

OESTGES O., MISERQUE O. [2004] Nouvelles technologies et agriculture de précision. Catalogue officiel Agribex 2004 - pp 40-41.

SCHENKEL Y., MISERQUE O., TEMMERMAN M., FLABA J. [2004]. Agriculture et mécanisation agricole au service de la collectivité. COTE, FEDAGRIM, 4p.

TEMMERMAN M., RABIER F. [2004]. Measure of the particle density of pellets and briquettes, Best Practice Guidelines

TEMMERMAN M., RABIER F. [2004]. Measure of the Durability of pellets and briquettes, Best Practice Guidelines

Conférences

BRAEKMAN P., HUYGHEBAERT B., SONCK B. [2004]. The Belgian way of organising a compulsory inspection of sprayers. SPISE, Braunschweig, Germany. 6 pp.

J. DELCARTE, M. TEMMERMAN, E. DELCARTE, Y. SCHENKEL [2004]. Fresh bamboo / wood chips cocombustion. 2nd World conference and technology exhibition on biomass for energy, industry and climate protection, Rome, 10-14 mai.

J. GOOD, T. NUSSBAUMER, J. DELCARTE, Y. SCHENKEL [2004]. Methods for efficiency determination for biomass heating plants and influence of operation mode on plant efficiency. 2nd World conference and technology exhibition on biomass for energy, industry and climate protection, Rome, 10-14 mai.

HUYGHEBAERT B., BOLLY G., MOSTADE O., SAWA J. [2004]. Wst pne badania porównawcze rozpylaczy „anty-dryfowych” (Comparative study of anti-drift nozzles wear). Conférence International de Génie rural de Zakopane (Pologne), février 2004. En cours de publication. 6pp.

HUYGHEBAERT B., GANZELMEIER H., MOSTADE O., BRAEKMAN P. [2004]. Mutual recognition between Germany and Belgium. SPISE, Braunschweig, Germany. 3 pp.

HUYGHEBAERT B., MOSTADE O., BRAEKMAN P. [2004]. Overview of the Sprayer Inspection in Belgium. SPISE, Braunschweig, Germany. 5 pp.

HUYGHEBAERT B., MOSTADE O., PIGEON O., GALOUX M. [2004]. Rinçage et élimination des emballages de produits phytosanitaires. AFPP – colloque mieux traiter. 10 et 11 mars 2004. 8 pp.

HUYGHEBAERT B., MOSTADE O., SAWA J. [2003]. EU Management of the Plant Protection Pesticides. Conférence MOTROL [2003]. Kiev (Ukraine). 21-23 mai. 7 pp.

HUYGHEBAERT B., MOSTADE O., SAWA J. [2003]. Management of empty pesticides containers. Conférence MOTROL 2003. Kiev (Ukraine). 21-23 mai. 7 pp.

LOYEN S., Structure du sol sous différents mode de travail et de préparation du terrain, janvier 2003, conférence pour les CETA, Liège

LOYEN S., Mesure de la résistance des sols à l'érosion, novembre 2003, conférence pour les CETA, Liège

LOYEN S., Problématique de la compaction des sols par les pneumatiques, septembre 2004, Livre blanc, Gembloux

LOYEN S., Tire Traction, novembre 2004, Goodyear training courses, Gembloux

LOYEN S., Engine fuel consumption, novembre 2004, Goodyear training courses, Gembloux

LOYEN S., Tire soil compaction, novembre 2004, Goodyear training courses, Gembloux

LOYEN S., Analyse pénétrométrique de la compacité des sols en Forêt de Soignes et suivi des essais de travail du sol, décembre 2004, Colloque Régénération naturelle du hêtre, Bruxelles

MARCHAL D. [2003]. Le bois-énergie : vers une diversification de la forêt ? *Actes du Xlle Congrès forestier mondial*, Québec (Canada), 21-28 septembre 2003, Domaine A, 78.

MARCHAL D., LACK N. [2003]. The "Biomass logistics" project. *Proceedings of Bioenergy2003, International Nordic Bioenergy Conference*, Jyväskylä (Finland), 2-5 September 2003, 262-264.

MARCHAL D., RYCKMANS Y., JOSSART J.-M. [2004]. Fossil CO₂ emissions and strategies to develop pellet's chain in Belgium. *Proceedings of European Pellets Conference 2004*, Wels (Austria), 3-4 March 2004, 346.



MARCHAL D., SCHENKEL Y. [2003]. Wood waste : evaluation in Wallonia (Belgium). *Proceedings of Bioenergy2003, International Nordic Bioenergy Conference*, Jyväskylä (Finland), 2-5 September 2003, 207-209.

MARCHAL D., SCHENKEL Y. [2004]. FARR-Wal : agriculture and renewable resources chains in Wallonia. *Biomass and Agriculture : sustainability, markets and policies*, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development, 301-305.

MARCHAL D., VANDER STRICHT D., BAUDOIN J.-G., JOSSART J.-M., LECOCQ C., NOVAK M.H. [2004]. Renewable resources for non-food processes : initiatives to develop the role of agriculture in Wallonia (Belgium). *2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection*, Rome (Italy), 10-14 May 2004, (in press).

MISERQUE O., OESTGES O., BRUART J. [2003]

The spreading of the bulk blends with a large working width spreader. Exposé présenté aux Rencontres Internationales de l'AFCOME, Strasbourg – France novembre, 1 p.

MISERQUE O., OESTGES O., STILMANT D., LUXEN P. [2003]

Synthèse des essais de faucheuses conditionneuses. Exposé présenté à la journée actualité fourrages 2002 à Libramont. Le Sillon Belge du 21 mars. 11p.

MOSTADE O., BOLLY G., HUYGHEBAERT B., MISERQUE O., NOEL S. [2004]. Paramètres de qualité liés aux buses de pulvérisation. AFPP – colloque mieux traiter. 10 et 11 mars 2004. 8 pp.

MOSTADE O., HUYGHEBAERT B. [2004]. Les buses de pulvérisation – le point sur les buses dites anti-dérive. Bayer Crop Sciences – juin 2004

MOSTADE O., HUYGHEBAERT B., MISERQUE O., NOEL S. [2004]. Parameters to consider for the implementation of systematic inspection of sprayers. SPiSE, Braunschweig, Germany. 9 pp.

MOSTADE O., HUYGHEBAERT B., NOEL S., MISERQUE O. [2003]. Inspection of air assisted sprayers for Bush and tree crops – test method used in Belgium. Spray application Techniques in fruit Growing. Cuneo – Italy. 69-74

NOEL S. [2003]. The heterogeneity of sprout inhibitor application with chlorpropham: 55th International Symposium on Crop Protection (Université de Gand).

NOEL S. [2003]. Le point sur les possibilités de traitements optimaux des pommes de terre avant la mise en stockage, et les traitements complémentaires en cours de stockage. Séminaire national sur la maîtrise et les enjeux de la conservation de la pomme de terre (CAP), Nivelles, 18 décembre, 6pp.

NOEL S. [2004]. Study of potato sprout inhibitor treatments with chlorpropham (or CIPC). :International advances in Pesticide application (AAB). 5-7 janvier - Egham (Angleterre).

NOEL S. et HUYGHEBAERT B. [2004]. Study of potato sprout inhibitor treatments with chlorpropham or CIPC. Poster présenté à la Conférence Internationale de Génie rural de Zakopane (Pologne), février 2004.

NOEL S., HUYGHEBAERT B., PIGEON O., WEICKMANS B. MOSTADE O. [2003]. The heterogeneity of sprout inhibitor application with chlorpropham. *Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University*, 68 (4b). 739-748.

NOWAK J., PRZYSTUPA W., MISERQUE O. [2003] Labour consumption for silage making systems. *Motrol Motoryzacja I energetyka Rolnictwa Tom 5. Lublin* pp 134-138.

RABIER F., TEMMERMAN M., JENSEN P. D., HARTMANN H., BÖHM T., RATHBAUER J., CARRASCO J., FERNANDEZ M. [2004]. Particle density of pellets and briquettes, In Proceedings of the international conference "Standardisation of solid biofuels"; 06-07/10/2004, Leipzig, Allemagne

SAWA J., HUYGHEBAERT B., MOSTADE O. [2004]. Transformation to Sustainable Agriculture – a 10 years overview of the Polish Agriculture. *AgEng Leuven 2004 Engineering the Future*. P.814 – 815.

SCHENKEL Y., CREHAY R. [2003]. Bioenergy policies and tools in Belgium. OECD Workshop "Agriculture and Biomass", Vienna, 10-13 June 2003, 4 p.

SCHENKEL Y., CREHAY R., DELAUNOIS C., SCHUMMER J. [2003]. The agricultural sector and bioenergy production. MOTROL Conference, Kiev, Ukraine, May 2003, 8 p.

SCHENKEL Y., DELAUNOIS C. [2003]. De Waalse wetgeving rond groene warmte. La législation wallonne relative à la chaleur verte, produite à partir de biomasse et de matières organiques. Con-

férence VITO Groene Warmte, 5 p.

TEMMERMAN M., BERRIO-SMITH A., DUBOIS F., SCHENKEL Y. [2004]. Biomass nuts as a new domestic fuel for developing countries, in Proceedings of the 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 10-14/05/2004, Rome, Italy

TEMMERMAN M., RABIER F., JENSEN P. D., HARTMANN H., BÖHM T., GOLSER M., TUOMI S. [2004]. Comparison between two methods for wood pellets durability testing. Proceedings of the European Pellets Conference, 3-4/03/2004, Wels - Austria

TEMMERMAN M., RABIER F., JENSEN P. D., HARTMANN H., BÖHM T., RATHBAUER J., CARRASCO J., FERNANDEZ M. [2004]. Methods for durability and particle density determination of pellets and briquettes, in Proceedings of the 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 10-14/05/2004, Rome, Italy

TEMMERMAN M., RABIER F., JENSEN P. D., HARTMANN H., BÖHM T., RATHBAUER J., CARRASCO J., FERNANDEZ M. [2004]. Durability of pellets and briquettes, In Proceedings of the international conference "Standardisation of solid biofuels"; 06-07/10/2004, Leipzig, Allemagne

Rapports

ANONYME [2003]

Contrôle de l'épandage d'un engrais à l'aide d'un système micro-granulateur – Rapport d'essai. Octobre 2003 – 6p.

ANONYMOUS [2003]. ERA Bioenergy. Belgian Expert Meeting.

Proceedings of the meeting held in Gembloux the 3rd of December 2003. Ministère de la Région wallonne – Centre wallon de Recherches agronomiques. 28 p.

ANONYMOUS [2004]. ERA Bioenergy Strategy – Short term measures to develop the European research area for bioenergy RTD. Publishable final report. March 2004. 101 p.

BERRIO-SMITH A. [2002]. Appui au développement de la filière bioénergétique à Cuba, projet de séchage artificiel de bois d'œuvre au moyen de sous-produits forestiers comme source d'énergie calorifique – Rapport de la phase 1 du projet.

DUBOIS F., BERRIO-SMITH A., TEMMERMAN M. [2003]. Projet d'installation d'une unité de boulets combustibles fabriqués par agglomération à partir de Biomasse au Sénégal (Ross-Béthio) – Rapport de la phase 1 du projet

DUBOIS F., BERRIO-SMITH A., TEMMERMAN M. [2003]. Projet de développement d'une alimentation automatique pour une chaudière à biomasse

DUBOIS F., BERRIO-SMITH A., TEMMERMAN M. [2004]. *Projet d'installation d'une unité de boulets combustibles fabriqués par agglomération à partir de Biomasse au Sénégal (Ross-Béthio)* – Rapport de la phase 2 du projet

GRONLI M., ANTAL M.J., SCHENKEL Y., CREHAY R. [2004]. The Science and Technology of Charcoal Production – PyNe Subject group report.

GRULOIS C., DE MEERSMAN F., LOYEN S., ORFINGER C., QUIVY V., DE VOS B., VAN DER AA B., Rapport intermédiaire du projet Régénération naturelle de la Forêt de Soignes, juin 2003

GRULOIS C., DE MEERSMAN F., LOYEN S., ORFINGER C., QUIVY V., DE VOS B., VAN DER AA B., Rapport final du projet Régénération naturelle de la Forêt de Soignes, décembre 2003

HUYGHEBAERT B., JAEKEN P., NUYTTENS D., HOFKENS S., HUCORNE P., PITTMOVILS I., VANHIESBECQ S., VERSTRAETE A. [2004]. Rapport sur l'étude des moyens de réduction de la dérive. 150 pp.

MARCHAL D., CREHAY R., SCHENKEL Y. [2003]. ERA Bioenergy Strategy : Belgium country report. 15 p.

MARCHAL D., GRULOIS C., VANKERKOVE R. [2003]. *Inventaire des sources de biomasse ligneuse en Région wallonne (pour la production d'énergie)*. Gembloux, Equipe Régionale Biomasse Energie, 63 p.

MISERQUE O., BREUSE D. [2004]

Rapport des essais de validation des tests de semabilité pour les semences de chicorées. 13 p.

MISERQUE O., BREUSE D., OESTGES O. [2003]

Rapport des essais de matériels d'arrachage des chicorées et de nettoyage des chicorées. Récolte 2002 – CAB 34 p.

MISERQUE O., BREUSE D., OESTGES O. [2004]

Rapport des essais de matériels d'arrachage des chicorées et de nettoyage des chicorées. Récolte 2003 – CAB 27 p.

MISERQUE O., OESTGES O., BRUART J. [2004]

L'épandage des mélanges d'engrais en grande largeur. Rapport de recherches – Association Européenne des mélanges d'engrais EBA – 59 p.

MISERQUE O., SCHENKEL Y. [2003]. "Les caractéristiques physiques des particules d'engrais : mesure et influence" - Rapport de recherche, Département Génie rural, SSTC, 67 p.

NOEL S., HUYGHEBAERT B. [2003]. Rapport d'essai 2001-2002 : Etude de l'hétérogénéité des traitements antigerminatifs au chlorprophame (CIPC) sur pommes de terre, CRA. 162 pp.

NOEL S., HUYGHEBAERT B. [2004]. Rapport d'essai 2002-2003 : Etude de l'hétérogénéité des traitements antigerminatifs au chlorprophame (CIPC) sur pommes de terre, CRA. 105 pp.

RABIER F., TEMMERMAN M. [2004]. BioNorm, (Travail pré-normatif sur l'échantillonnage et les tests de biocombustibles solides pour le développement de systèmes d'assurance qualité) – Report on durability and particle density testing, round robin test results and interaction between parameters – En Anglais

RABIER F., TEMMERMAN M. [2003]. BioNorm (Travail pré-normatif sur l'échantillonnage et les tests de biocombustibles solides pour le développement de systèmes d'assurance qualité) – Second year report – En Anglais

RABIER F., TEMMERMAN M. [2003]. BioNorm, (Travail pré-normatif sur l'échantillonnage et les tests de biocombustibles solides pour le développement de systèmes d'assurance qualité) – Mid Term report – En Anglais

RABIER F., TEMMERMAN M. [2003]. BioNorm, (Travail pré-normatif sur l'échantillonnage et les tests de biocombustibles solides pour le développement de systèmes d'assurance qualité) – Report on equipment for Particle density determination of Pellets and briquettes – En Anglais

RABIER F., TEMMERMAN M. [2003]. BioNorm, (Travail pré-normatif sur l'échantillonnage et les tests de biocombustibles solides pour le développement de systèmes d'assurance qualité) – Report on equipment for durability determination of Pellets and Briquettes – En Anglais

RABIER F., TEMMERMAN M. [2004]. BioNorm, (Travail pré-normatif sur l'échantillonnage et les tests de biocombustibles solides pour le développement de systèmes d'assurance qualité) – Final Report – En anglais

SCHENKEL Y., CREHAY R., MARCHAL D. [2004]. Thermonet : Belgium country report for PyNe. 7 p.

SCHENKEL Y., CREHAY R., PANOUTSOU C., SIPILA K., SALOKOSKI P., ÖSTMAN A., SPITZER J., KWANT K. [2003]. Strategy and format for benchmarking of RTD results. In ERA Bioenergy Strategy final report, 20 p.

SCHENKEL Y., MARCHAL D. [2003]. Développement du potentiel de bioénergie à Mayotte. Rapport final pour Grand Angle Environnement, 62 p.

VITLOX O., LOYEN S., Rapport des partenaires scientifiques, projet GREENOTEC, décembre 2003



D6

D é p a r t e m e n t

P R O D U C T I O N S E T
N U T R I T I O N A N I M A L E S

rue de Liroux, 8
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 67 70
fax : +32 (0) 81 61 58 68

e-mail : prodanim@cra.wallonie.be



1. MISSION

• **Recherches sur les paramètres nutritionnels susceptibles d'améliorer la qualité et l'impact santé des produits finis et de diminuer les rejets dans l'environnement**

• **Recherches sur la valorisation des produits et sous-produits de la ferme en alimentation animale**

• **Recherches sur les modes de conduite des troupeaux et sur le bien-être animal**

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

2 statutaires et 8 contractuels

2.1. Chef de Département

N. Bartiaux-Thill, *Inspecteur général scientifique*

2.2. Scientifiques

C. Bauraind, *Attachée scientifique du 1er avril au 31 mai 2004 (RW, DGA)*

L. Delbouille, *Attachée scientifique jusqu'au 25 juin 2004*

J. Fabry, *Chef de section jusqu'au 31 août 2003*

X. Frand, *Attaché scientifique jusqu'au 31 janvier 2004 (RW, DGA)*

E. Froidmont, *Attaché scientifique*

F. Pilette, *Attaché scientifique jusqu'au 5 mars 2004 (RW, DGA)*

P. Rondia, *Attaché scientifique (RW, DGA)*

Ph. Saive, *Attaché scientifique*

J. Wavreille, *Attaché scientifique*

3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES OU COMITÉS NATIONAUX OU RÉGIONAUX

– Centre agricole, Fourrages Mieux, RW- DGA
 – Filière Porcine Wallonne asbl (FPW) agréée en tant que Conseil de Filière – membre du Conseil d'Administration et secrétaire-trésorier – *membre du Comité scientifique et technique et des groupes de travail : Génétique, santé animale et alimentation ; Bâtiments et équipements ; Economie, Environnement*
 – Filière Viande Bovine Wallonne (FVBW)
 – membre du Conseil d'Administration (représentant du secteur scientifique)
 – Fédération Interprofessionnelle Caprine et Ovine Wallonne (FICOW) – membre effectif et membre de la Commission de recherche – *présidence de la Commission laitière*
 – Commission « Porc de Qualité Différenciée » : membre de la Commission scientifique dans le cadre du PDR
 – Commission raciale « ovin laitier » de l'Association Wallonne des Eleveurs d'Ovins et Caprins (AWEOC) – *coordinateur et secrétaire de la commission*
 – Commission consultative scientifique pour les produits agro-alimentaires – membre suppléant et membre des Comités scientifiques « volaille » et « porcs »

– Cluster Nutrition (Interfaces : Universités – *Industries, Professionnels Nutrition – Santé*) – *membre*
 – Association pour la Promotion des Protéagineux et Oléagineux (APPO) – *membre effectif*
 – Commission d'Éthique en Expérimentation animale CRA-W : FUSAGx : FUNDP – *vice-présidence*
 – Comité scientifique de la revue scientifique BASE (Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement)
 – Plateforme régionale d'Observation de la Santé Mammaire (OSaM) – *membre fondateur*

4. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX

– Fédération Européenne de Zootechnie (FEZ)
 – Commissions : Production bovine, production porcine, physiologie animale
 – Association Française de Zootechnie (AFZ) – *membre effectif*
 – Association Française de la Production Fourragère (AFPF) – *membre*
 – Association Européenne des Protéagineux (AEP) – *membre effectif (en tant qu'organisation/entreprise)*
 – European Society for Agricultural and Food Ethics (Eurafe) – *membre*

5. THÉMATIQUES DES RECHERCHES

L'élevage du XXI^{ème} siècle doit produire des denrées alimentaires saines, tout en préservant l'environnement et en satisfaisant aux exigences économiques et sociales des producteurs.

C'est sur ces critères de bénéfice concret pour la pratique, de protection de l'environnement et de qualité des produits que se fondent nos activités de recherches, dont les retombées sont perceptibles pour l'ensemble de la société.

Etre au service de l'agriculture et de la société signifie pour les chercheurs du Département d'avoir une implication forte dans les filières agricoles et d'être en contact avec les producteurs et tous les acteurs de la chaîne agro-alimentaire ; cela suppose aussi des partenariats divers qu'ils soient scientifiques, économiques et sociaux.

Il convient de souligner que les productions animales en Wallonie, ainsi que dans l'ensemble de la Belgique, constituent un secteur important de l'économie agricole, puisqu'à elles seules, elles assurent quelque 61 % de la production agricole finale. Aujourd'hui, ce secteur, pour rester compétitif, est amené à se diversifier aux niveaux des spéculations, des techniques de production et des modes de valorisation. Il doit intégrer diverses problématiques telle la qualité et le bénéfice-santé des produits, le respect de l'environnement, la prise en compte du

bien-être animal et cela, dans le contexte de la révision de la PAC et de l'ouverture des marchés.

Afin de rencontrer les attentes multiples du secteur et de la société, les recherches du Département sont entreprises sous 5 grandes thématiques, dont vous trouverez, ci-après, les objectifs.

1. Modes de conduite et de gestion des troupeaux

– Expérimenter de nouveaux modes de conduite – non traditionnels – souvent à valeur ajoutée importante – permet de diversifier les productions.
 – Optimiser la gestion des troupeaux via des actes techniques adéquats, grâce à des outils d'aide à la décision (ex. l'urée du lait en tant qu'indicateur de la gestion du troupeau laitier) afin d'augmenter la compétitivité de nos élevages et le confort de l'éleveur

2. Valorisation de ressources fourragères locales en alimentation animale

L'alimentation du bétail constitue un poste important (> 60 %) dans les coûts de production.

Utiliser et optimiser la valorisation des fourrages produits à la ferme assure :

- une diminution des coûts de l'alimentation
- une meilleure traçabilité des filières
- une gestion judicieuse et durable du système « plante – animal »

3. Digestion des nutriments dans une optique de durabilité

Réduire les rejets dans l'environnement (particulièrement en azote) est possible :

- en augmentant la digestion des nutriments (recours aux enzymes)
- en utilisant judicieusement les AA libres même chez les ruminants

4. Qualité des produits, sécurité des modes de production et santé humaine

- Produire des denrées naturellement riches en certains composants utiles à la santé, de haute valeur nutritionnelle.
- Adapter et parfaire les matières premières afin de rencontrer les attentes de l'agro-industrie.

5. Bien-être animal et éthique de modes de production

Mettre au point des itinéraires techniques qui assurent le bien-être de l'animal et le confort de l'éleveur.
 Favoriser le dialogue science/société, poser un questionnement éthique quant aux systèmes de production existants.

6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES

6.1. Modes de conduite et de gestion des troupeaux

L'élevage du porc en plein air

Wavreille J., Pilette F., Bauraind C., Bartiaux-Thill N.

Au terme du projet RW, DGA « Le porc plein air : alternative pour une production différenciée », 23 exploitations wallonnes produisent des porcs en plein air. La production plein air est orientée en élevage principalement, à l'image des motivations premières de développement de cette technique alternative : 805 truies sont détenues en plein air ce qui représente plus de 3% des truies wallonnes. Mille cent cinquante cinq places d'engraissement sont installées et l'activité d'engraissement s'étend sous la houlette de la coopérative Porc Qualité Ardenne qui commercialise, avec l'agrément EQWALIS (marque collective wallonne), un nouveau produit en grandes surfaces : 'Le porc plein air'.

Le système plein air demande peu d'investissements d'installation et convient aussi bien à une exploitation familiale qu'à un atelier de plus grande taille ; le seul facteur vraiment limitant étant la disponibilité en prairies. Le **coût d'installation d'une place truie** a été chiffré à 700 € contre 3.500 € en bâtiment. Le prix de revient du porcelet au sevrage s'élève, en première année d'amortissement, à 36 € pour 18 porcelets sevrés annuellement mais tombe à 21€ pour 22 porcelets sevrés au terme des 15 années d'amortissement du local d'insémination aménagé. L'investissement pour une place de porc charcutier est chiffré à 143 € alors qu'il s'élève à 250 € en bâtiment. Le prix de revient d'un porc charcutier de 125 kg de poids vif est établi à 140 € en première année d'amortissement.

Dans les exploitations, les truies Duna et France Hybride représentent plus de 80% du cheptel des truies et permettent de réaliser les meilleures performances d'élevage, respectivement 9,0 et 8,7 porcelets sevrés par portée.

Au Département, les résultats de la **comparaison plein air versus bâtiment** confirment, en seconde année, les valeurs attendues, à savoir, 1 porcelet sevré en moins par portée en plein air. Concernant les types génétiques étudiés, la truie Landrace Belge réalise des performances inférieures à la truie Scapaag, respectivement 7,8 et 8,8 porcelets sevrés par portée. Le nombre de porcelets sevrés annuellement par truie est toutefois peu différent, respectivement 18,4 pour la Landrace Belge et 19,1 pour la Scapaag. La préférence reste ainsi à la truie Duna, généralement conseillée aux candidats producteurs. Elle permettait, dans des essais précédents, de sevrer 22 porcelets annuellement.

Le post-sevrage en plein air réalise des performances comparables à celles obtenues en bâtiment. Une cabane similaire à celle utilisée en engraissement convient.

Les **performances d'engraissement** en exploitations peuvent être très appréciables: GQM supérieur à 800 g/j et indice de consommation inférieur à 3. L'introduction de graines de lin extrudées améliore la qualité nutritionnelle de la viande de porcs engraisés en plein air, sans altérer les performances zootechniques. La formulation engendre, cependant, un coût supplémentaire de 2,95 € par tonne d'aliment. La substitution du tourteau de soja par un mélange pois-colza, en finition du porc à l'engraissement, peut être réalisée (GQM et IC améliorés), d'autant que la formulation a permis une économie de 2,5 € à la tonne.

De manière générale, **le porc plein air constitue une alternative pour le développement de la production porcine en Wallonie**. Le porc plein air explore une niche de qualité qui permet de s'enraciner dans une production durable. Les agriculteurs trouvent au travers du porc de plein air, une diversification accessible sans de trop lourds investissements. Plusieurs filières se sont développées, telles « Le Porc du Pays des Collines », « Le Porc des Prairies d'Ardenne », « Le Porc Plein Air » et le « Porc Bio ». Sous la pression actuelle des pays producteurs de porcs bon marché et de la libéralisation inéluctable du commerce mondial, **le porc de plein air doit s'articuler sur une image forte de naturalité et de terroir qui constitue une échappatoire pour conquérir de nouveaux marchés**.

Evaluation de la nécessité d'une injection de fer à des porcelets nés et élevés en plein air

J. Wavreille, F. Pilette, L. Mandelaire*, N. Bartiaux-Thill

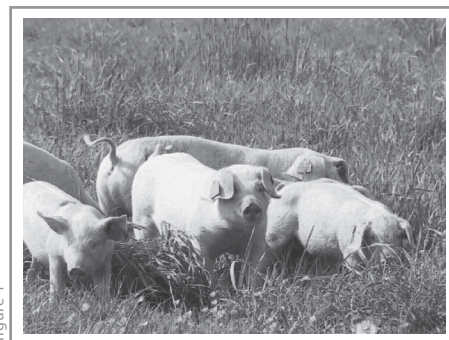


figure 1

Les techniciens actifs en production porcine, imprégnés des techniques mises en œuvre en bâtiment, recommandent généralement les mêmes opérations prophylactiques aux éleveurs de porcs en plein air, telle l'injection de fer aux porcelets âgés de 3 jours. Une étude a été réalisée pour déterminer l'utilité ou non d'une injection de fer-dextran à des porcelets nés en plein air et de déterminer l'effet de l'injection de fer à 3 jours ou à 12 jours sur les performances zootechniques et le taux d'hémoglobine des porcelets. Aucun porcelet ne présente de signes d'anémie en cours d'expérience et les teneurs en hémoglobine sont toutes supérieures au minimum requis de 6 g/dl. A

21 jours d'âge, le taux d'hémoglobine moyen n'est pas significativement différent entre les porcelets ne recevant pas de fer (16,1 g/dl) et leurs homologues recevant du fer. Pour ces derniers, le taux d'hémoglobine est significativement inférieur pour les porcelets traités à 12 jours d'âge par rapport à ceux traités à 3 jours d'âge, respectivement 15,0 g/dl et 16,7 g/dl. A 28 jours d'âge, aucune différence significative n'est mise en évidence pour le taux d'hémoglobine. De même, l'injection de fer, qu'elle soit pratiquée à 3 ou à 12 jours d'âge ne permet pas aux porcelets de réaliser un GQM supérieur à leurs homologues ne recevant pas de fer. En effet, aucune différence significative entre traitements n'est mise en évidence pour le GQM entre 3 et 28 jours d'âge. Au cours des 45 jours de post-sevrage qui suivent, les résultats sont similaires puisque le GQM est non significativement différent entre les trois modalités de traitements.

Nos résultats permettent de confirmer que l'absence d'injection de fer dextran aux porcelets nés et élevés en plein air (Brown et al. 1996, Kleinbeck et McGlone 1999, Delbor et al. 2000 et Gueguen et al. 2002) n'altère pas les performances en période d'allaitement ou de post-sevrage

*Institut Supérieur Provincial d'Agronomie de Ciney

Influence du mode de conduite des truies, plein air versus bâtiment sur le profil en acides gras du lait

J. Wavreille, F. Pilette, F. Dehareng*, N. Bartiaux-Thill



figure 2

Alors que le lait maternel est le premier aliment des porcelets, peu de recherches se sont intéressées au profil en acides gras de la matière grasse du lait de truie et encore moins de l'influence du mode de production. Dix-huit truies sont nourries avec un même aliment standard et conduites pour moitié en porcherie sur litière paillée et en plein air sur des parcours herbeux. Les truies sont traitées manuellement le jour du sevrage des porcelets. L'analyse du profil en acides gras montre



que le lait de truies présente une très faible proportion d'acides gras courts - C4, C6, C8, C10 - et moyens - C12, C14, C18 - par rapport à un lait de vache. Le lait de truie est riche en acides gras insaturés, tant en porcherie qu'en plein air, respectivement 59,6 % et 61,2 %. Les conformations cis *versus* trans sont très bien représentées : la proportion cumulée de C16:1 cis, C18:1 cis9, C18:2 c9c12 et C18:3 c9c12c15 atteint plus de 55 %. La proportion d'acide linoléique est significativement plus élevée dans le lait de plein air (2,53 %) par rapport au lait de porcherie (2,08 %) suite à l'ingestion d'herbe lors du pâturage en plein air. Le rapport omega-6 / omega-3 est significativement plus faible pour le lait de plein air. De même, le lait de plein air est significativement plus riche en acide linoléique conjugué : 0,13 % pour 0,09 % en porcherie. Par rapport à un lait de vache, le lait de truie est caractérisé par des acides gras davantage insaturés, proportionnellement plus longs et préférentiellement de conformation cis. Nos résultats permettent d'étayer l'influence positive du pâturage des truies sur la qualité du lait.

* CRA-W, Département Qualité des Productions agricoles

L'élevage de brebis laitières en Wallonie

P. Rondia, Ch. Delmotte*, N. Bartiaux-Thill

En Wallonie, la spéculation ovine laitière est l'objet d'un intérêt grandissant de la part de producteurs et de transformateurs. Pourtant, l'élevage du mouton laitier n'a fait l'objet d'aucune étude approfondie récente. Ce manque d'informations sur les spécificités de cette spéculation est d'autant plus regrettable que nous disposons d'une race laitière, figurant parmi les races locales menacées, qui pourrait être nettement mieux valorisée : le Mouton Laitier Belge. De plus, l'élevage de brebis laitières, bénéficiant auprès du consommateur d'une image de tradition, d'authenticité et de terroir, pourrait constituer un moyen de diversification intéressant des productions animales wallonnes.

L'objectif principal du projet est d'établir un référentiel de données axées sur la spécificité et la technicité de l'élevage d'ovins laitiers en Région wallonne. Sa mise en œuvre a impliqué non seulement la mesure des performances zootechniques (production laitière) et d'élevage (reproduction) des brebis mais également la caractérisation des techniques d'élevage spécifiques de cette spéculation.

Cette étude, impossible à mener en station, s'est opérée en milieu réel auprès de deux élevages afin d'obtenir une image conforme à la diversité des situations rencontrées sur le territoire wallon. Ces deux exploitations ont chacune leur propre mode de conduite : l'une a comme finalité la production de lait et d'agneaux de boucherie tandis que l'autre vise exclusivement la production laitière. Elles sont situées dans des régions agro-écologiques distinctes, la première en

Hesbaye et la seconde en Ardenne. La détermination des performances zootechniques des brebis laitières, tant quantitative (production laitière) que qualitative (taux de matières utiles et dénombrement des cellules somatiques), a nécessité la mise en place du contrôle laitier officiel (CLO) dans les exploitations partenaires. Par rapport aux multipares, les primipares présentent une durée d'allaitement plus longue et une durée de lactation plus courte (tableau 1).

Les analyses bactériologiques montrent que le lait de tank produit dans les deux exploitations répond aux normes en vigueur. Les infections mammaires des petits ruminants se distinguent principalement de celles des bovins par leur étiologie et une moindre incidence moyenne des cas cliniques. En effet, le taux annuel de cas cliniques en élevage ovin ne dépasse pas 5% des animaux, valeur notablement inférieure à celle observée chez la vache laitière. Toutefois, la numération

figure 1 : Evolutions de la production laitière (PL) et des taux butyreux (TB) et protéique (TP) du lait au cours de la saison de production

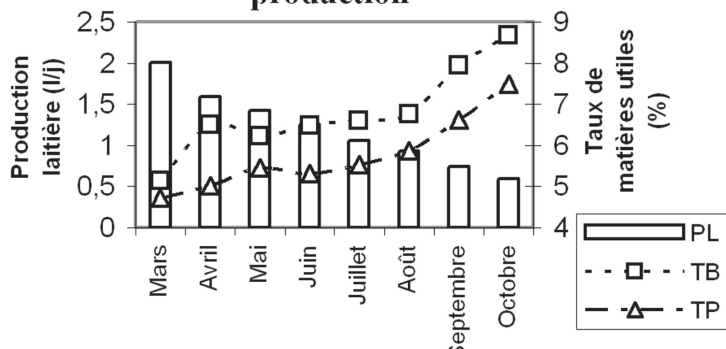


figure 1

Performances des primipares et multipares

Paramètres	Primipares	Multipares
Durée d'allaitement (jours)	33	18
Durée de lactation (jours)	142	208
Production laitière (litres)	140	259
Production journalière (L/j)	0,96	1,24
Taux matières grasses (%)	6,53	6,67
Taux protéique (%)	5,76	5,60

tableau 1

L'évolution de la production laitière est présentée à la figure 1. La quantité de lait produit journalièrement diminue avec l'avancement de la saison de production : elle est de 2 litres par brebis en mars et de 0.6 litre en octobre. Parallèlement, les taux protéique et butyreux augmentent sensiblement pour atteindre respectivement plus de 7 et 9 % en fin de saison. Le lait devient donc de plus en plus riche au cours de l'avancement de la lactation des animaux. Toutefois, un phénomène de concentration des matières utiles dans le lait, lié au faible niveau de production des animaux en fin de lactation, est responsable de la hausse sensible de teneurs, observée à partir du mois d'août. L'absence de pic de lactation sur le graphique s'explique par une mise à la traite progressive des brebis mais aussi parce que ce pic survient relativement tôt, environ 3 à 4 semaines après la mise bas en période d'allaitement. Les taux protéique et butyreux suivent une évolution similaire au cours de la lactation avec, toutefois, une fluctuation plus marquée en faveur du taux butyreux.

cellulaire (CCS) chez une brebis saine est nettement plus élevée que chez la vache puisque des comptages se situant entre 500 000 et 1 000 000 de cellules/ml sont généralement considérés comme normaux. Nous avons constaté que les numérations cellulaires augmentent avec le rang et le stade de lactation. L'augmentation des numérations cellulaires en fin de lactation semble toutefois résulter principalement d'un phénomène de concentration lié à la diminution de la production laitière. Environ 70% du cheptel ont un CCS inférieur à 500 000 cellules et contribuent au CCS total à concurrence de 10% alors que 20% du cheptel sont responsables de plus de 80% du CCS total.

* DGA, Direction du Développement et de la Vulgarisation

6.2. Valorisation des ressources fourragères locales en alimentation animale

La valorisation du lupin dans l'alimentation animale est étudiée depuis l'année 2000 au CRA-W dans le but d'une meilleure autonomie en protéines végétales, gage d'une moindre dépendance de l'Europe envers les marchés américains, d'une traçabilité complète de nos productions animales et d'une alimentation du bétail exempte d'OGM. Les études visent à évaluer la valeur nutritionnelle de cette légumineuse pour plusieurs espèces, comme la vache laitière, le taurillon, le porc et la volaille ainsi que d'estimer l'efficacité de



divers traitements (enzymatique, mécanique, physico-thermique) en vue d'optimiser sa valorisation par l'animal.

Utilisation du lupin en substitution totale du tourteau de soja dans l'alimentation des vaches laitières hautes productrices

E. Froidmont, N. Bartiaux-Thill

Six vaches Holstein ont reçu 3 régimes iso-N selon un dispositif expérimental en carré latin. Le tourteau de soja de la ration témoin (4 kg/j) a été remplacé sur base azotée par 6,1 kg/j de lupin (*Lupinus albus*, var. Lublanc - ration lupin) et un mélange de 3,1 kg/j de lupin et 4,1 kg/j de pois (ration lupin + pois). Les autres constituants de la ration étaient inchangés.

Influence de la source de protéines sur les paramètres de la production laitière, sur l'efficacité alimentaire de la ration et le poids des vaches

	Source de protéines			ESM	P
	Tourteau de soja	Lupin	Lupin + Pois		
Paramètres de production					
Production, L/j	34,2 ^a	35,7 ^b	34,7 ^a	0,15	0,001
Production standard, L/j	31,8	31,8	31,4	0,18	0,616
Taux butyreux, %	3,52 ^a	3,21 ^b	3,34 ^{ab}	0,03	0,001
Taux protéique, %	3,18	3,16	3,18	0,01	0,602
Matières grasses, g/j	1186	1121	1127	11,89	0,077
Protéines, g/j	1081 ^a	1124 ^b	1100 ^{ab}	4,96	0,004
Urée, mg/L	403 ^{ab}	416 ^a	372 ^b	5,07	0,004
Efficacité des protéines ingérées, %	25,74	25,05	25,57	0,12	0,062
Poids début/fin de période, kg	750 ^x / 735 ^y	742 / 743	752 ^x / 742 ^y	0,85	0,001

tableau 2

a b Les valeurs d'une même ligne ne présentant pas un indice similaire différent ($P < 0,05$)
x y Pour un même régime, les valeurs ne présentant pas un indice similaire différent ($P < 0,05$)

Les principaux résultats (tableau 2) montrent que la production de lait standard n'était pas influencée par la source de protéine. Cependant, le taux butyreux du lait chutait avec le régime lupin, ce qui peut traduire un excès de certains acides gras alimentaires, notamment le C18:1 présent en grande concentration dans le lupin blanc. Seuls les animaux recevant le régime lupin maintenaient leur poids vif durant l'essai. L'efficacité des protéines ingérées n'était pas influencée par la source de protéine. Le profil en acides gras du lait était modifié de façon fort similaire à ce qui a été décrit dans le rapport d'activités 2000-2002. Cet essai montre que la protéine apportée par du lupin grossièrement moulu est aussi bien valorisée par la vache laitière haute productrice que celle du tourteau de soja.

Influence de la substitution totale du tourteau de soja par des graines de lupin ou de pois sur la rétention azotée et les paramètres digestifs chez le taurillon Blanc Bleu Belge culard

E. Froidmont, L. Delbouille, X. Frand, N. Bartiaux-Thill

Quatre taurillons BBBc munis de canules au rumen, au duodénum et à l'iléon ont reçu 3 rations iso-MS selon un schéma expérimental en carré latin 3*3 avec un animal supplémentaire. Les rations ne différaient que par la principale source de protéines, à savoir 16% de tourteau de soja, de lupin ou de pois moulus grossièrement. Les principaux résultats montrent que la part d'N ingérée et retenue par l'animal est similaire pour les régimes 'soja' et 'lupin' (38%) et inférieure avec le régime 'pois' (34%). La moindre valeur azotée du pois s'explique par le fait qu'il apportait 60% de protéines digestibles d'origine alimentaire en moins que le lupin ou le tourteau de soja. Le fait de mouler

est de mélanger le maïs et le lupin dans un même ensilage afin d'apporter un fourrage dont la valeur nutritionnelle est plus équilibrée par rapport aux besoins des animaux et, de ce fait, limiter l'apport de concentré. Pour ce faire, une variété tardive de lupin (*Lupinus albus*, var. Energy) a été plantée à côté d'une variété précoce de maïs (var. Pernel) afin de réaliser la récolte le même jour. L'ensilage mixte était plus riche en protéines que l'ensilage de maïs traditionnel (11,8 vs 6,9%) et présentait un OEB équilibré (0,8 vs -30,0 g/kg MS). L'essai zootechnique consistait à distribuer deux rations de base composées pour 56% d'ensilage de maïs ou d'ensilage mixte maïs / lupin à deux lots homogènes de 9 vaches. Ces rations apportaient une même quantité d'énergie nette et de protéines digestibles dans l'intestin et permettaient une production laitière de 26 L/j. Les vaches à potentiel de production supérieur recevaient un concentré de production en supplément (200 g/0,5 L supplémentaire). L'apport de l'ensilage mixte a permis de réduire de 500 g/j/vache l'apport total de concentré tout en permettant une augmentation significative de la production de lait standard (27,5 vs 25,8 L/j) et sans affecter les taux butyreux et protéiques du lait. Si cette pratique s'avère rentable, elle pourrait être une solution pour améliorer l'autonomie en protéine des exploitations.



Lupin

figure 2

Influence de la substitution du tourteau de soja par du lupin, avec ou sans complément d'α-galactosidase, sur les performances zootechniques du porc charcutier

E. Froidmont, J. Wavreille, N. Bartiaux-Thill

Six lots de 8 porcs ont reçu 3 rations durant toute la période de croissance-engraissement selon un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets. Les rations étaient iso-N et iso-énergétiques et contenaient toutes plus de 70% de froment et soit 15% de tourteau de soja (ration soja), soit 20% de lupin (*Lupinus albus*) en présence (ration Lupin + gal) ou non (ration Lupin) d'α-galactosidase (Novozymes, S. A.).

Valorisation d'un ensilage mixte de maïs et de lupin par des vaches laitières hautes productrices

E. Froidmont, L. Delbouille, N. Bartiaux-Thill

L'ensilage de maïs est reconnu comme une bonne source d'énergie pour les vaches laitières hautes productrices. A l'inverse, le lupin est une plante riche en protéines qui, comme toutes les légumineuses, peut difficilement s'ensiler seule. L'intérêt de l'étude



	R é g i m e s			ESM	P régime
	Tourteau de soja	Lupin	Lupin + gal		
Poids initial, kg	32,4	32,0	32,0	0,18	0,462
Poids final, kg	108,4	106,8	106,9	0,41	0,280
Durée d'engraissement, j	104,3 ^a	122,7 ^b	110,4 ^a	2,06	0,005
GQM, kg/j	0,742 ^a	0,613 ^b	0,684 ^a	0,01	0,001
Ingestion d'aliment, kg/j	2,230 ^a	2,035 ^b	2,130 ^{ab}	0,02	0,040
Indice de consommation	3,080 ^a	3,355 ^b	3,140 ^a	0,01	0,004

tableau 3

Performances zootechniques des animaux selon les régimes

Les résultats montrent que les animaux recevant le régime Lupin + gal réalisaient des performances zootechniques similaires aux lots nourris avec du tourteau de soja alors que les performances des animaux recevant le régime 'Lupin' étaient faibles (tableau 3). La qualité des carcasses et le profil en acides gras de la viande n'étaient pas influencés par la ration. Le profil en acides gras du lard dorsal des animaux nourris avec du lupin contenait une plus grande proportion de C18:1, moins de C18:2 ainsi qu'un rapport **omega-6/omega-3** plus faible. Cette étude confirme qu'en présence d' α -galactosidase, le lupin est susceptible de remplacer en majeure partie le tourteau de soja sans affecter la qualité des carcasses et même en améliorant le profil en acides gras du lard dorsal.

■ Détermination de la variété de lupin la plus adaptée à l'alimentation porcine parmi les variétés les plus productives en Belgique

E. Froidmont, J. Wavreille, Ph. Saive

Trois régimes iso-N et iso-énergétiques ont été comparés sur 3 groupes de 4 porcs munis d'une canule à la fin de l'intestin grêle. Les régimes contenaient 22% de lupin ainsi qu'un complément d' α -galactosidase et se différenciaient uniquement par la variété de lupin utilisée (*Lupinus albus* cv Lublanc, *Lupinus albus* cv Amiga, *Lupinus angustifolius* cv Boltensia). Il a été observé que la digestibilité apparente de l'N était supérieure avec le régime 'Boltensia'. De même, la fermentation des fibres dans le gros intestin était supérieure avec ce régime, ce qui reflète des différences dans la composition en polysaccharides des espèces de lupin. Malgré une meilleure digestibilité de l'N, le régime 'Boltensia' se caractérisait par une plus grande excrétion d'N urinaire que les régimes à base de lupins blancs. De ce fait, la rétention azotée était meilleure avec la variété Lublanc, intermédiaire avec la variété Amiga et inférieure pour la variété Boltensia (21,2, 18,0 et 18,4 g/j, respectivement).

De même, la valorisation de l'N ingéré ($P < 0.001$) et digéré ($P < 0.001$) était supérieure avec le régime Lublanc comparativement au régime Boltensia. Les résultats suggèrent qu'en présence d'un supplément de galactosidase, la variété Lublanc est mieux adaptée à l'alimentation du porc que la variété Boltensia.

■ Le lupin en tant qu'alternative au tourteau de soja dans l'alimentation de la volaille : étude du niveau d'incorporation et de l'efficacité d'un complément enzymatique

E. Froidmont, Y. Beckers¹, N. Bartiaux-Thill, J.-B. Auroy²

324 poulets ont reçu 3 régimes iso-énergétiques et iso-premiers acides aminés limitants (Met, Lys, Thr et Trp) contenant soit 35% de soja, soit 30% de lupin et 18% de soja, soit 58% de lupin comme principales sources protéiques en présence ou non d'un complément enzymatique (pectinase et hémicellulase) selon un dispositif en blocs aléatoires complets. Tous les régimes contenaient de la β -glucanase, de la cellulase et de la xylanase. Le gain quotidien moyen, l'indice de consommation, la rétention azotée, la digestibilité apparente des nutriments et l'énergie métabolisable étaient fortement dépréciés avec les régimes contenant 58% de lupin. Le poids du gésier et la longueur de l'intestin (relatifs au poids vif) ainsi que la viscosité des digesta étaient supérieurs ($P < 0.05$) chez les animaux recevant ces régimes. Aucun effet du complément enzymatique sur les paramètres mesurés n'a été observé dans cet essai. A l'exception de plus faibles taux de C16:0 et C16:1 avec les régimes à base de lupin, aucune différence n'a été observée dans la teneur en acides gras, en graisse et en protéines de la cuisse. Ces résultats suggèrent que le complément enzymatique étudié n'est pas efficace pour améliorer la valorisation du lupin dans l'alimentation de la volaille et que, pour l'heure, le lupin ne peut substituer que la moitié du soja pour cette spéculation.

¹ FUSAGx, Unité de Zootechnie

² ENESAD, Dijon, France

6.3. Digestion des nutriments dans une optique de durabilité

■ Une alimentation azotée de précision pour le taurillon BBBc

P. Rondia, E. Froidmont, Y. Beckers¹ et N. Bartiaux-Thill

Le taurillon Blanc Bleu Belge culard (BBBc) est un des fleurons de l'élevage wallon. S'il est souvent choisi pour son potentiel de croissance élevé ainsi que la proportion importante de muscles dans sa carcasse, ses spécificités lui confèrent également des besoins nutritionnels importants, notamment en protéines et en acides aminés (AA) digestibles. Ces besoins sont susceptibles de ne pas toujours être satisfaits par des rations traditionnelles, recourant aux fourrages comme principales matières premières. La carence en un seul AA essentiel (AAE) suffit pourtant à bloquer l'accrétion protéique et empêche de la sorte d'exploiter pleinement le potentiel génétique de l'animal. Par ailleurs, une telle carence empêche d'utiliser davantage les AA non limitants, qui sont catabolisés et contribuent de ce fait à accroître les rejets d'azote dans l'environnement. Une alimentation azotée de précision, apportant dans de justes proportions les AA dont l'animal a besoin, devrait donc permettre un accroissement des performances de croissance et une réduction de la charge polluante de l'animal.

Dans le cadre d'un projet de recherche DGA-RW, le CRA-W s'est intéressé aux apports en AA par une ration conventionnelle à base d'ensilage de maïs et a mis en évidence une carence importante en histidine, méthionine, arginine et lysine pour des animaux en croissance de 300 kg (tableau 4).

AAE (g/j)	His	Met	Arg	Lys
Apports en AAE digestibles (g/j)	12,5	10,5	37,0	38,8
Besoins en AAE digestibles (g/j)	34,9	22,5	71,9	75,0
Apports / Besoins (%)	35,9	46,7	51,5	51,8

tableau 4

Classification des AAE selon l'importance de leur caractère limitant

Sur base de ces résultats, un complément alimentaire enrichi en ces AA a été formulé en vue d'accroître les performances zootechniques des animaux en période de croissance - engraissement. L'originalité de ces recherches consiste à distribuer les AA sous forme libre, c'est-à-dire non protégés des fermentations se produisant dans le rumen, car une partie considérable de ces AA peuvent sortir intacts du rumen chez le taurillon BBBc (35% dans cette étude). De ce fait, la rentabilité de l'enrobage protecteur des AA est remise en cause, contrairement à ce qui est parfois mentionné pour la vache laitière haute productrice. Le complément d'AA contient également un appétant afin que les animaux l'ingèrent rapidement pour maximiser la

quantité d'AA digestibles dans l'intestin grêle. Les résultats obtenus suggèrent que l'additif formulé permet d'accroître le gain quotidien moyen de 250 g/j (tableau 5) et l'utilisation de l'N ingéré de 12% chez les animaux en croissance alors qu'il n'a pas d'effet en période de finition.

Le prix de revient de l'additif, riche en histidine, est actuellement trop élevé que pour être économiquement rentable. Ces recherches montrent cependant l'importance, en termes zootechnique et écologique, d'équilibrer la ration du taurillon BBBC sur base des AA digestibles. Pour satisfaire aux besoins en AA du taurillon BBBC, d'autres voies que celles des AA libres peuvent être également envisagées, telle l'utilisation de co-produits présentant un profil en AA particulièrement avantageux.

¹ FUSAGx, Unité de Zootechnie



figure 3

d'améliorer naturellement la composition des matières grasses de la viande, du lait et des oeufs. A ce titre, la graine de lin est une matière première de choix pour atteindre cet objectif.

Ainsi, plusieurs essais d'alimentation sont menés, employant la graine de lin sous forme extrudée, en vue d'améliorer la qualité diététique des matières grasses des productions bovine (lait), porcine, ovines (viande et lait) et avicoles (poulet de chair et foie gras de canard).

Productions ovines

1. Viande d'agneau et lait de brebis

P. Rondia, Ch. Delmotte¹, F. Dehareng²,

Y. Larondelle³, V. Decruyenaere¹,

J. Famerée¹, N. Bartiaux-Thill

Sur agneaux, deux essais ont été menés en vue d'étudier l'incidence d'une complémentation en graines de lin extrudées dans la ration des brebis et celle des agneaux sur les performances zoo-techniques et la composition en acides gras de la viande des agneaux produits selon deux

modes de conduite (bergerie et pâturage).

AG (% AG totaux)	Essai bergerie		Essai pâturage		
	T	L	T	L	H
C18:0	15,6	16,8	15,2 ^a	14,6 ^a	18,4 ^b
C18:1 trans	5,97	7,53	2,71 ^a	5,63 ^b	3,60 ^{ab}
C18:2 cis n-6	7,71	6,71	5,81 ^a	6,58 ^a	4,37 ^b
C18:3 n-3	1,35 ^a	3,07 ^b	1,31 ^a	2,84 ^b	2,66 ^b
CLA	0,95 ^a	1,17 ^b	0,82 ^a	0,94 ^{ab}	1,25 ^b
n-6/n-3	5,89 ^a	2,32 ^b	5,75 ^a	2,75 ^b	2,28 ^b
Σ AGS	47,1	46,7	47,1 ^a	45,5 ^a	49,3 ^b
Σ AGMI	42,4	42,0	43,3 ^a	42,9 ^a	40,8 ^b
Σ AGPI	10,6	11,3	9,5 ^a	11,5 ^b	9,9 ^{ab}

tableau 5

6.4. Qualité des produits, sécurité des modes de production et santé humaine

Santé humaine et amélioration de la composition des matières grasses des produits animaux

La consommation excessive de matières grasses, associée à une proportion en acides gras saturés trop importante et à un rapport en acides gras omega-6/omega-3 trop élevé, est le principal responsable du déséquilibre alimentaire observé dans notre société occidentale.

L'intérêt nutritionnel d'une proportion plus élevée en acides gras essentiels de la famille des omega-3 dans l'alimentation humaine est aujourd'hui bien acquis. En outre, d'autres acides gras particuliers font actuellement l'objet de nombreuses recherches en raison des effets favorables qu'ils pourraient aussi avoir sur la santé humaine. Il s'agit des acides linoléiques conjugués (CLA), présents dans le lait et la viande des ruminants. Certaines pratiques d'alimentation des animaux permettent de proposer des productions qui peuvent être qualifiées de « naturellement riches en omega-3 ». Ainsi, de nombreuses études ont montré qu'il est possible, via l'alimentation des animaux,

De même, la proportion élevée de C18:3 omega-3 chez les agneaux finis à l'herbage peut être attribuée à un apport conséquent en AGPI (principalement en C18:3 omega-3) provenant de l'herbe. Le pâturage augmente également la teneur en CLA de manière conséquente.

L'alimentation lactée de l'agneau influence aussi la composition des matières grasses de la viande. Cet effet se marque d'autant plus que l'abattage est proche du sevrage. Ceci peut expliquer l'effet bénéfique de la complémentation en lin des brebis durant la période d'allaitement sur le spectre en acides gras de la viande des agneaux de bergerie.

Sur brebis laitières, deux essais ont été réalisés : le premier en bergerie (hiver) et le deuxième au pâturage (printemps). L'essai « bergerie » montre que l'ajout de 5% de graines de lin sous forme extrudée dans le concentré améliore sensiblement la qualité diététique des matières grasses du lait de brebis en augmentant le C18:3 omega-3, les CLA, les AGMI, et es AGPI et en diminuant les AGS et le rapport omega-6/omega-3

% AG totaux	Essai bergerie		Essai pâturage	
	Témoin	Lin	Témoin	Lin
AGS	78,88 ^a	70,46 ^b	70,18 ^a	67,05 ^b
AGMI	17,89 ^a	23,56 ^b	24,00 ^a	26,34 ^b
AGPI	3,22 ^a	5,98 ^b	5,82	6,61
C18:0	6,65 ^a	10,22 ^b	8,38	9,81
C18:1 11-trans	1,40 ^a	3,23 ^b	4,53 ^a	6,19 ^b
C18:3 cis	0,61 ^a	1,51 ^b	0,76	0,87
CLA	0,59 ^a	1,17 ^b	2,05	2,34
Ratio n-6/n-3	2,96 ^a	1,81 ^b	1,99	1,82

tableau 6

Profil en acides gras du lait selon le type de complémentation. Les moyennes indicées différemment dans une même ligne sont significativement différentes (p<0.05)

Lors de l'essai « pâturage », la complémentation en lin n'a pas un impact clairement positif sur la qualité diététique des matières grasses du lait (tableau 7). Ainsi, seules une diminution des acides gras saturés totaux (AGS) et une augmentation des acides gras mono-insaturés (AGMI) montrent des différences significatives.

En ce qui concerne l'acide alpha-linolénique (C18:3 omega-3), les teneurs dans le lait des brebis au pâturage restent relativement modestes (tableau 7), malgré les apports importants venant de l'herbe et du lin. Au contraire, les teneurs en acides linoléiques conjugués (CLA) du lait sont particulièrement importantes dans l'essai printanier, confirmant un effet bénéfique de l'herbe pâturée sur la production endogène de ces acides gras.

Profil en acides gras de la viande des agneaux de bergerie et des agneaux d'herbage complémentés (L) ou non (T) avec du lin ou laissés à l'herbe (H)

Pour les agneaux de bergerie, l'apport de lin (15% du régime) dans leur alimentation engendre une augmentation significative de la teneur en C18:3 omega-3 et en CLA ainsi qu'une diminution du rapport n-6/n-3 (tableau 6).

Pour les agneaux d'herbe, la finition au pâturage (H), par comparaison à la finition en bergerie avec (L) (12.5% du régime) ou sans (T) apport de lin, augmente les teneurs en C18:0, AGS et diminue les teneurs en C18:2 cis et en AGMI (tableau 6). La proportion plus importante des AGS au pâturage est essentiellement expliquée par la hausse significative du C18:0. La complémentation des agneaux en graines de lin, riches en C18:3 omega-3, augmente les proportions de cet acide gras et des CLA.



La comparaison de cet essai printanier avec l'essai précédent mené avec une ration hivernale en bergerie met en évidence l'impact de la ration de base sur le profil des matières grasses du lait. Ainsi, la comparaison des profils en acides gras du lait des lots 'témoin' de l'essai printanier et de l'essai hivernal montre un effet positif général de l'herbe pâturée sur la qualité diététique des matières grasses. D'autre part, le régime à base d'herbe pâturée favorise davantage la synthèse de CLA alors que la teneur en C18:3 omega-3 est plus élevée avec le régime hivernal à base de concentré, suggérant une hydrogénation des MG alimentaires plus poussée à l'herbe qu'en bergerie. Un temps de rétention plus long des particules alimentaires dans le rumen associé à une activité cellulolytique accrue pourraient expliquer un processus de biohydrogénation plus complet à l'herbe. Cette hypothèse est corroborée par l'augmentation sensible de la proportion d'acide vaccénique (intermédiaire de la biohydrogénation) au pâturage.

¹ DGA, Service du Développement

² CRA-W, Département Qualité des Productions agricoles

³ UCL, Unité de biochimie de la nutrition

⁴ CRA-W, Section Systèmes agricoles

Productions avicoles

Sur poulet de chair et foie gras de canard

P. Rondia, Ch. Delmotte¹, K. Raes², D. Maene³, J. Famerée¹, N. Bartiaux-Thill

Le premier essai s'est intéressé à l'effet de la durée d'incorporation de graines de lin extrudées (3.25% du régime) avant abattage sur la composition de la graisse intramusculaire de poulets de chair. Quant au deuxième essai, il s'est focalisé sur l'impact de graines de lin extrudées (2 et 4% du régime) distribuées durant la période de gavage sur la composition en acides gras du foie gras et de la graisse intra-musculaire de canards. L'essai « poulets de chair » a été mené sur 900 individus et a permis de tester trois programmes alimentaires distincts durant la période expérimentale (entre 46 et 73 jours d'âge) : régime témoin distribué tout au long de la période (R0) ; régime témoin de 46 à 59 j. d'âge puis le régime lin de 59 à 73 j. d'âge (R14) ; régime lin distribué tout au long de la période (R27). Une augmentation significative de la proportion en C18:3 n-3 est observée avec la complémentation en lin, la hausse la plus forte étant obtenue avec la durée d'incorporation la plus longue (27 j vs 14 j avant abattage) (tableau 8).

acides gras (g/100g AG)	R0	R14	R27
C18:3 n - 3	1,74 ^a	2,93 ^b	3,80 ^c
Σ AGS	34,38	33,97	33,57
Σ AGMI	31,74	32,36	32,97
Σ AGPI	33,88	33,66	33,48
n - 6/n - 3	18,54 ^a	10,28 ^b	7,63 ^c

Composition en acides gras de la graisse intramusculaire de poulet (cuisse) selon le programme alimentaire

AGS= acides gras saturés; AGMI=AG monoinsaturés; AGSPI=AG polyinsaturés

L'essai « canards » a été réalisé sur 30 individus mâles de type mulard en période de gavage (13 jours). Durant cette période, trois groupes ont été formés selon le régime alimentaire distribué : maïs grain seul (régime témoin -T-); maïs grain avec 2% de graines de lin extrudées (L2%) et maïs grain avec 4% de graines de lin extrudées (L4%).

AG (g/100g)	T	L2%	L4%
Foie gras			
C18:3 omega 3	0,090 ^a	0,228 ^b	0,354 ^c
omega - 3 AGPI	0,158 ^a	0,396 ^b	0,558 ^c
omega - 6/omega - 3	23,4 ^a	6,7 ^b	4,5 ^b
AGS	37,8	37,6	39,3
AGMI	58,4	58,6	56,5
AGPI	3,05	3,10	3,08
Cuisse			
C18:3 omega 3	0,654 ^a	1,788 ^b	2,548 ^b
omega - 3 AGPI	1,214 ^a	2,400 ^b	3,234 ^c
omega - 6/omega - 3	18,5 ^a	7,2 ^b	4,9 ^b
AGS	31,7	30,5	31,0
AGMI	48,1	49,0	47,7
AGPI	17,3	18,3	19,0
Magret			
C18:3 omega 3	0,526 ^a	1,448 ^b	1,912 ^c
omega - 3 AGPI	1,252 ^a	2,586 ^b	3,086 ^c
omega - 6/omega - 3	23,6 ^a	9,4 ^b	7,0 ^b
AGS	34,7	33,4	33,0
AGMI	42,2	40,3	39,6
AGPI	19,4 ^a	22,4 ^b	23,5 ^b

Profil en acides gras du foie gras et du gras intramusculaire de canards

La supplémentation en graines de lin améliore le profil en acides gras en augmentant les acides gras omega-3 dans le foie et la graisse intramusculaire et en diminuant le rapport des AG omega-6/omega-3 (tableau 9). Malgré la plus forte teneur en acide alpha-linolénique dans les régimes, la proportion en cet acide gras reste relativement faible dans le foie des canards gavés (tableau 9). Le régime alimentaire conditionne de manière plus conséquente les teneurs en AG omega-3 du gras intramusculaire (tableau 9). Toutefois, quelques différences apparaissent dans le profil en AG selon le type de muscle (de la cuisse ou du magret).

La réalisation d'un test sensoriel par un jury expert montre par ailleurs que le régime incorporant la plus faible proportion de lin a un effet positif sur l'apparence visuelle du foie gras.

¹ DGA, Service du Développement

² CLO, Department of Animal Production

³ UCL, Unité de génétique

Effet d'un supplément de vitamine E sur les mécanismes de biohydrogénation dans le rumen et la dépression du taux butyreux du lait

Y. Larondelle (UCL), J. Pottier (UCL), E. Froidmont (collaborateur CRA-W)

L'expérience a été menée par l'UCL. Les résultats suggèrent qu'un supplément de vitamine E (12000 UI/j/vache) dans un régime contenant des graines de lin extrudées (2 kg/j) et de l'huile de lin (200 g/j) évite la dépression du taux butyreux du lait souvent observée avec des régimes riches en matières grasses. Le supplément de vitamine E induit par ailleurs une augmentation de la concentration du lait en acides gras intermédiaires de la biohydrogénation, ainsi que de l'acide ruménique : principal CLA sécrété. L'action bénéfique de la vitamine E, limitant la transformation des acides gras trans-11 en trans-10, implique toutefois de l'apporter simultanément à la matière grasse alimentaire car une fois que cette réaction a eu lieu, la vitamine E perd son efficacité.



figure 4

Amélioration du profil en acides gras de la viande de porc.

Effet de la période et du taux d'incorporation de graines de lin extrudées.*

J. Wavreille, N. Bartiaux-Thill

L'incorporation d'un mélange extrudé de graines de lin à l'aliment des porcs distribué pendant toute la période d'engraissement ou uniquement en finition a permis de maintenir les performances zootechniques, la qualité des carcasses et les paramètres de qualité de la viande. Elle permet également d'enrichir naturellement la viande en acide alpha-linolénique mais aussi en l'un de ses dérivés à chaîne longue, particulièrement important pour le métabolisme lipidique chez l'homme, l'EPA. Le rapport ω - 6 / ω - 3 est significativement amélioré. L'efficacité est plus importante dans le tissu adipeux sous cutané dorsal que dans le *Longissimus dorsi*.

L'incorporation de 10% d'un mélange extrudé de graines de lin dans l'aliment des porcs permet d'obtenir un rapport ω - 6 / ω - 3 inférieur à 5 dans le tissu adipeux, même si la distribution est limitée à la période de finition des animaux. Dans le muscle, la réponse obtenue est plus proche de 5 si l'aliment est distribué pendant toute la période d'engraissement : 5,7 au lieu de 7,8.



tableau 9

	Aliment		Effets
	L	LL10f	
AGPI/AGS	0,42	0,46	S**, AxS*
omega - 6/omega - 3 ^a	10,8	4,0	A***, AxS*
omega - 6/omega - 3 ^b	10,4	4,0	A***, S***, AxS**
Insaturation	1,30	1,35	A***, S***
Consistance	0,65	0,65	S**, AxS***

Composition en acides gras des lipides du tissu adipeux sous cutané dorsal

L=aliment type label, L10 = ajout 10 % de mélange extrudé de lin, f = uniquement en finition, A = aliment, S = sexe, * = P<0,05, ** = P<0,01, *** = P<0,001, a = C18:2 omega-6/C18:3 omega-3, b = AGPI omega-6/AGPI omega-3

tableau 10

	Aliment		Effets
	L	LL10f	
AGPI/AGS	0,48	0,46	S**
omega - 6/omega - 3 ^a	20,7	7,8	A***
omega - 6/omega - 3 ^b	11,3	5,5	A***

Composition en acides gras des lipides du Longissimus dorsi

L=aliment type label, L10 = ajout 10 % de mélange extrudé de lin, f = uniquement en finition, A = aliment, S = sexe, * = P<0,05, ** = P<0,01, *** = P<0,001, a = C18:2 omega-6/C18:3 omega-3, b = AGPI omega-6/AGPI omega-3

L'incorporation à 5% permet d'obtenir un rapport omega - 6 / omega - 3 inférieure à 5 dans le tissu adipeux si l'aliment est distribué toute la période d'engraissement. Dans ce cas, le rapport atteint 8,7 dans le *Longissimus dorsi*. Réservé en période de finition, cet aliment limite les rapports escomptés dans le tissu adipeux et dans le *Longissimus dorsi*, respectivement 6.3 et 11,4.

Cette étude confirme qu'il est possible d'améliorer la qualité nutritionnelle de la viande de porc en incorporant des graines de lin extrudées dans l'aliment. Il est également possible de maintenir la qualité technologique du tissu adipeux et de la viande et les performances zootechniques.

* avec la collaboration de Porc Qualité Ardenne sc.

6.5. Bien-être animal et éthique des modes de production

Futur des produits d'origine animale dans notre alimentation, en relation avec la perception du bien-être des animaux de ferme

N. Bartaiaux-Thill, Cl. Lamine¹, P. Stassart¹, Y. Beckers², D. Stilmant³, A. Théwis² et J. Wavreille

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme « Alimenter le dialogue » de la Fondation Roi Baudouin et est mené en partenariat avec la Faculté Universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux et l'Université de Liège, Département de Sciences et Gestion de l'Environnement. Il vise à concilier bien-être animal (droits des animaux) et bien-être des consommateurs

(droits à l'alimentation), mais aussi bien-être des éleveurs. La question du bien-être animal préoccupe notre société mais elle nous semble jusqu'à présent traitée de façon trop sectorielle. Dès lors, il convient de construire un débat autour de cette question, en associant des acteurs différents, dont les savoirs sont hétérogènes (éleveurs, consommateurs, acteurs des filières économiques, scientifiques, etc...). Les institutions scientifiques publiques ont, nous semble-t-il, un rôle à jouer, notamment en matière de circulation des compétences et donc aussi de médiation.

La phase exploratoire du projet (janvier à avril 2004) comprenait 2 parties :

a) *Enquête de terrain et étude documentaire*
- Enquête auprès des acteurs : une quinzaine d'entretiens ont été réalisés.
- Etat des lieux des structures existant en Belgique en matière de bien-être animal, de la réglementation actuelle et des débats en cours
- Etude des différents modes de concertation à partir de la littérature scientifique et d'une enquête succincte sur quelques expériences éclairantes de concertation, belges et étrangères.

b) Création d'un groupe de compétences interdisciplinaire

Notre démarche visait à mettre en place un dialogue entre les différentes disciplines scientifiques concernées par la question du bien-être animal, via un groupe de compétences d'une quinzaine de scientifiques préoccupés par l'animal et le monde de la production animale (zootechniciens, éthologues, agronomes, socio-économistes, philosophes). L'ambition de ce groupe est d'évoluer graduellement dans le cadre du présent projet (juin 2004 – mai 2006) d'une somme et d'une confrontation de compétences individuelles vers la **co-construction d'une compétence collective**. C'est pourquoi, ce dialogue initié au niveau d'un groupe de scientifiques va s'élargir et sera nourri par la construction de deux types de forums qui mettront en présence producteurs et consommateurs. Enfin, la production du groupe de compétence et des différents forums sera restituée et discutée avec des structures de concertation existantes : les conseils de filières (dans le cadre du dispositif de l'APAQ-W), le Conseil du bien-être animal (Ministère de la Santé Fédéral) et bien sûr le CRIOC (couple des associations représentants les consommateurs). Un rapport d'avancement intitulé « Alimenter le lien entre consommateur, éleveur et animaux » ULg-SEED, CRA-W, FUSAGx est disponible sur le site de la Fondation Roi Baudouin (http://www.kbs-frb.be/files/db/FR/Alimenter_le_dialogue_Projet_ULg_Rapport1.pdf).

¹ ULg, Département de Sciences et Gestion de l'Environnement

² FUSAGx, Unité de Zootechnie

³ CRA-W, Section Systèmes agricoles

7. MISSIONS DE SERVICE

7.1. Production bovine

- Expertise dans la maîtrise des facteurs environnementaux de l'élevage (facteurs de type zootechnique et d'utilisation des engrais de ferme (collaboration SSA)), la conduite alimentaire du troupeau et l'analyse de paramètres nutritionnels susceptibles d'améliorer la qualité du lait (profil acides gras, lipolyse, Collaboration scientifique avec l'UCL).
- Membre de la plate-forme OSaM (Observatoire de la Santé Mammaire chez la vache laitière)
- Expertise dans la mise en place de la liste positive des aliments reconnue par la FVBW
- Membre du Comité d'accompagnement du projet « Efficience azotée du taurillon BBBC : potentiel d'utilisations de régimes à valeur OEB négative en période de croissance-engraissement » (MRW, DGA, D31-1072).
- Collaboration avec le Département Qualité des Productions agricoles, dans l'évaluation de la contamination du lait par la chlorhexidine, agent antibactérien utilisé comme désinfectant du pis chez la vache laitière, après application en pré-traité.

7.2. Production porcine

- Expertise en matière de conduite de porcs en plein air (élevage et engraissement).
- Encadrement du secteur porcin: calcul des rations pour porcs, conduite des élevages et formation en alimentation porcine.
- Expertise relative à des problèmes de viande PSE en abattoir
- Collaborations scientifiques relatives à la réalisation d'expérimentations en production porcine pour la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques (FUSAGx) :
- 'Valorisation du colostrum bovin en production porcine, avant et après sevrage, comme alternative aux additifs alimentaires antibiotiques'. Unité de Zootechnie et Unité de Biologie animale et microbienne de la FUSAGx en collaboration avec l'Unité de chirurgie expérimentale de l'UCL et la Banque du Colostrum du CER
- 'Santé améliorée, teneur en sélénium plus élevée dans la viande. Implication pour le porc d'un enrichissement de l'aliment en sélénium organique'. Unité de Zootechnie de la FUSAGx en collaboration avec le Centre des Technologies agronomiques de Strée, Kemira, Scar, l'Université de Bristol, le Laboratoire de Chime pharmaceutique de l'ULB, l'Unité de Technologie des Industries agro-alimentaires de la FUSAGx
- 'Effet de l'âge des porcs et du taux de fibres dans la ration sur la fermentation in vitro de la pulpe de betterave prédigérée'. Unité de Zootechnie de la FUSAGx
- Membre expert de la production porcine pour la conception de l'exposition 'Veaux-vaches-cochons-couvées... Qu'est-ce qu'on mange?'



http://www.pass.be/fr/infos/espace/belvedere/veaux-vaches-cochons-couv_es.shtml, Parc d'Aventures Scientifiques (PAS) de Frameries le 28/02/2003

- Membre du Comité d'accompagnement du projet MRW-DGA de Porc Qualité Ardenne « Tracabilité, nouveaux produits et IGP Porc fermier »
- Membre du Comité d'accompagnement du projet MRW-DGA de la FPW « Convention cadre du Conseil de Filière »
- Membre :
 - . du comité de lecture relatif au « Rapport d'évaluation de la procédure de dérogation aux valeurs de productions d'azote. Propositions de modifications ». NITRAWAL 2004, Lambert R.
 - . du comité de lecture relatif à « Le Porc de A à Z ». FPW 2004, Lambert L.

7.3. Digestibilité des nutriments

1. Bilan fécal (porc, ruminant, volaille)
2. Recours à des animaux canulés pour :
 - mesure des digestibilités apparentes des nutriments dans l'intestin grêle chez le porc et le ruminant (MS, MO, N, MG, Energie brute, fibres, acides aminés)
 - étude des fermentations des nutriments dans le gros intestin du porc selon le type d'alimentation
 - estimation des flux de protéines, microbiennes digestibles chez les ruminants grâce aux bases puriques comme marqueurs microbiens
 - estimation des flux de protéines digestibles d'origine alimentaire et endogène chez le ruminant
 - détermination du rendement de la protéosynthèse microbienne dans le rumen selon l'alimentation
 - détermination des paramètres fermentaires dans le rumen (pH, N-NH₃, AGV)
3. Mesure de la rétention azotée des animaux ainsi que de l'efficacité d'utilisation des protéines fournies par l'alimentation

7.4. Pratique de la technique de cathétérisme des animaux de rente

7.5. Déterminations analytiques

Métabolites sanguins (glucose, urée, créatinine, ...), énergie (bombe calorimétrique), Cr₂O₃ (marqueur indigestible)

7.6. Encadrement de travaux de fin d'étude

6 TFE réalisés par des étudiants belges (FUSAGx, ISI-Huy, St-Quentin Ciney) et étrangers (ENESAD, Dijon, France)

Publications

Publications scientifiques libres

- Bartiaux-Thill N., Wavreille J., Pilette F., Dehareng F. (2003). Milk fatty acids pattern of sows housed indoors or outdoors. *7th European Society of Veterinary and Comparative Nutrition-Conference, Hannover, Allemagne, 3-4, octobre, 2003.*
- Boudry C., Estrada F., Schoeling O., Froidmont E., Wavreille J., Buldgen A. (2003). Interest of in vitro pre-digestion to estimate fermentability of feedstuffs in pig large intestine. *9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, Alberta, Canada, mai 2003.*
- Dehareng F., Froidmont E., Deconinck T., Bartiaux-Thill N., Laloux J. (2003). Dairy cattle diet: influence of protein dietary source on milk fatty acid composition. *IDF World Dairy Summit & Centenary, Bruges (Belgium), 27-28, september 2003.*
- Froidmont E., Bartiaux-Thill N. (2003). Utilisation du lupin et du pois en substitution partielle du tourteau de soja dans l'alimentation des vaches laitières hautes productrices. *Journées AFPP, 150-151. Paris, France, mars 2003.*
- Froidmont E., Dehareng F., Bartiaux-Thill N. (2003). Influence de la substitution partielle de tourteau de soja par des graines de lupin et/ou de pois sur le profil en acides gras du lait chez la vache laitière haute productrice. *Journées Filière Lait, Rennes, France, juillet 2003.*
- Froidmont E., Delbouille L., Romnée JM, Bartiaux-Thill N. (2004). Mixing lupin to maize silage : towards a better nutritional value of crude forage for dairy cow feeding. *Workshop AEP "Grain Legumes and the environment: how to assess benefits and impacts ?" November 2004, Zurich, Switzerland.*
- Lambert L., Bartiaux-Thill N., Berghmans K., Debouche Ch., Degré A., Feller D., Flahaux B., Georges B., Lempereur J., Nicks B., Reuter W., Wavreille J. (2003). Projet de plan de développement de la filière porcine en Wallonie. *Filière Porcine Wallonne asbl. Gembloux, 28 avril 2003.*
- Pottier J., Debuysser G., Palacios M., Mignolet E., Goffe C., Motquin B., Froidmont E., Larondelle Y., Focant M. (2003). The effect of a vitamin E supplement on milk fat yield, trans fatty acids and CLA composition, in dairy cows fed a high-fat diet. *Pre-summit symposium on innovative research in dairy science and technology, Bruges (Belgium), 119-120, september 2003.*
- Rondia P., Larondelle Y., Delmotte Ch., Fabry J., Bartiaux-Thill N. (2003). Influence du régime alimentaire sur la composition des matières grasses du lait de brebis : pâturage vs complémentation en bergerie avec ou sans apport de graines de lin extrudées. *CEREL, Journées Filière Lait, juillet 2003.*
- Rondia P., Delmotte Ch., Fameree J., Bartiaux-Thill N. (2003). Productions ovines naturellement riches en acides gras polyinsaturés omega-3 et acides linoléiques conjugués : critères à rencontrer pour la maîtrise d'une filière de qualité différenciée. *Beauvais, 2ème Forum International Agrosanté, avril 2003.*
- Rondia P., Delmotte Ch., Fameree J., Bartiaux-Thill N. (2003). Productions ovines naturellement riches en acides gras polyinsaturés omega 3 et acides linoléiques conjugués : quelles démarches pour une filière de qualité différenciée

? Gembloux, Huitième Carrefour des Productions Animales, janvier 2003.

Rondia P., Delmotte Ch., Maene D., Blecker Ch., Toussaint J-F., Thewis A., Bartiaux-Thill N. (2003). Effect of the inclusion time of extruded linseed supplementation before slaughter on n-3 fatty acids enrichment of chicken meat. *XVI European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Saint-Brieuc, France, septembre 2003.*

Rondia P., Delmotte Ch., Raes K., De Smet S., Fameree J. et Bartiaux-Thill N. (2004). Effect of dietary linseed on n-3 fatty acids content in liver and intramuscular fat of overfed ducks. *Animal production in Europe: The way forward in a changing world, Saint-Malo, France, octobre 2004.*

Wavreille J., Pilette F., Mandelaire L., Bartiaux-Thill N. (2003). Evaluation of the necessity of iron injection in newborn production. *7th European Society of Veterinary and Comparative Nutrition-Conference, Hannover, Allemagne, 3-4, octobre, 2003.*

Wavreille J., Pilette F., Rondia P., Froidmont E., Dehareng F., Bartiaux-Thill N. (2003). Qualité du lait maternel : comparaison inter-espèce de la composition de la matière grasse de laits de truie, de vache et de brebis. *Journées Filière Lait, Rennes, France, juillet 2003.*

Publications Scientifiques avec comité de lecture

- Frand X., Froidmont E., Bartiaux-Thill N., Decruyenaere V., Van Reusel A., Fabry J. (2003). Utilization of milk urea concentration as a tool to evaluate dairy herd management. *Anim. Res. 53: 543-551.*
- Frand X., Froidmont E., Beckers Y., Bartiaux-Thill N. (2003). Détermination des acides aminés limitants chez le taurillon BBBc recevant une ration à base d'ensilage de maïs. *Journées 3R, 10 : 396. Paris, France, décembre 2003.*
- Froidmont E., Bartiaux-Thill N., Delbouille L., Frand X. (2003). Influence de la substitution totale de tourteau de soja par des graines de lupin ou de pois sur la rétention azotée et les paramètres digestifs chez le taurillon Blanc Bleu Belge culard. *Journées 3R, 10 : 395. Paris, France, décembre 2003.*
- Froidmont E., Bartiaux-Thill N. (2004). Utilization of lupin (*Lupinus albus*, var. Arès) seeds in animal diets: synthetic report. *5th European Conference on Grain Legumes & 2nd International Conference on Legume Genomics and Genetics, 41-42, Dijon, France, June 2004.*
- Froidmont E., Bartiaux-Thill N. (2004). Suitability of lupine and pea seeds as a substitute for soybean meal in high-producing dairy cow feed. *Anim. Res. 53, 475-487.*
- Froidmont E., Bartiaux-Thill N. (2003). Utilisation du lupin et du pois en substitution partielle du tourteau de soja dans l'alimentation des vaches laitières hautes productrices. *Fourrages 174 : 285-292.*
- Froidmont E., Beckers Y., Dehareng F., Thewis A., Bartiaux-Thill N. (2004). Lupin seed as a substitute to soybean meal in broiler chicken feeding: incorporation level and enzyme preparation effects on performances, digestibility and meat composition. *55th annual meeting of the EAAP - Bled, Slovenia, 138.*
- Froidmont E., Delbouille L., Romnée JM, Bartiaux-Thill N. (2004). Valorisation d'un ensilage mixte de maïs et de lupin par des vaches laitières hautes productrices. *Journées 3R, 11 : 278. Paris, France, décembre 2004.*
- Froidmont E., Schoeling O., Deliège F., Wathélet B., Wavreille J., Bartiaux-Thill N. (2003). Influence de la substitution du tourteau de soja par des graines de lupin, avec ou sans complément d'a-galactosidase, sur la digestibilité des régimes et la rétention azotée du porc en croissance. *Journées Recherches Porcines, 35 : 105-112. Paris, France, février 2003.*
- Rondia P., Delmotte Ch., Dehareng F., Maene D., Toussaint J-F., Bartiaux-Thill N. (2003). Incidence d'un apport en graines de lin chez la brebis et l'agneau sur les performances et le profil en acides gras de la viande d'agneaux élevés en bergerie ou au pâturage. Article et communication orale, *Journées 3R, 10 : 227. Paris, France, décembre 2003.*
- Rondia P., Blecker Ch., Romnee J-M., Laloux J., Bartiaux-Thill N. (2003). Détermination d'un rendement fromager de laboratoire en relation avec les caractéristiques chimiques de lait de brebis. *Journées 3R, 10 : 234. Paris, France, décembre 2003.*
- Rondia P., Dehareng F., Delmotte Ch., Larondelle Y., Bartiaux-Thill N. (2004). Incidence d'un complément alimentaire

à base de graines de lin extrudées sur la composition des matières grasses du lait de brebis au pâturage. *Journées 3R*, 11 : 80. Paris, France, décembre 2004.

Publications Techniques et de Vulgarisation

Le Sillon Belge (2003). Des essais réalisés sur canards et sur poulets ... de la graine de lin pour une viande plus diététique. *Sillon*, p.28, 12 septembre 2003.

Bartiaux-Thill N., Wavreille J., Pilette F. (2003). Séminaire « L'élevage de porcs en plein air, nos activités de recherches et développement en production porcine » Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Unité SEED, 06/11/2003.

Bartiaux-Thill N., Rondia P., Delmotte Ch. Emission radio RTBF – synthèse des essais réalisés par le Département Production et Nutrition animales relatifs à « la qualité diététique des matières grasses des productions animales » dans le cadre de l'émission Actualités Agricoles – 24/07/2003.

Feller D., Lambert L., Wavreille J. (2004) Journées de la Recherche Porcine: le porc durable. *Plein Champ*. 15/04/2004, p8

Feller D., Lambert L., Wavreille J. (2004) Aux 36es Journées de la Recherche Porcine. *Le Sillon Belge* 16/04/2004, pp17 et 18

Feller D., Thilmant P., Laitat M., Wavreille J., Boudry C., Lambert L. et Debouche Ch. (2004). Le verrat, la truie : aspect techniques de la reproduction. – FPW (en cours).

Froidmont E. (2004). Le lupin, une alternative au tourteau de soja dans les filières animales ? *CRA-W Info* N°2, Printemps 2004.

Froidmont E. (2004). Le lupin: une alternative au tourteau de soja dans les filières animales ? Les Nouvelles de l'Été. Ministère de la Région wallonne, DGA.

Froidmont E., Delbouille L., Bartiaux-Thill N. (2004). L'ensilage mixte de lupin et de maïs, un fourrage de haute valeur nutritionnelle. *Sillon Belge* N°3132 du 11/06/2004.

Froidmont E. (2004). La valorisation du lupin dans les filières animales. Présentation générale à l'Assemblée Générale de l'APPO du 29 janvier 2004 et au Comice de Waremme du 17/02/2004.

Froidmont E., Bartiaux-Thill N. (2003). La valorisation du lupin dans les filières animales : pourquoi, comment ? *Wallonie Elevages*, Juin 2003, 15-18

Froidmont E., Stilmant D. (2003). Les céréales immatures : une alternative à l'ensilage de maïs ? Publication dans le cadre de l'asbl Fourrages Mieux, *Wallonie Elevages*, 4, Avril 2003, 19-20.

Pilette F., Feller D., Wavreille J., Bartiaux-Thill N. (2003) Porcs plein air, engraissement en pays BBB *Sillon Belge* du 03/01/2003.

Pilette F., Wavreille J. (2003). Le Porc plein air, expériences en Région Wallonne. Après-midi d'étude CRA-W – FPW. *Ellezelles*, le 30/04/2003.

Pilette F., Wavreille J. (2003). Aspects économiques d'une installation en élevage et engraissement plein air. *Journée d'étude « Le Porc plein air, une opportunité »*, CRA-W, MRW-DGA, CER, Ulg-FMV Spontin, le 26/11/2003.

RTBF, présentation du projet « Formulation d'un additif enrichi en acides aminés pour le taurillon BBc » *Journal radio*, interview de C. Cazin, date de passage, 10/07/2003

RTBF, présentation du projet « Valorisation du lupin dans les filières animales » dans le cadre de l'émission « Actualités agricoles » présentée par F. Thomas, date de passage, 24/05/2003.

Rondia P., Delmotte Ch., Fameree J., Bartiaux-Thill N. (2003). L'apport de graines de lin en finition permet d'améliorer la qualité diététique de la viande de poulet. *Filière Avicole et Cunicole*, N°9 – Juil.-Août- Sept. 2003.

Rondia P., Delmotte Ch., Fameree J., Bartiaux-Thill N. (2003). Synthèse des essais visant à améliorer le profil des matières grasses de produits avicoles par l'ajout de graines de lin extrudées dans l'alimentation. *Aubel*, 24/07/2003.

Rondia P. Emission télévisée RTBF, *La Clé des Champs* - Présentation des résultats expérimentaux relatifs à l'utilisation de la graine de lin extrudée et du pâturage en alimentation ovine – 13/04/2003.

Rondia P. (2004). L'alimentation des brebis laitières. Note de vulgarisation. *CRA-W*, Département Productions et Nutrition animales, janvier 2004.

Rondia P. (2004). Les ovins produisent aussi du lait. *CRA-W Info* N°4, Automne 2004.

Vande Ryse G. Emission télévisée RTL-tvi, *Coûte que coûte* - Présentation de la fabrication de feta en Région wallonne – 16/04/2003.

Wavreille J., Pilette F., Feller D., Bauraind C., Ninane J., Laitat M., Bartiaux-Thill N. (2004). Le porc plein air en Wallonie. De la naissance à la production d'une viande de qualité. Les livres de l'Agriculture N°9. Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale de l'Agriculture.

Wavreille J., Pilette F. (2003). Les porcs prennent l'air en Wallonie... Les Nouvelles de l'Automne. *LN28*. Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale de l'Agriculture. Novembre 2003.

Wavreille J., Pilette F. (2004). Luc Lefèvre, éleveur de 80 truies en plein air. Note de vulgarisation. Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale de l'Agriculture. Janvier 2004.

Wavreille J., Pilette F. (2004). Le porc plein air au Pays des Sorcières. Note de vulgarisation. Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale de l'Agriculture. Janvier 2004.

Rapports

Froidmont E., Bartiaux-Thill N. (2003). Valorisation zootechnique de la culture du lupin en substitution totale ou partielle des sources protéiques classiques. *Rapport d'activité 2002-2003*, convention S-6082, Section 2, 61p.

Froidmont E., Rondia P., Bartiaux-Thill N. (2004). Valorisation zootechnique de la culture du lupin en substitution totale ou partielle des sources protéiques classiques. *Rapport d'activité 2004*, convention D31-1059, 21 p.

Pilette F., Wavreille J., Bartiaux-Thill N. (2004). Le porc plein air, alternative pour une production différenciée. *Rapport de synthèse projet Région wallonne AM11/01/2002*. Département Productions et Nutrition animales, février 2004, pp21.

Rondia P., Bartiaux-Thill N. (2004). L'élevage du Mouton Laitier en Wallonie, un potentiel méconnu. *Rapport d'activité Région wallonne*, CRA-W, 64 p.

Rondia P., Frand X., Froidmont E., Bartiaux-Thill N. (2004). Formulation d'un additif enrichi en acides aminés permettant une valorisation optimale de l'ensilage de maïs par le taurillon Blanc Bleu Belge culard. *Rapport d'activité Région wallonne*, CRA-W, 46 p.

Wavreille J. (2004). Problème de viande PSE, expertise en abattoir. *Rapport 2004/11-1*. CRA-W, Département Productions et Nutrition animales, novembre 2004.

Wavreille J., Bartiaux-Thill N. (2004) Incorporation de graines de lin extrudées dans l'aliment d'engraissement des porcs: effet sur les performances zootechniques, la qualité des carcasses et la qualité de la viande. *Rapport 2004/09-1*. CRA-W, Département Productions et Nutrition animales, septembre 2004.

Wavreille J., Pilette F., Bauraind C., Bartiaux-Thill N. (2004). Le porc plein, alternative pour une production différenciée. *Rapport de synthèse 2004/09-2*. Projet Région wallonne AM11/01/2002. CRA-W, Département Productions et Nutrition animales, octobre 2004, pp16.

Travaux de fin d'étude

Promoteur : E. Froidmont
Decauwert V. (2004). Comparaison de trios variétés de lupin cultivables en Belgique (*Lupinus albus* cv *Amiga*, *Lupinus albus* ou *Lublanc* et *Lupinus angustifolius* ou *Boltensia*) en substitution du tourteau de soja chez le porc en croissance. *Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*, 56 p.

Charles M. (2003). Utilisation du lupin (*Lupinus albus*), avec ou sans complément de pois (*Pisum sativum*), en substitution totale du tourteau de soja dans l'alimentation des vaches laitières hautes productrices. *Institut Supérieur Provincial d'agronomie de Ciney*, 86 p.

ISHYAKA E. (2004). Influence d'un additif enrichi en acides aminés libres sur les performances zootechniques du taurillon Blanc Bleu Belge culard en croissance, nourri avec une ration à base d'ensilage de maïs. *Université Catholique de Louvain*, 60 p.

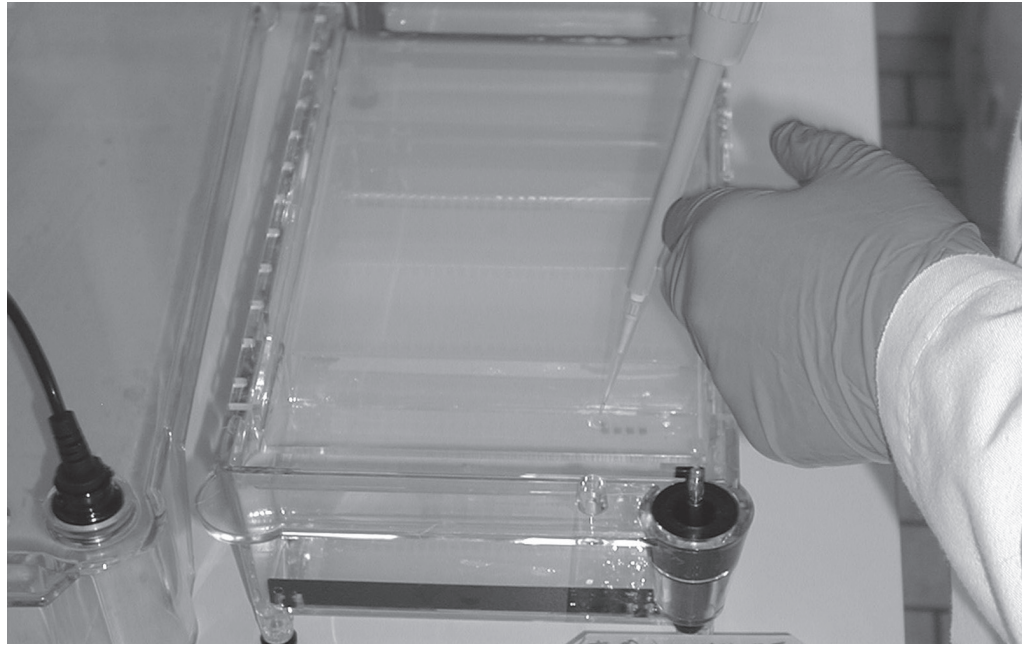
Auroy J-B. (2004). Possibilités de substitution du tourteau de soja par du lupin dans l'alimentation du poulet de chair. *Etablissement National d'Enseignement Supérieur agronomique – Dijon – France*, 19 p.

Promoteur : P. Rondia
Servais V. (2004). Impact de la graine de lin sous différentes formes et d'un tourteau de pression de colza fermier sur le profil en acides gras de la viande et sur les performances zootechniques des agneaux. *Institut Supérieur Industriel de Huy*, 75 p.

Promoteur : J. Wavreille
Mandelaire L. (2003). Opportunité de l'injection de fer à des porcelets nés en plein air; étude des performances en phase d'allaitement et de post-sevrage. *Institut Supérieur Provincial d'agronomie de Ciney*, 57 p.

D7

D é p a r t e m e n t Q U A L I T É D E S P R O D U C T I O N S
A G R I C O L E S



chaussée de Namur, 24
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 03 50
fax : +32 (0) 81 62 03 88

e-mail : dptqual@cra.wallonie.be



1. MISSION

. **Etude de la composition chimique, de la qualité nutritionnelle et hygiénique des productions végétales et de leur valeur technologique pour l'industrie alimentaire et non alimentaire.**

. **Techniques d'analyse du lait et des produits dérivés. Valorisation des constituants du lait. Qualité intrinsèque, hygiénique et technologique de la viande.**

. **Application des méthodes d'analyses physiques non destructives pour la gestion globale de la qualité des produits primaires et transformés. Développement de logiciels et gestion de réseaux.**

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

9 statutaires et 11 contractuels

2.1. Chef de Département

P. Dardenne, *Inspecteur général scientifique*

2.2. Scientifiques

V. Baeten, *Attaché scientifique*

G. Berben, *Inspecteur général scientifique*

A.M. Clarinval, *Attachée*

F. Debode, *Attaché scientifique ***

F. Dehareng, *Attaché scientifique (GG)*

J.A. Fernandez Pierna, *Attaché scientifique*

O. Fumière, *Attaché scientifique*

B. Gaurais, *Attachée scientifique – coordinatrice Assurance Qualité de CRA-W*

E. Janssen, *attaché (SSTC)*

J. Laloux, *Attaché scientifique*

B. Lecler, *Attaché*

J. Lenartz, *Attaché scientifique ***

A. Michotte Renier, *Attaché scientifique ***

V. Ninane, *Attachée scientifique*

G. Sinnaeve, *Attaché scientifique*

J.M. Romnee, *Attaché scientifique*

F. Rwagosore, *Attaché scientifique (UE)*

A. Van Reusel, *chef de section (jusqu'au 31/12/2003)*

Ph. Vermeulen, *Attaché scientifique (UE)*

Sources de financement (des groupes de recherches ou de contrats) : GG : groupe guidance ; SSTC : Politique scientifique fédérale ; UE, Union européenne ; ** Recherche subventionnée.

3. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX

- AFSCA : Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, membre du comité scientifique.

- Comité de rédaction de la revue scientifique BASE.

- Commission consultative pour les produits agroalimentaires (RW), membre

- Comités scientifiques du Conseil de Biosécurité.

- FIL – Fédération Internationale Laitière – Comité national belge.

- Ministère de l'Agriculture/ SPF Santé publique, DG5 – Comité de coordination du lait – Groupe produits laitiers.

- RéQuaSud asbl, Réseau Qualité Sud, présidence.

- Laboratoire national de référence de microbiologie des produits laitiers.

4. REPRÉSENTATIONS AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX

- BIPEA (Bureau interprofessionnel d'Etudes Analytiques). Membre du comité de direction.

- CEN (Comité Européen de normalisation). Expert du groupe ad hoc « Quantitative detection of GMO's » au sein du groupe de travail CEN/TC 275. Expert du groupe de travail CEN/TC 338 « Céréales et produits céréaliers ».

- ICNIRS (International Committee of Near Infrared Spectroscopy). Membre.

- ICODRL (International Circle of Dairy Research Leaders). Secrétariat : NIZO, Ede (Pays-Bas). Membre.

- IDF – FIL (Fédération Internationale Laitière).

Délégué belge à la Commission E des analyses laitières. Participation aux groupes de travail E104: bactéries et levains lactiques, E203 : assurance qualité, E301 : matières grasses, E303 : méthodes automatisées infrarouge et autres méthodes indirectes, E713 : fermeté du beurre.

- International Advisory Board for Forage for Foss-Tecator AB. Membre.

- LCHA (Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire) – AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), Paris.

Participation aux projets et réseaux européens :

- ENGL : European Network of GMO Laboratories – Réseau européen de laboratoires d'analyse des OGM, JRC-Ispira (Italie). Membre. <http://engl.jrc.it/>

- Groupe produits laitiers - Prof. H. Glaeser, Participant.

- KeLDA : Kernel Lot Distribution Assessment project – Participant http://biotech.jrc.it/sampling_KeLDA.htm. Projet d'évaluation de la distribution des lots de grains.

- MEDEO : Développement et validation de méthodes pour la détection de l'adultération de l'huile d'olive avec de l'huile de noisette. Participant. <http://www.cica.es/aliens/igmedeo/>

- STRATFEED : Stratégies et méthodes pour la détection et la quantification des tissus de mamifères dans les aliments à destination animale. Coordinateur. <http://www.stratfeed.cra.wallonie.be>

- Projet DG-SANCO d'élaboration d'un test interlaboratoire pour la détection de farines de viande et d'os dans l'alimentation animale. Co-organisateur.

- SECUPROD : Module de formation sur la qualité de production en exploitation vinicole et fromagère. Participant. <http://www.secuprod.com/>

- SIMBAG-FEED : Screening and identification methods for official control of banned antibiotics and growth promoters in feedingstuffs. Participant invité.

- TYPIC : Study of differentiated quality food products (wine and dried ham) designed to identify consumer preferences and establish objective

criteria for evaluation of such products.

Participant. <http://www.typic.org>

- TRACE : Delivering Integrated Traceability Systems that will enhance Consumer Confidence in the Authenticity of Food.

Participant. <http://trace.eu.com/>

5. THÉMATIQUES DE RECHERCHES

Les activités du Département Qualité des Productions agricoles concernent essentiellement la **qualité des matières premières et des produits transformés**, destinés aussi bien au bétail qu'à l'être humain ("feed & food"). La **diversification des méthodes d'analyse** pour la détermination de paramètres indicateurs de qualité, tant chimiques que microbiologiques, est une préoccupation majeure du Département. Ainsi, de nouvelles méthodes, plus rapides et plus efficaces, de détection de certains micro-organismes et d'antibiotiques ont été développées ou font encore l'objet de recherches. Dans le cadre d'une cellule « mycotoxines » au sein du CRA, des mises au point de méthodes de détection et de quantification des mycotoxines ont été réalisées. Parallèlement, les déterminations des paramètres de composition (protéine, matières grasses, sucres, ...) sont effectuées en routine. En plus de la composition, les éléments (métaux lourds, ETM) sont déterminés par ICP. Ces analyses dites de référence sont utilisées dans les applications développées en spectrométrie dans le proche infrarouge. Le Département répond aussi aux besoins spécifiques de secteurs particuliers. Ainsi, la **qualité technologique des céréales** reste d'actualité tandis que, dans le secteur laitier, les efforts portent, au travers de la Guidance scientifique des Organismes interprofessionnels, sur l'**harmonisation des analyses** du lait tant au niveau national qu'au niveau international.

Certaines recherches ont des implications en matière d'**environnement**. Ainsi, le Département s'est investi dans l'**agriculture de précision** en collaboration avec le Département de Production végétale (D2). L'objectif est d'amener le laboratoire au niveau du champ, ce qui doit permettre, grâce à des mesures directes associées aux systèmes de positionnement géographique (GPS), de doser d'abord et adapter à terme les intrants, réduisant ainsi l'usage irraisonné d'engrais et de produits phytosanitaires. Le Département a dans ce cadre organisé un symposium international (2nd International Conference on Embedded Near Infrared Spectroscopy, Gembloux, 18-19 Nov 2004) qui a accueilli plus de 120 participants étrangers.

La **sécurité alimentaire** est également un thème de recherche du Département. Il est essentiellement abordé par des investigations portant sur le développement ou l'affinement de méthodes performantes et novatrices. Ainsi le Département a acquis une expertise et une reconnaissance européenne dans le domaine de la **détection et de la quantification des organismes génétiquement modifiés (OGM)**. De même, le Département a su s'imposer comme un des laboratoires européens de pointe dans le domaine de la **détection et de la quantification de farines de viande et d'os dans les aliments pour animaux**.

Les actions menées sur l'**authentification** et la **traçabilité** des produits se concrétisent par une participation accrue à des programmes européens (FP5 et FP6) et constituent une autre thématique horizontale au travers des sections du Département. Elle porte sur des produits très diversifiés et fait appel à la plupart des techniques que le Département est en mesure de mettre en œuvre : chimie analytique, biologie moléculaire, spectroscopie et chimométrie.

6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES

6.1. Composition et propriétés technologiques et physico-chimiques des céréales

G. Sinnaeve, J. Lenartz, J.M. Romnee, A.M. Clarinval, P. Dardeenne

Le laboratoire de Technologie céréalière du Département réalise depuis de nombreuses années les analyses de détermination de la qualité des céréales, principalement les blés et les épeautres. En plus des analyses classiques relatives aux normes de réception des froments (Humidité, Indice de sédimentation Zélény, Nombre de chute de Hagberg, ...), les méthodes de caractérisation des propriétés rhéologiques des pâtes (Alvéographe Chopin-Dubois, Farinographe Brabender, ...) ainsi que le test belge de panification standardisée sont également pratiquées au bénéfice des principaux intervenants de la filière céréalière, aussi bien pour l'amont (les agriculteurs, les sélectionneurs, les négociants-stockeurs) que pour l'aval (meunerie boulangerie, amidonnerie-glutennerie et les industries agroalimentaires utilisatrices).

De par son statut de laboratoire de référence, le laboratoire de Technologie céréalière organise des essais circulaires pour les laboratoires d'analyse de l'ASBL Requasud. Il fait également bénéficier les différents partenaires de l'ASBL de son expérience en matière d'analyse de la qualité des céréales (constitution d'échantillons de contrôle, résolution de problèmes ...).

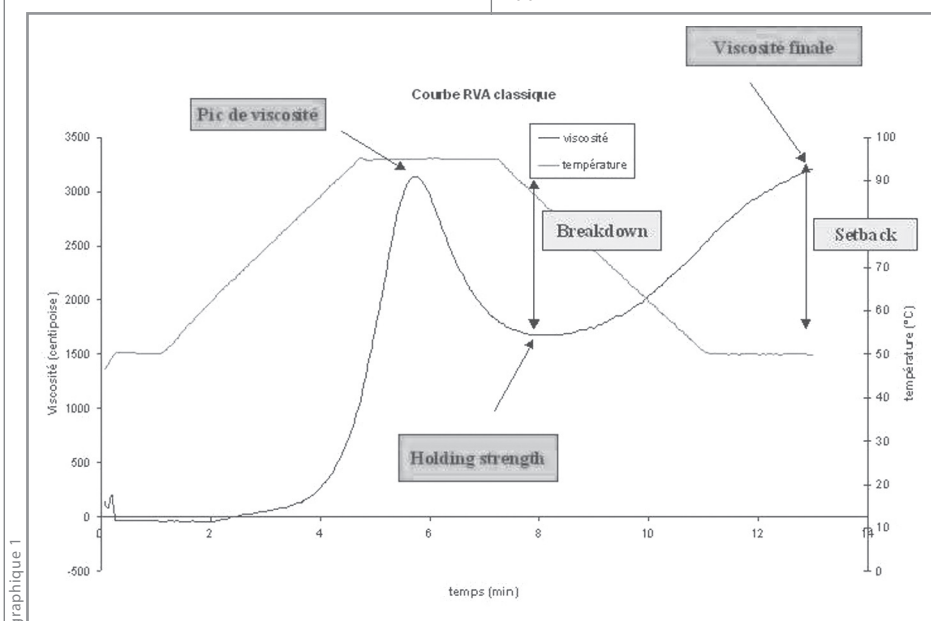
Dans le cadre de ses activités de recherches, le laboratoire participe, en collaboration étroite avec le secteur privé, au développement et à l'évaluation de nouvelles méthodes permettant de définir de manière précise et reproductible les qualités technologiques des différentes matrices issues de grains telles que les moutures intégrales et les farines blanches destinées à la panification. L'appareil Mixolab, en passe d'être commercialisé par la société Chopin-Dubois, permettant d'estimer les propriétés rhéologiques des pâtes, ainsi que le viscosimètre Rapid Visco Analyser (RVA) de la société Newport dédié à l'étude des propriétés de gélification des amidons et des farines en relation avec les activités amylolytiques, sont particulièrement étudiés. Comme d'autres analyses, le Mixolab évalue la qualité des protéines des farines et de leur réseau gluténique mais également la fraction amidon des pâtes et des activités amylolytiques associées sur base d'une prise d'essai réduite aussi bien de mouture intégrale que de farine blanche et est donc potentiel-

lement intégrable tout au long de la filière du blé, du sélectionneur à l'utilisateur final.

En plus des critères classiques déjà exposés, ces nouvelles méthodes contribuent à la caractérisation des variétés du Catalogue National en appui aux essais menés au Département Production végétale (D2) dans le cadre des essais «Obtentions végétales» et à la sélection de nouvelles variétés de froment et d'épeautre réalisée par le Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques (D3).

déjà permis de réaliser un screening des variétés cultivées en Belgique sur base des propriétés de leur fraction amidon.

Les résultats de la première biennale montrent qu'il existe une variabilité importante des caractéristiques des amidons des variétés belges. De plus, les modalités culturales semblent également influencer les propriétés des amidons de manière non négligeable. A moyens termes, il peut être envisagé de fournir aux agriculteurs des itinéraires culturaux précis destinés à produire des lots de blé dont les caractéristiques de leur fraction amidon est en adéquation avec des applications industrielles différenciées.



En collaboration avec l'Unité de Phytotechnie des Régions tempérées et l'Unité de Technologie des industries agroalimentaires, le laboratoire est également partenaire du projet « Caractérisation des facteurs influençant la composition et la structure de l'amidon et ses conséquences sur la valorisation du froment indigène », financé par la Direction générale de l'Agriculture du Ministère de la Région wallonne (Projet D31-1088). L'objectif principal du projet consiste en la caractérisation des facteurs de types génétiques (variétal), phytotechniques (quantité et fractionnement des fumures azotées, protections fongicides, dates de semis, ...) et environnementaux susceptibles d'influencer, d'une part, la structure de l'amidon (tailles des granules, teneur en amylose, propriétés de gélification, degré de polymérisation de l'amylopectine, ...) de froment et, d'autre part, les activités enzymatiques (amylasiques) présentes dans le grain qui peuvent dégrader cet amidon. Pour sa part, le laboratoire s'est intéressé aux interactions existantes entre des enzymes et la composante amidon ainsi qu'à la séparation de leur propre contribution au niveau des propriétés de gélification des moutures intégrales. Pour se faire, un protocole utilisant une solution d'AgNO₃ comme inhibiteur des activités amylolytiques a été mis au point afin de mettre en évidence les propriétés rhéologiques intrinsèques des amidons à partir d'une analyse rapide au RVA. Cette méthode, maintenant utilisée en routine, a

Profil de viscosité déterminé par le viscosimètre Rapid Visco Analyser (RVA)

6.2. Authentification et conformité des productions agricoles et agroalimentaires.

Détection qualitative et quantitative d'organismes génétiquement modifiés (OGM) ou de leurs dérivés dans des matrices agroalimentaires

E. Janssen**, F. Debode*, G. Berben

Le Département a poursuivi durant cette biennale les recherches sur la détection des OGM en se focalisant particulièrement sur la caractérisation de la qualité de l'extrait d'ADN devant servir à quantifier les teneurs en OGM et, dans le cadre d'une collaboration avec les FUNDP sur la mise au point d'une *biochip* « espèce végétale » ainsi que d'une *biochip* quantitative. Le problème des facteurs de conversion entre pourcentage en poids et pourcentage en nombre de copies par génome haploïde a aussi été abordé en prenant comme modèle le cas du maïs MON810. Enfin, les extractions sur les matières grasses végétales ont également fait l'objet d'études et ont permis de montrer qu'il peut subsister de l'ADN dans l'huile. Ce résidu ADN est dépendant du processus de raffinage de l'huile.

En tant que membre du réseau ENGL (European network of GMO laboratories), le Département a eu une contribution d'une certaine ampleur au sein du projet KeLDA coordonné par le Centre commun de recherche d'Ispra (JRC-IHCP, Ispra, Italie). Il s'agit d'un projet visant à évaluer la distribution des contaminants transgéniques dans des lots de grains en prenant les fèves de soja comme modèle. Le but à terme étant d'aboutir à des protocoles d'échantillonnage sur des charges de large tonnage dont la fiabilité scientifique aura été éprouvée.

Le Département a participé à trois tests circulaires de validation de méthodes de quantification « événement-spécifique » organisés par le JRC-IHCP (Ispra, Italie) agissant comme Laboratoire communautaire de référence pour les deux derniers tests. Il s'agit des tests de validation portant sur les maïs Bt11, NK603 (validation comprenant l'extraction de l'ADN) et TC1507.

Le Département a été contacté pour une collaboration avec le CLO (Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek, Gand) et l'ISP (Institut Scientifique de santé publique, Bruxelles) pour la constitution du laboratoire national de référence sous l'égide de l'ISP.

Terminons encore par le fait que dans ce domaine d'expertise plusieurs membres du Département ont été sollicités pour des formations ou des exposés à l'intention soit de techniciens et cadres de pays en voie de développement, d'étudiants belges ou de professionnels impliqués dans la chaîne alimentaire.



figure 1

Mouture des échantillons "KELDA" à l'IRMM

Détection de protéines animales transformées dans les aliments composés à destination animale

V. Baeten, O. Fumière, Ph. Vermeulen, A. Michotte Renier, J.A. Fernandez Pierna, F. Dehareng, G. Berben, P. Dardenne

Dans le cadre du projet européen STRATFEED, coordonné par le Département, et d'un projet national centré sur l'imagerie infrarouge, de nombreux nouveaux résultats devant conduire à un contrôle plus efficace des aliments composés à

destination animale ont été obtenus au cours de cette biennale. Tout d'abord, des initiatives ont été prises afin de mettre sur pied et d'entretenir un réseau européen d'équipes de recherches travaillant sur le développement de méthodes analytiques et oeuvrant pour le renforcement de la confiance du consommateur dans les productions animales. Ainsi, sous l'égide du projet STRATFEED, une conférence internationale sur le thème de la sécurité de la chaîne alimentaire dans le cadre des maladies à prions et regroupant plus de 120 chercheurs a été organisée en juin 2004 à Namur. Parallèlement, le fascicule 8(4) de la revue BASE a été consacré aux derniers développements dans ce domaine. Une autre initiative a été de réaliser un livre publié par la Commission Européenne et qui regroupe tous les acquis du projet STRATFEED dans le renforcement de la méthode de microscopie classique et des méthodes alternatives les plus récentes. Le Département a aussi participé à différents groupes de travail animés par la Commission Européenne en vue d'optimiser les contrôles officiels et de mettre au point une stratégie efficace pour la traçabilité des différentes catégories de sous-produits animaux.

Suite à différentes demandes de la DG-SANCO et de la DG-Recherche de la Commission Européenne, le CRA-W a contribué à plusieurs actions visant à renforcer le contrôle officiel effectué par les laboratoires en vue d'assurer la sécurité des aliments à destination animale. Ainsi, un test circulaire européen coordonné par le JRC-IRMM (Geel, Belgique) visant à mesurer l'aptitude des nouveaux Etats membres à mettre en œuvre la directive européenne pour la détection de farines animales a été organisé en collaboration avec le laboratoire de Tervuren de l'AFSCA. Ce test circulaire avait aussi pour objectif d'évaluer de nouvelles variantes du protocole d'analyse utilisés en microscopie classique et de tester la performance de nouvelles troupes immunologiques. D'autre part, deux workshops ont été organisés à Gembloux afin de permettre aux nouveaux états membres de profiter des acquis du projet STRATFEED dans le domaine de la détection des farines animales par microscopie classique et une étude de validation a été organisée en collaboration avec le JRC-IRMM et le RIKILT (Wageningen, Pays-Bas). Cette dernière étude a conduit à la modification de la directive européenne afin d'incorporer les améliorations apportées par la méthode développée dans le cadre du projet STRATFEED.

Par ailleurs, des études scientifiques ont été menées en vue de développer de nouvelles méthodes et stratégies pour la détection de farines animales dans les aliments composés. Au terme de la biennale 2003-2004, le Département a acquis l'expertise de toutes les méthodes analytiques utilisées pour la détection des farines animales : à savoir, la microscopie classique, les méthodes basées sur la biologie moléculaire et l'immunologie, ainsi que les méthodes de spectroscopie infrarouge. Le fait de rassembler au sein d'un même laboratoire l'ensemble des techniques conduit à proposer des méthodes

innovatrices telles que la microscopie et l'imagerie infrarouge, ainsi que des stratégies visant à combiner les méthodes microscopiques et de biologie moléculaire. Suite à ces différentes recherches, le Département est souvent sollicité afin de mettre son expertise à la disposition de la communauté scientifique internationale lors de conférences et de cours. D'autre part, il a contribué à différentes publications scientifiques de haut niveau (Gizzi et al., 2003; Gizzi et al., 2004; Fernandez Pierna, 2004).

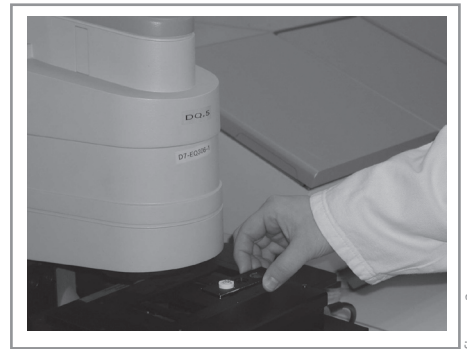


figure 2

Détection de protéines animales par microscopie infrarouge

Caractérisation de l'origine spécifique de graisses animales

G. Berben, O. Fumière, F. Rwagasore, V. Baeten

Parallèlement au problème des protéines animales transformées pouvant se retrouver dans l'alimentation animale, le problème connexe de l'origine spécifique des graisses animales susceptibles d'être utilisées en alimentation animales a également été abordé sous l'angle analytique en collaboration avec le JRC-IRMM (Geel, Belgique). Dans ce cadre, le Département a pris en charge les méthodes spectrométriques et PCR sur une série d'échantillons des graisses mono- ou multispécifiques. L'étude a montré les potentialités de la spectrométrie proche infrarouge pour identifier l'espèce animale dont est issue une graisse pure mais en cas de mélange de graisses d'espèces animales différentes sa capacité discriminatoire n'est pas suffisamment sensible pour une exploitation pratique. Pour les tests PCR en temps réel, c'est la cible bovine développée dans le cadre de STRATFEED qui a été mise à profit afin de discerner la présence de graisse d'origine bovine et il en ressort que de toutes les techniques qui ont été utilisées, c'est la PCR qui a permis de déceler les plus faibles teneurs (2%) en suif ajoutée à du saindoux. Toutefois, la PCR est limitée dans cette application par la nature indirecte du test puisqu'il faut qu'il subsiste de l'ADN dans la matière grasse. Aussi, dès que la teneur en impuretés résiduelles insolubles est trop faible (<0,15%), il n'est pas possible d'y déceler une cible bovine par PCR. C'est notamment le cas de la graisse hautement raffinée qualifiée de « premier jus » mais cette dernière ne pose aucun risque de transmission des EST. Ces résultats font l'objet d'une publication scientifique soumise en 2004.

Mise au point de méthodes analytiques pour la typicité des productions agro-alimentaires différenciées

V. Baeten, F. Rwagasore, J.A. Fernandez Pierna, G. Sinnave, P. Dardenne

Le Département a maintenu son expertise dans le développement de méthodes analytiques basées sur la spectroscopie infrarouge au service de l'authentification des produits agro-alimentaires. Cette expertise est mise à profit dans le cadre de la participation du Département à deux projets du cinquième programme cadre européen. Le premier est le projet européen MEDEO (2001-2003) qui vise la mise au point de méthodes pour la détection d'huile de noisette dans l'huile d'olive (<http://www.cica.es/aliens/igmedeo/>). Le second est le projet européen TYPIC (2003-2005) (<http://www.typic.org>) qui vise à étudier les produits alimentaires à qualité différenciée (vin et jambon sec) afin de définir les préférences du consommateur et d'établir des critères objectifs d'évaluation de ces produits. Dans le projet sont analysés le comportement du consommateur et sa perception des produits à qualité différenciée en utilisant des paramètres objectifs qui définissent la typicité de ces produits. Le projet TYPIC concerne également le développement de méthodes analytiques afin de caractériser et de garantir les qualités spécifiques de ces produits et leur traçabilité.

Traçabilité et modules de formation sur la qualité des productions fromagères

J. Laloux, F. Rwagasore

Dans le cadre d'un projet UE Leonardo da Vinci appelé SECUPROD (<http://www.secuprod.com/>), un outil de formation destiné à améliorer les compétences des exploitations fromagères dans le domaine de la sécurité alimentaire (analyse des risques et maîtrise des points critiques) et de la traçabilité a été élaboré ; grâce aux cas pratiques envisagés, il peut également servir de base aux formateurs. L'objectif était de contribuer à la maîtrise des risques alimentaires en motivant les PME tout en assurant les transferts de connaissance dans les démarches de qualité globale. Ce projet avait une dimension économique, car les PME ayant acquis une démarche qualité sont plus compétitives et économiquement plus performantes. Des évaluations du projet ont été menées par la PME partenaire (Fromagerie de Chimay) tout au long de la conception de l'outil ; des évaluations sur des utilisateurs finaux ont également été organisées dans les pays partenaires avant dissémination. La dissémination aura lieu sur supports CD et Web ce qui permettra aux utilisateurs d'accéder à d'autres sites pour mettre à jour les contextes économiques et réglementaires.

Systèmes d'information et de communication liés à la traçabilité

Ph Vermeulen, V. Baeten, R. Oger

Depuis plus de 20 ans, chaque laboratoire du Département Qualité des productions agricoles a accumulé dans ces bases, des données et des résultats liés à chaque technique pour des

matrices bien déterminées. Le regroupement des laboratoires en 1999 a permis de favoriser les synergies.

Aujourd'hui, le caractère multidisciplinaire et la présence de nombreux partenaires associés dans une recherche ainsi que la quantité d'informations analytiques ou documentaires qui est traitée nécessite le développement de systèmes d'information et de communication. Ainsi, par exemple, avec le support de la section de Biométrie du CRA-W qui a acquis une large expérience dans le développement de divers systèmes d'information, un système complet orienté Internet a été développé dans le cadre du projet européen STRATFEED (FP5) portant sur la détection des farines d'origine animale dans les aliments pour bétail (<http://stratfeed.cra.wallonie.be>). Ce système inclut un site web (extranet, intranet), des bases de données spécialisées, des outils de gestion et d'exploration des données sur les échantillons ainsi qu'un outil d'aide à la décision pour la reconnaissance des tissus sur base d'images réalisées en microscopie classique. Le site web STRATFEED a ouvert de nouvelles portes vers d'autres projets impliquant aussi bien la gestion d'échantillons et de données analytiques que la gestion de l'information et la gestion de projets. Ainsi, dans le cadre du nouveau projet européen TRACE (FP6), un système rassemblant des outils d'exploitation des données scientifiques et des outils de communication entre scientifiques est en cours de développement. Ce système destiné aux différents acteurs de la chaîne alimentaire, a pour objectif de promouvoir les systèmes de qualité et de traçabilité des produits labellisés (<http://trace.eu.org>).

6.3. Microbiologie, composition chimique et analyse des résidus dans les productions agricoles et agroalimentaires

Microbiologie des laits fermentés.

V. Ninane, F. Dehareng, G. Berben

Le Département met depuis longtemps son savoir-faire en matière de fermentations lactées à la disposition du public. Durant cette biennale, il a dispensé renseignements, aide et conseils pour la fabrication de laits fermentés et de fromage frais à de nombreux particuliers et producteurs laitiers ainsi qu'aux techniciens de l'Ecole Technique Provinciale d'Agriculture de Ciney en charge du projet régional d'"assistance technique et technologique aux producteurs et transformateurs de produits laitiers wallons" et à un professeur de la Haute Ecole Charleroi Europe. La portée de cet outil ne s'est limitée ni aux fabrications traditionnelles, ni aux frontières de la Région wallonne : le Département a, aussi, guidé un chevrier français dans une application innovante des grains de kéfir.

Répondre aux demandes du public comprend une part de recherche appliquée portant sur des aspects technologiques concis : les conditions de conservation des grains de kéfir à domicile et la durée de conservation du lait fermenté préparé

et maintenu dans des conditions domestiques standards ont ainsi été déterminés.

Parallèlement, le kéfir a fait l'objet d'une expérimentation portant sur un aspect santé : a été étudiée l'incidence de cette fermentation sur la matière grasse du lait, et en particulier sur la transformation de certains de ses composés en molécules bénéfiques à la santé (Oméga 3 et CLA).

Enfin, le Département a entrepris d'identifier le consortium microbien complexe et diversifié des grains de kéfir. Appliquée à un levain complexe, et en particulier à une population de lactobacilles, l'identification traditionnelle des micro-organismes présente deux difficultés majeures : l'étape incontournable de mise en culture et d'isolement des différentes espèces, avec le risque d'en "oublier", ainsi que le manque de fiabilité des résultats. Le laboratoire a dès lors adapté une méthode moléculaire à l'identification des lactobacilles. Au cours de cette biennale, il s'est enquis de confirmer les espèces identifiées à partir de cette méthode moléculaire par la détermination traditionnelle de leurs caractères phénotypiques. L'applicabilité de la méthode à l'énumération microbienne a également été vérifiée. Au vu de la performance de la méthode, elle a été adaptée à l'identification d'un autre genre bactérien présent dans le grain : les coques lactiques. La caractérisation de la population de levures du grain, moins aléatoire que celle des bactéries, a, par contre, été conduite de façon traditionnelle ; *Saccharomyces cerevisiae* a ainsi été isolée du grain distribué par le Département. Ces dernières recherches sont réalisées dans le cadre d'un doctorat.

Analyse des lipides par chromatographie gazeuse

F. Dehareng, V. Baeten, F. Rwagasore, V. Ninane

Depuis de nombreuses années, l'attention portée au groupe des lipides ne cesse de croître dans de nombreux domaines. Les sciences alimentaires liées notamment à la nutrition, la diététique, la technologie alimentaire, la santé ou la traçabilité exigent une connaissance de plus en plus approfondie de la composition lipidique.

La chromatographie gazeuse est une méthode analytique reconnue depuis de nombreuses années comme moyen d'analyse des lipides. De nombreux travaux ont été autrefois réalisés au sein du Département et ont notamment permis d'étudier le profil en acides gras de la graisse butyrique. Ceci a amené l'ex-station laitière à développer les bases d'un nouveau produit qui connaîtra par la suite un franc succès : le beurre frigo-tartinable.

Depuis peu, le Département a remis au goût du jour ces méthodes chromatographiques afin de mieux répondre à certaines problématiques comme la séparation et la quantification des oméga 3 et 6, des isomères d'acides gras *cis* et *trans*, de différents isomères particuliers (CLA : acides gras conjugués), ou encore, la séparation des triglycérides.

Plusieurs essais ont été réalisés en collaboration avec le Département Productions et Nutrition animales (D6). Nous avons pu ainsi montrer que chez la vache, comparativement à des régimes complétés avec du tourteau de soja ou des pois, une complémentation du régime en graines de lupin diminuait la concentration en C16:0 et augmentait la teneur en C18:0 du lait. D'autres essais ont étudié les effets de la complémentation en lupin dans la viande de poulet. Les résultats ont montré une diminution de la teneur en C16:0 pour le régime à base de lupin comparativement à un régime à base de soja. Une comparaison entre espèces des profils en acides gras du lait (truite, vache, brebis) a permis de montrer que le lait de truite est beaucoup moins riche en acides gras saturés et possède des teneurs en C18:1 et C18:2 beaucoup plus importantes que celui des deux ruminants.

Dans le cadre du projet européen TYPIC qui cherche à marquer à l'aide de méthodes analytiques la typicité de divers produits, ont été déterminés les profils en acides gras de divers jambons. Ce projet est actuellement toujours en cours. Dans le domaine des laits fermentés, nous avons mis en place un essai afin d'étudier l'influence de différentes souches de Kéfir sur la composition en acides gras.

En partenariat avec la Direction Développement et de la Vulgarisation du Ministère de la Région wallonne, nous avons effectué un suivi de la composition en acides gras de beurres de ferme de Wallonie. Nous avons pu montrer que les stratégies alimentaires actuellement appliquées dans certaines fermes afin d'augmenter les quantités en oméga 3 et en CLA étaient efficaces.

Détection des antibiotiques dans les productions agricoles

J.M. Romnee, F. Dehareng, A. Ciza

Les antibiotiques restent parmi les molécules les plus utilisées en élevage. Leur usage intensif tant curatif que préventif conduit à l'émergence de résistance bactérienne, rendant inefficaces certains traitements en médecine humaine. Le contrôle de la présence de ces molécules dans les aliments et dans les productions agricoles (résidus dans le lait, la viande) reste donc un enjeu permanent.

1. Antibiotiques dans le lait

Le laboratoire de chimie analytique a continué l'évaluation du test de détection des antibiotiques dans le lait (Delvotest MCS, repris dans la législation belge). L'évaluation du système de lecture par scanner développé par la firme DSM, réalisée au Département, a fait l'objet d'un rapport. Cette étude a permis de mettre en évidence des variations de sensibilité du test non perceptibles lors de la lecture visuelle de ce test de contrôle. En fait, cette technique est basée sur l'analyse de l'image obtenue après incubation du test. Chaque cupule de la microplaque se voit attribuer une valeur, calculée par un logiciel intégrant les trois couleurs

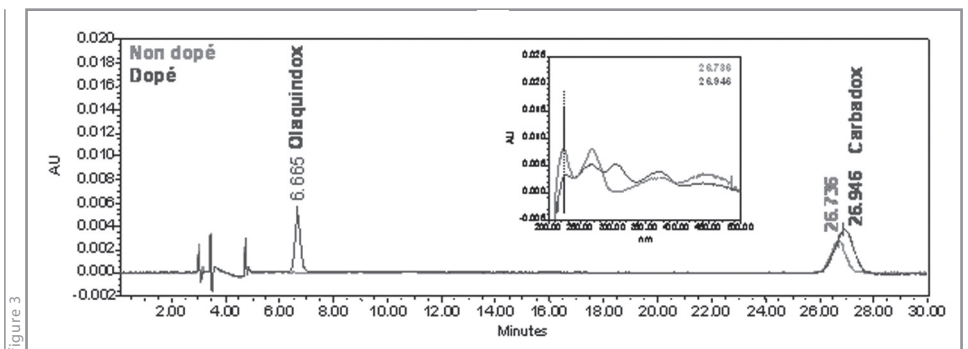


figure 3

de base et cette valeur est ensuite confrontée à une valeur seuil, définissant les échantillons positifs pénalisables. La détermination de cette valeur a fait l'objet d'une étude au sein du Département, afin d'uniformiser la lecture dans les différents laboratoires d'analyses de routine. L'analyse approfondie des résultats obtenus au laboratoire et au Comité du Lait de Battice a montré qu'il était illusoire de vouloir appliquer les concepts de la chimie analytique aux tests microbiologiques utilisés en screening. En effet, l'homogénéité des tests, même préparés en industrie, n'est pas parfaite. La variabilité observée n'est pas toujours explicable.

L'étude d'un nouveau test de détection (Copan Milk Test, Copan SA - Italie) a débuté. Ce test présente des caractéristiques similaires au Delvotest MCS (test microbiologique utilisant le même micro-organisme, *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis*, dont la croissance est révélée par un indicateur de pH). Cette étude porte sur la comparaison de la sensibilité des deux tests en conditions identiques d'utilisation, et sur l'évaluation de l'homogénéité (au sein de la même microplaque, au sein du même lot et entre lots). D'autres paramètres (influence de la teneur en cellules somatiques et en germes, de la pasteurisation et de la composition) sont par ailleurs envisagés dans cette étude.

2. Antibiotiques et promoteurs de croissance dans les aliments

Dans le cadre du projet européen SIMBAG-FEED, le Département a implémenté au laboratoire de chimie analytique une méthode de détection du carbadox et de l'olaquinox. Ces deux molécules sont des promoteurs de croissance interdits par l'Union Européenne depuis 1999, utilisés avant cette date en élevage de porcelets.

La méthode utilisée est basée sur la technique chromatographique, après extraction et purification des extraits. Les limites de détection observées sont respectivement de 0.83 mg/kg (carbadox) et de 0.08 mg/kg (olaquinox). L'utilisation du spectre UV, obtenu au moyen d'un détecteur à barette de diodes, a permis d'éliminer certains résultats faux-positifs (figure), notamment pour l'aliment « veaux » analysé. Le laboratoire a par ailleurs été retenu pour l'étude de validation de cette méthode HPLC mise en place dans le cadre de ce projet.

Chromatogramme d'un aliment dopé et non dopé. Spectre UV des pics ayant pour temps de rétention 26,736 minutes et 26,946 minutes (carbadox)

Détection des mycotoxines dans les céréales

J.M. Romnee, A. Ciza

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires produits par certains champignons. Parmi les plus connues, les trichotécènes (nivaléno, déoxynivaléno, ...) sont produites notamment par les agents responsables de la fusariose (*Fusarium* sp.). La législation européenne évolue et prévoit dans les années à venir, d'intégrer ces molécules dans les critères de qualité à respecter lors de la livraison des céréales. La limite autorisée pour le déoxynivaléno (DON) sera de l'ordre de 1.000 µg/kg, dans les céréales.

La méthode développée par le laboratoire de chimie analytique permet de séparer le nivaléno, le DON, le 15-acétyl-DON et le 3-acétyl-DON. Une seule extraction utilisant un mélange d'eau et d'acétonitrile permet de récupérer ces quatre molécules. Les limites de détection obtenues pour le DON et le nivaléno sont respectivement de 160 et de 200 µg/kg. L'utilisation du détecteur à barette de diodes a permis de mettre en évidence la présence d'interférence dans le processus de purification des extraits.

L'analyse de 38 farines provenant d'essais d'inoculation en champs a permis de comparer les résultats obtenus par test ELISA et par technique chromatographique. Les résultats montrent une bonne corrélation entre les deux méthodes. Ces essais sont menés en collaboration avec le département « Lutte biologique et ressources phylogénétiques (D3) ». Le laboratoire s'est aussi attaché à évaluer des tests de détection rapide du DON à utiliser directement à la réception des livraisons de céréales.

Développements en spectroscopie d'émission atomique couplée à un plasma induit

J.M. Romnee, A.M. Clarinval

La modification de la législation relative aux produits d'imprégnation du bois en vue de leur conservation et le remplacement des sels d'arsenic par des sels de bore impliquent le développement de méthodes analytiques permettant le suivi du bore après l'élimination du bois. Des méthodes de préparation (minéralisation par micro-ondes) et

d'analyse des échantillons (ICP-AES) ont été mises au point. Les différents fractions obtenues lors de la pyrolyse du bois (fumée, charbon de bois, résidus huileux) ont été analysées afin de localiser le bore. Ces travaux ont été menés en collaboration avec le Département Génie rural (D5).

La détermination d'autres éléments majeurs (Na, K, Ca, ...) ou mineurs (Se, Cu, Fe, Mg, ...) a été réalisée pour les autres départements du CRA-W ou pour des extérieurs (FUSAGx, Valbiom, etc ...). Ces déterminations se font sur différents types de matrices (aliments, sols, végétaux, viandes, huiles minérales et organiques, ...) et nécessitent la mise au point des paramètres analytiques propres à la technique.

6.4. Application de la spectrométrie à la gestion qualitative des productions agricoles et agro-alimentaires.

G. Sinnaeve, J.M. Romnee, V. Baeten, J. A. Fernandez Pierna, B. Lecler, P. Dardenne

Spectrométrie dans le proche et le moyen infrarouge (PIR et MIR).

1. Gestion des bases de données et de réseaux d'appareils

Les bases de données spectrales constituées au fil des années ainsi que la maîtrise acquise dans la standardisation des appareils constituent la base de la chaîne PIR et des chaînes céréales et fourrages au sein du réseau ReQuaSud. Cette expérience de la mise en réseau d'appareils a placé le Département au centre de réseaux d'appareils destinés à la recherche (Réseau INRA – 6 laboratoires répartis sur la France) ou destinés à des sociétés privées (Réseau Provimi impliquant 45 laboratoires au niveau mondial).

Ces bases de données initialement collectées sur un type de spectromètre sont en cours de toilettage et seront adaptées aux différents types de spectromètres qui sont arrivés récemment sur le marché. Les utilisateurs potentiels de la technologie PIR pourront s'adresser au Département pour le transfert des étalonnages vers leur appareillage. Ils pourront ainsi bénéficier rapidement de toute la variabilité introduites au fil des années (années de culture, variétés, lieux de culture, ...).

2. Etude de nouveaux matériels

Jusqu'il y a quelques années, le marché des spectromètres PIR étaient aux mains de quelques constructeurs. Depuis 2-3 ans l'offre s'est considérablement élargie en proposant des spectromètres dont le principe de mesure est différent (dispersifs, à transformée de Fourier, post-dispersifs à barrettes de diodes, ...), dont les plages spectrales sont différentes et dont les logiciels associés sont différents. Le Département s'emploie à étudier les méthodes de transfert de bases de données d'un appareil vers un autre de sorte que les étalonnages puissent être utilisés quel que soit le spectromètre.

3. Etude de nouveaux logiciels

Classiquement, les calibrages SPIR reposaient sur des techniques de modélisation linéaires auxquelles le Département a contribué lors de leur d'évaluation. Si ces techniques sont largement répandues et couramment utilisées, le développement d'étalonnages basés sur des techniques de réseaux de neurones artificielles (ANN) connaît un essor croissant. Cette méthode permet non seulement d'améliorer nettement les précisions et la robustesse des modèles mais aussi d'améliorer la transférabilité d'un instrument vers un autre. Dans le cadre de la thèse de doctorat de H. Prévot (2004) menée en collaboration avec l'Unité de statistique et Informatique de la FUSAGx, des comparaisons ont été menées sur 14 variables dépendantes associées à 5 collections spectrales. Les résultats obtenus dans le cadre de cette thèse montrent que les méthodes ANN sont souvent concurrentielles par rapport aux méthodes de calibrage multivarié plus classiques (MLR ou PLS). Aucune méthode n'étant uniformément la meilleure dans tous les cas, la méthode par "essais et erreurs" reste de mise.

Le concept RINA (Foss-Infrasoft International) permet de repenser le mode de fonctionnement et de gestion d'un réseau de spectromètre PIR. Les modèles prédictifs sont stockés sur un serveur (le serveur du CRA-W en l'occurrence) et les utilisateurs autorisés envoient un spectre via une connexion à Internet et reçoivent en retour les valeurs estimées par les modèles. Cette conception allège considérablement le travail du coordinateur du réseau et garanti à chaque client qu'il utilise le dernier modèle en date.

Support Vector Machine (Séparateurs à vastes marges) est une nouvelle méthode chimiométrique permettant d'établir des modèles de classification ou des modèles de quantification. Cette approche récente a été appliquée à la classification des données spectrales en imagerie dans le proche infrarouge et a fait l'objet de plusieurs conférences et publications.

4. Développement de nouvelles applications

De nombreuses applications sont développées tant pour des produits agricoles qu'agroalimentaires. Quelques exemples plus particuliers sont décrits ci-dessous.

Les spectromètres à barrettes de diodes ne présentant pas de partie mobile, sont plus robustes et sont dès lors de plus en plus utilisés en mode embarqué. Les recherches visent à placer des spectromètres PIR directement sur la récolteuse (moissonneuse-batteuse, récolteuse à fourrage) et à estimer en continu la qualité des produits et plus particulièrement la teneur en protéines. Des collaborations avec des sociétés de sélection sont menées pour le développement de calibrages permettant des dosages de l'humidité et des protéines pendant la récolte. Ceci permet d'alléger considérablement le travail de collecte, de préparation et d'analyses de milliers d'échantillons. Ces mesures associées au positionnement géographique de la récolteuse (coordonnées GPS) permettent de dresser des "cartes protéines" des parcelles, d'appliquer la fumure azotée sur cette base et de contribuer à la limita-

tion des intrants. La SPIR est également utilisée pour la détermination de la teneur en azote de tissus végétaux afin d'opérer un suivi des cultures en cours de végétation, d'optimiser la fumure azotée et de contribuer ainsi à la réduction des intrants (exemples des céréales et de la pomme de terre).

Les travaux menés dans le cadre de la Thèse de Doctorat de O. Pigeon (Département Phytopharmacie (D4)) visaient à analyser par SPIR des graines individuelles de céréales traitées à l'antraquinone, à la téfluthrine ou à l'imidaclopride. Avec l'appui de dosages par HPLC et GC, les étalonnages ont permis de dégager un indice d'homogénéité de traitement des lots. Ces travaux sont transposés aux traitements de semences de betterave.

Contacté par des ONG actives dans le recyclage de vêtements, le Département a été sollicité pour développer une méthode de tri selon le type de textiles. Ce tri s'impose si on veut valoriser le recyclage de textiles qui ne peuvent plus être vendus dans les circuits de vêtements de seconde main. Des modèles de discrimination ont été établis permettant de distinguer 6 groupes différents en fonction du constituant dominant (coton, laine, acrylique, viscose, polyester et polyamide). Le taux d'affectation correcte était de 96.8% en utilisant le « Two block Partial Least Squares » (PLS2) comme outil d'analyse discriminante.

Le CARI, centre de recherches apicoles, disposait d'une collection de 600 échantillons de miel collectés en Belgique. Une sélection 116 échantillons a été opérée sur les données chimiques. Les spectres PIR de ces échantillons ont été mesurés pour constituer une base de données reprenant la variabilité inhérentes aux miels (monofloraux, toutes fleurs, de nectar ou de miellat). Les résultats obtenus montrent qu'il est possible de doser l'humidité et d'opérer des classements en fonction des teneurs en glucose et en fructose. Les performances obtenues pour le mélizitose permettent d'opérer une classification en 3 groupes (faibles, moyennes ou fortes teneurs). De fortes teneurs en ce trisaccharide posent des problèmes lors de l'extraction du miel.

Dans le cadre de la réduction des émissions de CO₂, du biodiesel produit par transestérification d'huile végétale peut-être ajouté au diesel sans pour autant changer les réglages des moteurs. Le biodiesel est considéré comme une source d'énergie neutre quant au carbone. Au niveau de la CEE, des taux d'incorporation de 2% en 2005 et de 5.75% en 2012 seront d'application. Dans le cadre d'une collaboration menée avec le Département Génie rural (D5), des mélanges biodiesel-diesel (de 0.0 à 6.0 %) ont été réalisés à partir de 2 échantillons de biodiesel et de 4 échantillons de diesel. Le but de l'étude était d'évaluer la SPIR pour la détection et la quantification de biodiesel dans du diesel. Il ressort de l'étude que les signatures spectrales des deux produits sont très différentes. Il ressort aussi que les spectres des diesels sont assez semblables entre eux de même que ceux des biodiesels. La précision des étalonnages est telle que la SPIR est une technique qui permettra un contrôle des taux d'incorporation de biodiesel dans du diesel. Cette étude préliminaire doit être poursuivie pour développer des bases de données universelles et robustes.

7. ACTIVITES DE SERVICE

1. Accompagnement scientifique des O.I. (organismes interprofessionnels) belges

Depuis 1994, le Département assure l'accompagnement scientifique des Organismes Interprofessionnels chargés de la Détermination officielle de la Composition et de la Qualité du Lait pour le paiement des fournitures laitières. Depuis 2001, cette activité est harmonisée entre les deux principales régions du pays. Les Départements Qualité des Productions agricoles (CRA-W) et Kwaliteit van dierlijke Producten en Transformatie-technologie (CLO-Melle) assurent cette mission – qui leur a été confiée par l'arrêté royal du 3 mars 1994 – selon un protocole commun approuvé par le Comité national de Coordination du Lait. Ce protocole prévoit entre autres :

- la fourniture hebdomadaire d'échantillons de référence à teneurs connues,
- la fourniture bimestrielle d'une gamme d'échantillons pour le calibrage des appareils FTIR des Organismes Interprofessionnels,
- l'organisation mensuelle d'analyses comparatives.

2. Détection des OGM

Le volume des analyses en routine pour la détection des OGM ou de leurs dérivés est en constante augmentation (un total 500 échantillons par an durant la biennale écoulée). Un système d'assurance qualité se met en place en vue d'une demande d'accréditation en 2005. Parmi les faits notables, il faut encore pointer ici que le Département a mis en évidence le premier cas en Belgique de présence de dérivé d'OGM non autorisé (en l'occurrence le maïs GA21) dans un produit agro-alimentaire. Le laboratoire est partiellement supporté par une convention RW-DGA.

3. Service de ferments pour la préparation de produits laitiers artisanaux

Depuis la fin des années 30, une banque de ferments lactiques pour la production de fromages, de yoghourt et de kéfir est entretenue. Ces ferments font l'objet de vente aux particuliers et à des TPE avec la guidance nécessaire à une production de qualité.

4. Spectrométrie dans le proche infrarouge

Un rôle de consultance dans ce domaine est assuré par le Département qui agit par ailleurs comme laboratoire de référence auprès des membres du réseau infrarouge de RéQuaSud. A la demande de sociétés privées (sélectionneurs, fabricants d'aliments, industries agroalimentaires,...) l'expertise du Département en matière de SPIR est régulièrement sollicitée pour des analyses à façon, pour la standardisation de spectromètres, pour le transfert d'étalonnages ou pour des études de faisabilité.

Publications

Publications scientifiques avec comité de lecture

Agneessens, R., Gofflot, S., Decruyenaere, V., Lecomte, P., Sinnaeve, G., Stilmant, D. & Dardenne, P. (2004). Artificial rumen and NIR techniques to assess degradability kinetics of the major components of maize. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 717-723.



figure 4

Conférence internationale sur le thème de la sécurité de la chaîne alimentaire dans le cadre des maladies à prions organisée en juin 2004 à Namur

Baeten, V., Michotte Renier, A., Sinnaeve, G., Garrido Varo, A. & Dardenne, P. (2004). Analysis of the sediment fraction of feed by near-infrared microscopy (NIRM). In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 663-666.

Cogdill, R.P. & Dardenne, P. (2004). Kernel chemometrics: an introduction to support vector machines. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 165-170.

Cogdill, R.P. & Dardenne, P. (2004). Least-squares support vector machines for chemometrics: an introduction and evaluation. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 12 (1), 93-100.

Collard, J.F., Agneessens, R., Stilmant, D. & Dardenne, P. (2004). Use of near infrared spectroscopy for compost characterisation. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 769-773.

Corbisier, P., Sinnaeve, G., Baeten, V., Sindic, M., Dardenne, P. & Deroanne, C. (2004). Optimisation of the measurement of meat and meat products; valorisation of the databases. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 535-540.

Dardenne, P. (2004). Calibration transfer in near infrared spectroscopy. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 19-26.

Dardenne, P., Crowe, I.A. & Lagerholm, M. (2004). Spectral standardisation methods and modelling techniques applied to a diverse population of forage samples. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 267-272.

Decruyenaere, V., Peters, M., Stilmant, D., Dardenne, P. & Buldgen, A. (2004). Near infrared spectroscopy applied to faeces to predict botanical composition of sheep intake. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 725-730.

Dolores Pérez-Marin, M., Garrido Varo, A., Guerrero, J.E., Murray, I., Puigdomenech, A., Dardenne, P., Baeten, V. & Zegers, J. (2004). Detection and quantification of mammalian meat and bone meal in compound feedingstuffs using NIR. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 667-671.

Fernandez Pierna, J.A., Baeten, V., Michotte Renier, A., Cogdill, R.P. & Dardenne, P. (2004). Combination of SVM and NIR imaging spectroscopy for the detection of MBM in compound feeds. *Journal of Chemometrics*, accepted.

Fernandez-Cabanas, V.M., Garrido Varo, A., Garcia Olmo, J., De Pedro, E. & Dardenne, P. (2004). Influence of mathematical pretreatments on Iberian pig fat calibrations affected by uncontrolled error sources. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 219-223.

Fernandez-Cabanas, V.M., Garrido Varo, A., Perez Marin, D. & Dardenne, P. (2004). Influence of mathematical pretreatments on calibrations for ground and unground compound feedingstuffs. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 213-218.

Fumière, O., Dubois, M., Grégoire, D., Thewis, A. & Berben, G. (2003). Identification on commercialized products of AFLP markers able to discriminate slow- from fast-growing chicken strains. *J. Agric. Food Chem.*, **51**, 1115-1119.

Fumière, O., Thewis, A. & Dardenne, P. (2004). Detection of frauds of certified chicken cuts by NIR analysis. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 547-550.

Gizzi, G., van Raamsdonk, L., Baeten, V., Murray, I., Berben, G., Brambilla, G. & von Holst, C. (2003). Risk analysis of prion diseases in animal. An overview of tests for animal tissues in feeds applied in response to public health concerns regarding BSE. *Revue Scientifique et Technique, Office International des Epizooties*, **22**, 311-331.

Gizzi, G., von Holst, C., Baeten, V., Berben, G. & van Raamsdonk, L. (2004). Determination of processed animal proteins, including meat and bone meal, in animal feed. *Journal of AOAC International*, **87**(6) (6), 1334-1341.

Jin, L., Fernandez Pierna, J.A., Wahl, F., Dardenne, P. & Massart, D.L. (2003). The law of mixtures method for multivariate calibration. *Analytica Chimica Acta*, **476**, 73-84.

Lenartz, J., Massaux, C., Sinnaeve, G., Sindic, M., Bodson, B., Dardenne, P., Falisse, A. & Deroanne, C. (2003). Is the Hagberg Falling Number always linked to the α -amylase activity of wheat? In: *Recent Advances in Enzymes in Grain Processing*, Delcour, J.A. Leuven - België, ACCO, 29-31.

Michotte Renier, A., Baeten, V., Sinnaeve, G., Fernandez Pierna, J.A. & Dardenne, P. (2004). The NIR camera: a new perspective for meat and bone meal detection in feedingstuffs. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 1061-1065.

Murray, I., Dardenne, P., Baeten, V. & Garrido Varo, A. (2004). *Strategies and methods to detect and quantify mammalian tissues in feedstuffs: A summary of the EU STRATFEED project (G6RD-2000-CT-00414)*. Recent Advances in Animal Nutrition - 2004. Nottingham - UK, Nottingham University Press, in press.

Murray, I., Dolores Pérez-Marin, M., Garrido Varo, A., Guerrero, J.E., Puigdomenech, A., Dardenne, P., Baeten, V. & Zegers, J. (2004). Stratfeed near infrared instrument network for detecting animal tissues in feedingstuffs. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 291-294.

Ninane, V., Berben, G., Romnee, J.-M. & Oger, R. (2005). Variability of the microbial abundance of a kefir grain starter cultivated in partially controlled conditions. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, accepté en décembre 2004.

Pigeon, O., Dardenne, P., Sinnaeve, G. & De Vos, P. (2004). Quality control of seed treatments using near infrared spectroscopy. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 1083-1087.

Sinnaeve, G., Ciza, A., Deconinck, T., Destain, J., Thonart, P. & Dardenne, P. (2004). Monitoring of the de-esterification and depolymerisation of pectins by Near Infrared Reflectance spectroscopy. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 947-951.

Sinnaeve, G., Herman, J.L., Baeten, V., Sadaoui, Y., Frankinet, M. & Dardenne, P. (2004). Quality assessment of wheat and forage using diode array NIR instrument on the harvester. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 319-325.

Undersander, D.J., Crowe, I.A., Dardenne, P., Flinn, P.C., Paul, C., Berzaghi, P., Martin, N.P. & Buchmann, N.B. (2004). An international ring trial to assess differences between laboratories in forage analysis. In: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*, Davies, A.M.C. & Garrido-Varo, A. Norfolk - UK, NIR Publications, 691-693.

Vermeulen, P., Baeten, V., Dardenne, P., van Raamsdonk, L., Oger, R., Monjoie, A.-S. & Martinez, M. (2003). Development of a website and an information system for a EU R&D project: the example of the STRATFEED project. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, **7** (3-4), 161-169.

Vermeulen, P., Oger, R., Martinez, M., Baeten, V. & Dardenne, P. (2004). Development of an internet based data explorer for a samples database: the example of the STRATFEED project. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, **8** (4), 235-240.

Welle, R., Greten, W., Rietmann, B., Alley, S., Sinnaeve, G. & Dardenne, P. (2003). Near-infrared spectroscopy on chopper to measure maize forage quality parameters online. *Crop Sciences*, **43**, 1407-1413.

Publications scientifiques libres

Baeten, V. & von Holst, C. (2004). *Sample preparation for meat and bone meal (MBM)*. Lecture in: EC JRC Workshop on sample preparation and homogenisation, Geel - Belgique, 25-26 November 2004.

Baeten, V. (2004). *MBM detection: Status of alternative techniques*. Lecture in: Workshop on "BSE - Detection of banned meat and bone meal", Wageningen - The Netherlands, 20-22 October 2004 and 15-17 November 2004.

Baeten, V., Meurens, M., Yan, S.H., Mignolet, E. & Larondelle, Y. (2003). *Analysis of milk fat by Raman spectroscopy*. Lecture in: IDF-FIL Pre-summit Symposium on innovative research in dairy science and technology, Brugge - België, 7-9 September 2003.

Baeten, V., Michotte Renier, A., Fernandez Pierna, J.A., Fissiaux, I., Fumière, O., Berben, G. & Dardenne, P. (2004). *Review of the possibilities offered by the near infrared microscope (NIRM) and near infrared camera (NIR Camera) for the detection of MBM*. Lecture in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Baeten, V., Michotte Renier, A., Vermeulen, P. & Dardenne, P. (2003). *Use of Near-infrared microscopy (NIRM) and IR Camera to detect and quantify meat and bone meal (MBM) in compound feed*. Lecture in: AAFCO&FDA, Tucson - Arizona - USA, 14 January 2003.

Baeten, V., Rwagasore, F., Sinnaeve, G., Fernandez Pierna, J.A. & Dardenne, P. (2004). *Ham and Wine analysis by Infrared spectroscopy*. Lecture in: Typic workshop, Montpellier - France, 25-26 June 2004.

Baeten, V., von Holst, C., Michotte Renier, A., Fissiaux, I., Murray, I. & Dardenne, P. (2004). *In-house validation of the near infrared microscopy (NIRM) technique for the detection of animal meal in feedingstuffs*. Poster in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Baeten, V., von Holst, C., van Raamsdonk, L. & Dardenne, P. (2004). *Analytical methods to control the feed ban*. Lecture in: TALEX: BSE - FEED, Oldenburg - Germany, 26-27 May 2004.

Bartiaux-Thill, N., Wavreille, J., Pilette, F. & Dehareng, F. (2003). *Milk fatty acids pattern of sows housed indoors or outdoors*. Poster in: Congrès (European Society of Veterinary and Comparative Nutrition), Hannover - Germany, 3-4 December 2003.

Berben, G. (2003). *Contrôles alimentaires : Détection et quantification des OGM*. Lecture in: Séminaires pour Arsène Burny, Gembloux - Belgique, 27 Octobre 2003.

Berben, G. (2003). *DNA extraction methods*. Open forum discussion. Lecture in: Third official plenary session of the ENGL (European Network of GMO laboratories), Barza - Italy, 19 November 2003.

Berben, G., Janssen, E. & Debode, F. (2003). *Quantification of GM contaminants*. Scientific workshop on genetic traceability of GM-crops, Brussels, 26 September 2003, Institute of Public Health, p 161-196.

Chiappini, B., Aarts, H.J.M., Agrimi, U., Berben, G., Brambilla, G., Frezza, D. & Vaccari, G. (2004). *Relationship between rendering process temperatures and DNA degradation in Meat and Bone Meals by real time PCR assay*. Poster in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Dardenne, P. & Fernandez Pierna, J.A. (2004). *Application of SVM (Support Vector Machines) to discriminate vegetal and animal tissues in feed from NIR imaging spectroscopy*. Lecture in: 12th International Diffuse Reflectance Conference (IDRC), Chambersburg - Pennsylvania - USA, 8-13 August 2004.

Dardenne, P. (2003). *NIR infrared spectroscopy from farm to fork*. Lecture in: ISSPA - 2003, Cape Town - South of Africa, January 2003.

Dardenne, P. (2004). *Building embedded NIR calibrations for grass forage: linear or non-linear?* 2nd International Conference on "Embedded Near Infrared Spectroscopy", Gembloux - Belgique, 18-19 November 2004, CRA-W.

Dardenne, P., Baeten, V. & Vermeulen, P. (2004). *Stratfeed project overview*. Lecture in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Dardenne, P., Baeten, V., Vermeulen, P. & Berben, G. (2004). *Agenda and abstracts*. CRA-W. International Symposium on "Food and feed safety in the context of prion diseases", Namur - Belgique, 16-18 June 2004, 166p.

Debode, F. (2003). *La PCR en temps réel : une technique de pointe pour la détection et la quantification des OGM. Principe - stratégies de détection - exemples concrets*. Lecture in: "Cycle OGM" des "Séminaires du Centre de Recherche sur la Biodiversité" de l'Université catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve - Belgique, 14 Février 2003.

Debode, F., Gauthier, G., Marien, A., Berben, G. & Remacle, J. (2003). *Specific detection of plants by Real Time PCR and microarray technology*. Bioforum proceedings 2003, Liège - Belgique, 9 May 2003, Université de Liège, p 85.

Debode, F., Musongela, K.D., Janssen, E. & Berben, G. (2003). *Is there DNA in oil?* Lojza J., Cajka T., Kocourek V., Hašjlová J. eds. 1st International Symposium on Recent Advances in Food Analysis, Prague, 5-7 November 2003, Institute of Chemical Technology, p 102.

Dehareng, F., Fernandez Pierna, J.A. & Jadoul, T. (2004). *Facteurs de variabilité du taux de lipolyse du lait*. Poster in: Paris, 8-9 Décembre 2004.

Dehareng, F., Froidmont, E., Deconinck, T., Bartiaux-Thill, N. & Laloux, J. (2003). *Dairy cattle diet: influence of protein dietary source on milk fatty acid composition*. Lecture in: IDF-FIL Pre-summit Symposium on innovative research in dairy science and technology, Brugge - België, 7-9 September 2003.

Dubois, M., Fumière, O., von Holst, C., Brambilla, G. & Berben, G. (2003). *Meat and bone meal detection in feed by real time PCR with specific hybridization probes*. Poster in: BSE methodology workshop, FDA & AAFCO, Tucson - Arizona - USA, 17 January 2003.

Fernandez Pierna, J.A. & Dardenne, P. (2004). *Estimation of uncertainty in multivariate calibration*. 2nd International Conference on "Embedded Near Infrared Spectroscopy", Gembloux - Belgique, 18-19 November 2004, CRA-W, 1p.

Fernandez Pierna, J.A., Baeten, V., Michotte Renier, A. & Dardenne, P. (2003). *Application de SVM (Support Vector Machine) pour la discrimination des particules végétales et animales en imagerie spectrale dans le proche infrarouge*. Lecture in: Chimimétrie 2003, Paris, 3-4 Décembre 2003.

Fernandez Pierna, J.A., Baeten, V., Michotte Renier, A. & Dardenne, P. (2004). *Hyperspectral infrared technique: the use of Support Vector Machines (SVM) in large data sets*. Lecture in: The Winter School of Chemometrics WSC-3, Pushkinskiy Gory - Russia, 12-16 February 2004.



Fernandez Pierna, J.A., Baeten, V., Michotte Renier, A., Cogdill, R.P. & Dardenne, P. (2003). *Chemometric methods applied to large data matrices obtained with the NIR camera*. Lecture in: BSS 2003, La Roche - Belgique, 10-11 October 2003.

Fernandez Pierna, J.A., Baeten, V., Michotte Renier, A., Cogdill, R.P. & Dardenne, P. (2004). *The combination of a NIR camera and chemometrics (SVM) for the detection of MBM in compound feed*. Poster in: 12th International Diffuse Reflectance Conference (IDRC), Chambersburg - Pennsylvania - USA, 8-13 August 2004.

Fernandez Pierna, J.A., Didelez, G., Baeten, V., Michotte Renier, A. & Dardenne, P. (2004). *Chemometrics for hyperspectral data: application to screening of compound feeds*. Poster in: 9th International Conference on chemometrics in Analytical Chemistry - CAC 2004, Lisboa, 20-23 September 2004.

Fernandez Pierna, J.A., Michotte Renier, A., Baeten, V. & Dardenne, P. (2004). *NIR camera and Chemometrics (SVM): the winner combination for the detection of MBM*. Poster in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Fernandez Pierna, J.A., Michotte Renier, A., Baeten, V. & Dardenne, P. (2003). *Détection de contaminations d'aliments composés par des farines animales et discrimination des farines animales et de poisson par analyse de spectres issus de l'imagerie spectrale proche infrarouge*. Poster in: Chimométrie 2003, Paris, 3-4 Décembre 2003.

Froidmont, E., Beckers, Y., Dehareng, F., Thewis, A. & Bartiaux-Thill, N. (2004). *Lupin seed as a substitute to soybean meal in broiler chicken feeding: incorporation level and enzyme preparation effects on performance, digestibility and met composition*. Lecture in: 55th EAAP, Bled - Slovenia, 4-9 September 2004.

Froidmont, E., Dehareng, F. & Bartiaux-Thill, N. (2003). *Influence de la substitution partielle de tourteau de soja par des graines de lupin et/ou de pois sur le profil en acides gras du lait chez la vache laitière haute productrice*. Poster in: Journées Filière Lait, Rennes - France, 2-3 juillet 2003.

Froidmont, E., Delbouille, L., Romnee, J.-M. & Bartiaux-Thill, N. (2004). *Valorisation d'un ensilage mixte de maïs et de lupin par des vaches laitières hautes productrices*. Poster in: Journées rencontres recherches ruminants, Paris, Décembre 2004.

Froidmont, E., Delbouille, L., Romnee, J.-M. & Bartiaux-Thill, N. (2004). *Mixing lupin to maize silage: towards a better nutritional balance of crude forage for dairy cow feeding*. Poster in: International workshop AEP "Grain legumes and the environment: how to assess benefits and impacts?" Zurich - Switzerland, 18-19 November 2004.

Fumière, O. (2003). *Application de la PCR à l'identification des espèces animales*. Lecture in: Formation d'une durée de 5 jours des agents du Laboratoire Officiel d'Analyses et de Recherches Chimiques de Casablanca (LOARC) dans le cadre d'une convention entre la Coopération Technique Belge (CTB) et le Maroc, Casablanca - Maroc, 18-25 Octobre 2003.

Fumière, O. (2004). *TSE management in livestock feeds and feeding. Detection of meat and bone meals by immunossays*. Lecture in: 2 days SAFOSO training session, Bern - Switzerland, 18-19 November 2004.

Fumière, O., André, C., Berben, G., Dardenne, P. & Baeten, V. (2004). *An original strategy coupling NIRM and PCR for detection and species identification of MBM particles*. Poster in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Fumière, O., Osmanaj, I., Chiappini, B., Brambilla, G., Aarts, H.J.M., Vaccari, G. & Baeten, V. (2004). *PCR analysis can help microscopist to identify animal species present in the sediment fraction of compound feed*. Poster in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Fumière, O., Osmanaj, I., Lafortune, M. & Berben, G. (2004). *Rapid detection of processed animal protein in feed with ReVeL (ruminant strip test)*. Rapid Methods Europe 2004, Noordwijk aan Zee - The Netherlands, 25-26 March 2004, p 83-84.

Janssen, E., Debode, F. & Berben, G. (2003). *DNA purity and Real Time PCR kinetics: influence of the inhibitory effect on GMO quantitation*. Lojza J., Cajka T., Kocourek V., Hašjlová J. eds. 1st International Symposium on Recent Advances in Food Analysis, Prague, 5-7 November 2003, p 127.

Janssen, E., Hulin, J., Debode, F. & Berben, G. (2004). *Quantitation of genetically modified maize MON810 in two reference systems gives evidence of limitations in use of the conversion factor concept*. Rapid Methods Europe 2004, Noordwijk aan Zee - The Netherlands, 25-26 March 2004, p 89-90.

Lenartz, J., Massaux, C., Sinnaeve, G., Sindic, M., Bodson, B., Falisse, A., Deroanne, C. & Dardenne, P. (2004). *Influence of the α -amylase activity and the intrinsic starch characteristics of pasting properties of wheat whole meal*. 12 th ICC Cereal & Bread Congress, Usct 2004, Harrogate - UK, 23-26 May 2004, p 82.

Lenartz, J., Massaux, C., Sinnaeve, G., Sindic, M., Bodson, B., Falisse, A., Deroanne, C., Delcour, J. & Dardenne, P. (2003). *The relationship between Hagberg Falling Number, α -amylase activity of wheat grains and the wholemeal pasting properties determined by the Rapid Visco Analyser*. Lecture in: Starch functionality with the RVA. European Seminar-Practical and Theoretical Workshop, Amsterdam, 25-26 March 2003.

Lenartz, J., Sinnaeve, G. & Dardenne, P. (2004). *Perspectives offertes par un nouvel appareil de mesure de la rhéologie: le Mixolab*. Résultats de la campagne céréalière 2004 et perspectives offertes par de nouvelles méthodes rhéologiques, Gent - Belgique, 14 Octobre 2004, 12p.

Michotte Renier, A., Baeten, V. & Dardenne, P. (2003). *Near infrared microscopy and near infrared image processing applied to the detection of meat and bone meal in feeding stuffs*. Lecture in: 6th Multinational Congress on Microscopy, Pula - Croatia, 1-5 June 2003.

Michotte Renier, A., Baeten, V., Fissiaux, I. & Dardenne, P. (2003). *Detection of meat and bone meal using near infrared microscopy and IR camera*. Poster in: BSE methodology workshop, FDA & AAFCO, Tucson - Arizona - USA, 17 January 2003.

Moens, W., Mylle, E., Mbongolo Mbella, G., Penninx, I., Van den Bulcke, M., Weighardt, F., De Loose, M., Corbisier, P., Bertheau, Y., Patrick, P., Broll, H., Berben, G. & Van den Eede, G. (2003). *Cloned genetic markers as reference analytes in PCR and real-time PCR: the ENGL plasmid collection*. Scientific workshop on genetic traceability of GM-crops, Brussels, 26 September 2003, Institute of Public Health, 57-59.

Penninx, I., Mylle, E., Mbongolo Mbella, G., Van den Bulcke, M., Weighardt, F., De Loose, M., Corbisier, P., Bertheau, Y., Patrick, P., Broll, H., Berben, G., Van den Eede, G. & Moens, W. (2003). *A bank of GMO markers: the ENGL reference plasmids of cloned GMO and species markers*. Poster in: 1st International Symposium on Recent Advances in Food Analysis, Prague, 5-7 November 2003.

Rondia, P., Dehareng, F., Delmotte, C., Larondelle, Y. & Bartiaux-Thill, N. (2004). *Incidence d'un complément alimentaire à base de graines de lin extrudées sur la composition des matières grasses du lait de brebis au pâturage*. Poster in: Journée 3R, Paris, 8-9 Décembre 2004.

Rwagasore, F., Fumière, O., Baeten, V., Berben, G., Dardenne, P., Bellorini, S., Strathmann, S., Tirendi, S. & von Holst, C. (2004). *Possibilities of FT-IR and PCR to discriminate species by animal fats*. Poster in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Sindic, M. & Dardenne, P. (2003). *Apports de la recherche et outils mis en place pour la gestion et le contrôle de la qualité*. Huitième Carrefour des Productions Animales "L'Avenir des filières différenciées", Gembloux - Belgique, 22 Janvier 2003.

Sinnaeve, G. & Dardenne, P. (2003). *25 ans de spectrométrie proche infrarouge au CRA: applications agronomiques*. Lecture in: Séminaire Proche Infrarouge Buchi Sarl, Rungis - France, 16 Septembre 2003. Sinnaeve, G. (2004). *The use of near infrared spectroscopy in the field of feed and forages*. Lecture in: 1st joint Perten Instrument - Tripette et Renaud Chopin seminar, Paris, 10-14 October 2004.

Sinnaeve, G., Dardenne, P. & Lenartz, J. (2004). *Caractérisation des facteurs influençant la structure de l'amidon et ses conséquences sur la valorisation du blé indigène*. Colloque Recherche en agriculture wallonne - Réseau d'excellence, Liège - Belgique, 21 Mai 2004.

Sinnaeve, G., Herman, J.L., Baeten, V., Sadaoui, Y., Frankinet, M. & Dardenne, P. (2003). *Quality assessment of wheat and forage using a diode array NIR instrument on the harvester*. Lecture in: 11th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, Cordoba - Spain, 6-11 April 2003.

Sinnaeve, G., Herman, J.L., Baeten, V., Sadaoui, Y., Frankinet, M. & Dardenne, P. (2003). *Quality assessment of wheat and forage using a diode array NIR instrument on the harvester*. Lecture in: Sommerfahrt der Arbeitsgruppe NIRS Harvest Line, Assendorf - Germany, 24 June 2003.

Sinnaeve, G., Herman, J.L., Baeten, V., Sadaoui, Y., Frankinet, M. & Dardenne, P. (2003). *Quality assessment of wheat and forage using a diode array NIR instrument on the harvester*. Lecture in: 11th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, Cordoba - Spain, 6-11 April 2003.

Sinnaeve, G., Herman, J.L., Frankinet, M. & Dardenne, P. (2004). *Grass forage: a comparison between embedded NIR and the classical oven*

determination of moisture. 2nd International Conference on "Embedded Near Infrared Spectroscopy", Gembloux - Belgique, 18-19 November 2004, CRA-W, 6p.

Sinnaeve, G., Herman, J.L., Frankinet, M. & Dardenne, P. (2004). *Embedded diode array NIR instrument for the quality assessment of fresh grass forage*. Poster in: 12th International Diffuse Reflectance Conference (IDRC), Chambersburg - Pennsylvania - USA, 8-13 August 2004.

Van Reusel, A. (2003). *Le lait, qualité et guidance: collaborations sans frontières*. Symposium organisé à l'occasion du départ à la retraite de André Van Reusel, chef de section, Gembloux - Belgique, 26 Novembre 2003, p 32.

Vermeulen, P., Baeten, V., Dardenne, P., van Raamsdonk, L., Oger, R., Monjoie, A.-S. & Martinez, M. (2004). *Development of a website and an information system for an EUR&D project: the example of the STRATFEED project*. Poster in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Vermeulen, P., Baeten, V., Dardenne, P., van Raamsdonk, L., Oger, R., Monjoie, A.-S. & Martinez, M. (2004). *Development of an internet based data explorer: the example of the STRATFEED explorer*. Poster in: International symposium on Food and Feed safety in the context of prion diseases, Namur - Belgique, 16-18 June 2004.

Wavreille, J., Pilette, F., Rondia, P., Froidmont, E., Dehareng, F. & Bartiaux-Thill, N. (2003). *Qualité du lait maternel: comparaison inter-espèce de la composition de la matière grasse de laits de truie, de vache et de brebis*. Poster in: Journées Filière Lait, Rennes - France, 2-3 juillet 2003.

Rapports

Baeten, V., Fernandez Pierna, J.A., Meurens, M., Dardenne, P. & Ramon, A. (2004). *Contribution of FT-MIR and FT-Raman spectroscopy to the development of a methodology to detect hazelnut oil in olive oil*. CRA-W, UCL, CSIC. Final report, 33p.

Boix, A., von Holst, C., Baeten, V., Berben, G. & Vancutsem, J. (2004). *Determination of processed animal proteins (PAPs) including meat and bone meal (MBM) in feed*. EC-DG-JRC-IRMM, CRA-W, AFSCA. Final report, 102p.

Couvreur, L., Vancutsem, F., Bodson, B., Weickmans, B., Herman, J.L., Moreau, J.M., De Prof, M., Sinnaeve, G., Van Remoortel, V., Deroanne, C., Frankinet, M., Meewis, P. & Falisse, A. (2004). *Le froment d'hiver: année culturale 2003-2004*. Livre Blanc "Céréales". Gembloux - Belgique, FUSAGx et CRA-W. Rapport annuel, Froment p 1-15.

Dardenne, P., Baeten, V., Berben, G., Fumière, O. & Vermeulen, P. (2004). *Stratfeed project - NL13 - report of the Geel meeting (10-12 March 2004)*. Gembloux - Belgique, newsletter, 43p.

Dardenne, P., Baeten, V. & Vermeulen, P. (2004). *Strategies and methods to detect and quantify mammalian tissues in feeding-stuffs*: January - December 2003. Gembloux - Belgique, CRA-W. Annual report, 92p.

Dardenne, P., Baeten, V., Berben, G. & Vermeulen, P. (2003). *Stratfeed project - NL9 - report of the work progress (01/01/03 - 01/04/03)*. Gembloux - Belgique, newsletter, 19p.

Dardenne, P., Baeten, V., Berben, G. & Vermeulen, P. (2003). *Stratfeed project - NL10 - report of the Aberdeen meeting (14-16 May 2003)*. Gembloux - Belgique, newsletter, 41p.

Dardenne, P., Baeten, V., Berben, G. & Vermeulen, P. (2003). *Stratfeed project - NL11 - report of the work progress (01/07/03 - 01/10/03)*. Gembloux - Belgique, newsletter, 19p.

Dardenne, P., Baeten, V., Berben, G. & Vermeulen, P. (2003). *Stratfeed project - NL12 - report of the work progress (01/10/03 - 01/01/04)*. Gembloux - Belgique, newsletter, 14p.

Dardenne, P., Baeten, V. & Vermeulen, P. (2003). *Strategies and methods to detect and quantify mammalian tissues in feedingstuffs*: January - December 2002. Gembloux - Belgique, CRA-W. Annual report, 89p.

Debode, F., Marien, A., Dardenne, P. & Berben, G. (2004). *Développement d'une méthode qualitative et quantitative pour la détection des transgènes applicable en routine aux productions agricoles et aux denrées alimentaires: la technique PCR "real time"*. Convention de recherche 5-6062 financée par le SPF Santé publique. Gembloux - Belgique, CRA-W. Rapport final, 69p.

Debode, F., Marien, A., Dardenne, P. & Berben, G. (2003). *Développement d'une méthode qualitative et quantitative pour la détection de transgènes applicable en routine aux productions agricoles et aux denrées alimentaires: la technique PCR "real time": Convention de recherche S-6062 financée par le SPF Santé publique.* Gembloux - Belgique, CRA-W. Rapport partiel, 57p.

Dehareng, F., Genard, O., Grijspeerd, K., Havelange, M., Reybroeck, W., Romnee, J.-M., Van Crombrugge, J.-M., Van Royen, G. & Veselko, D. (2003). *Rapport d'utilisation du DelvoScan: Système de lecture automatique des plaques de détection des substances inhibitrices.* Gembloux - Belgique, CRA-W. Rapport, (Fr-NI) 12p.

Dehareng, F., Laloux, J. & Van Royen, G. (2003). *Guidance scientifique des organismes Interprofessionnels belges chargés de la détermination officielle de la qualité et de la composition du lait fourni aux acheteurs.* Gembloux - Belgique, Département Qualité des Productions Agricoles - CRA-W. Rapport annuel, (Fr-NI) 20p.

Dehareng, F., Romnee, J.-M. & Veselko, D. (2003). *Suivi de la variation de la sensibilité des Delvotest MCS par le DelvoScan.* Gembloux - Belgique, CRA-W. Rapport, 11p.

Dehareng, F., Laloux, J. & Van Royen, G. (2004). *Guidance scientifique des organismes Interprofessionnels belges chargés de la détermination officielle de la qualité et de la composition du lait fourni aux acheteurs.* Gembloux - Belgique, CRA-W. Rapport annuel, (Fr-NI) in press.

Detrixhe, P., Chandelier, A., Sinnaeve, G. & Cavelier, M. (2004). *Mycotoxines en culture de froment d'hiver: coup d'oeil sur la saison 2003.* Livre Blanc "Céréales". Gembloux - Belgique, FUSAGx et CRA-W. Rapport annuel, Mycotoxines p 1-5.

Gizzi, G., von Holst, C., Baeten, V., Berben, G. & van Raamsdonk, L. (2003). *Intercomparison study for the determination of processed animal proteins including meat and bone meal in animal feed.* EC-DG-JRC-IRMM, CRA-W, RIKILT. Final report, 100p.

Massaux, C., Lenartz, J., Sincic, M., Sinnaeve, G., Bodson, B., Deroanne, C., Dardenne, P. & Falisse, A. (2004). *L'amidon du grain de froment: une composante à valoriser par des productions différenciées ?* Livre Blanc "Céréales". Gembloux - Belgique, FUSAGx et CRA-W. Rapport annuel, Amidon p 1-9.

Moens, W., De Loose, M., Remacle, J., Callebaut, A., Berben, G., Degand, I., Deglas, V., Derwaelt, T., Gauthier, G., Janssen, E., Mbongolo Mbella, G., Merckaert, C., Mylle, E., Penninckx, I. & Taverniers, I. (2004). *Tracing and authentication of GMO and derived products in the food-processing area. OSTC contract nr. CP/42/322.* Brussels, Belgian Science Policy, 28p.

Moens, W., De Loose, M., Remacle, J., Callebaut, A., Berben, G., Degand, I., Deglas, V., Derwaelt, T., Gauthier, G., Janssen, E., Mbongolo Mbella, G., Merckaert, C., Mylle, E., Penninckx, I. & Taverniers, I. (2003). *Tracing and authentication of GMO and derived products in the food-processing area. OSTC contract nr. CP/42/322.* Brussels, Belgian Science Policy, Intermediate report, 49p.

Romnee, J.-M. & Reybroeck, W. (2003). *Etat des lieux: situation en Wallonie pour les antibiotiques dans le lait cru de ferme, le lait cru de collecte, dans les poudres de lait et dans les laits de consommation, dans les laits de chèvres et de brebis - année 2002.* Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture - Fonds de la Santé des Animaux. Rapport annuel,

Romnee, J.-M. & Reybroeck, W. (2004). *Etat des lieux: situation en Wallonie pour les antibiotiques dans le lait cru de ferme, le lait cru de collecte, dans les poudres de lait et dans les laits de consommation, dans les laits de chèvres et de brebis - année 2003.* AFSCA - Fonds de la Santé des Animaux. Rapport annuel,

Sinnaeve, G., Lecler, B. & Mouteau, A. (2004). *Coordination du réseau SPIR et mise au point des méthodes de référence en matière de mesure de la qualité chimique et technologique des céréales et des fourrages.* Convention de collaboration du 28 juin 1999 entre RW et CRA-W. CRA-W. Rapport semestriel 1, 24p.

Sinnaeve, G., Lenartz, J., Vancutsem, F., Bodson, B., Falisse, A., Herman, J.L., Couvreur, L., Dardenne, P., Oger, R., Chandelier, A., Detrixhe, P., Cavelier, M. & Goffaux, M.-J. (2004). *La qualité des froments d'hiver en 2004.* Livre Blanc "Céréales". Gembloux - Belgique, FUSAGx et CRA-W. Rapport annuel, Qualité Froment p1-12.

Sinnaeve, G., Lecler, B. & Mouteau, A. (2003). *Coordination du réseau SPIR et mise au point des méthodes de référence en matière de mesure de la qualité chimique et technologique des céréales et des fourrages.* Convention de collaboration du 28 juin 1999 entre RW et CRA-W. CRA-W. Rapport semestriel 2, 24p.

Sinnaeve, G., Lecler, B. & Mouteau, A. (2003). *Coordination du réseau SPIR et mise au point des méthodes de référence en matière de mesure de la qualité chimique et technologique des céréales et des fourrages.* Convention de collaboration du 28 juin 1999 entre RW et CRA-W. CRA-W. Rapport semestriel 1, 22p.

Sinnaeve, G., Lenartz, J., Herman, J.L., Couvreur, L., Bodson, B., Vancutsem, F., Falisse, A., Dardenne, P., Oger, R., Chandelier, A., Detrixhe, P., Cavelier, M. & Goffaux, M.-J. (2003). *Aperçu de la qualité des froments d'hiver en 2003.* Livre Blanc "Céréales". Gembloux - Belgique, FUSAGx et CRA-W. Rapport annuel, Qualité Froment p1-7.

Van Royen, G., Reybroeck, W., Dehareng, F. & Romnee, J.-M. (2004). *Recherche de substances inhibitrices étrangères dans le lait à l'aide du Delvotest MCS.* Gembloux - Belgique, CRA-W. Rapport, (Fr-NI) 11p.

von Holst, C., Baeten, V., Berben, G. & Brambilla, G. (2004). *Overview of methods for the detection of species specific proteins in feed intended for farmed animals: status September 2004.* EC-DG-JRC-IRMM, CRA-W, ISS. Final report, 16p.

von Holst, C., van Raamsdonk, L., Baeten, V., Strathmann, S. & Boix, A. (2004). *The validation of the microscopic method selected in the stratified project for the detection of processed animal proteins in feed.* EC-DG-JRC-IRMM, CRA-W, RIKILT. Final report, 56p.

Conférences

Baeten, V. (2004). *Participation du CRA-W aux programmes européens.* Lecture in: Séminaire d'information 6ème PCRD, Namur - Belgique, 9 Novembre 2004.

Dehareng, F. (2004). *Suivi de la composition en acides gras de beurres de fermes de Wallonie.* Lecture in: Atelier de travail organisé par la Direction Développement et de la Vulgarisation, Ministère Région wallonne, Ciney - Belgique, 14 Mai 2004.

Sinnaeve, G., Lenartz, J., Vancutsem, F., Bodson, B., Falisse, A., Herman, J.L., Couvreur, L., Dardenne, P., Oger, R., Chandelier, A., Detrixhe, P., Cavelier, M. & Goffaux, M.-J. (2004). 2004: *Tirer les leçons d'une récolte difficile.* Lecture in: Journée du "livre blanc", Gembloux - Belgique, 9 Septembre 2004.

Travaux de fin d'étude

André, C. (2004). *Développement d'une méthode de détection et d'identification des farines animales dans les aliments pour animaux d'élevage: couplage de la NIRM et de la PCR en temps réel.* Louvain-La-Neuve - Belgique, UCL, TFE, 130.

Cordy, F. (2004). *Effets de la réduction d'intrants en culture de blé d'hiver (Triticum aestivum L.) sur le rendement et la qualité boulangerie. Recherche de l'optimisation de la marge brute par le choix du couple variété-conduite culturale.* Huy - Belgique, Institut supérieur industriel Huy-Gembloux, TFE.

Dehane, T. (2003). *Contribution à l'étude du métabolisme de B. stearothermophilus var. calidolactis: suivis microbiologique et chimique de la cinétique de croissance en présence et en l'absence de résidus d'antibiotiques.* Fleurus - Belgique, Haute Ecole Charleroi-Europe, TFE.

Didelez, G. (2004). *Analyse des aliments composés par microscopie et imagerie proche infrarouge.* Louvain-la-Neuve - Belgique, UCL, TFE, 113.

Dierick, A. (2004). *Détermination des principaux constituants du miel par spectrométrie dans le proche infrarouge.* Fleurus - Belgique, Institut Supérieur Catholique Fleurus, TFE.

Evillard, V. (2004). *Contribution à la caractérisation des facteurs influençant les propriétés intrinsèques de gélification des moutures intégrales de froment d'hiver.* Huy - Belgique, Institut supérieur industriel Huy-Gembloux, TFE.

Ghislain, A. (2003). *Elaboration d'un projet d'organisation de la bibliothèque d'un laboratoire de recherches et mise en place d'un outil de gestion électronique des documents scientifiques.* Namur - Belgique, Haute Ecole Namuroise Catholique, TFE.

Hulin, J. (2004). *Comparaison de différents systèmes d'étalonnage pour la quantification de la teneur en dérivés de maïs transgénique.* Liège - Belgique, Haute Ecole Rennequin Suralem, TFE, 71p.

Lenartz, J. (2003). *Etude de l'impact de l'inhibition des α -amylases sur les propriétés rhéologiques des moutures intégrales de froment (Triticum aestivum L.).* FUSAGx, TFE, 73p.

Leone, L. (2003). *Contribution à l'étude et à la préparation de l'échantillon et à la détermination de la limite de détection dans le cadre de la recherche d'organismes génétiquement modifiés (OGM).* Liège - Belgique, Haute Ecole Rennequin Suralem, TFE, 54p.

Liermin, C. (2003). *Comparaisons de différentes techniques*

d'échantillonnage du maïs fourrage haché et moulu pour la détermination des paramètres qualitatifs par spectrométrie dans le proche infrarouge. Fleurus - Belgique, Institut Supérieur Catholique, TFE.

Pirson, L. (2004). *Tentative d'élaboration des constructions plasmidiques à inserts multiples dans le cadre des dérivés d'OGM.* Liège - Belgique, Haute Ecole Rennequin Suralem, TFE, 88p.

Van Belleghem, R. (2003). *Application de la spectrométrie dans le proche infrarouge pour le tri de textiles.* Huy - Belgique, Institut supérieur industriel Huy-Gembloux, TFE.

Ssa

S e c t i o n S Y S T E M E S A G R I C O L E S



rue de Serpont,100
B-6800 Libramont

tél. : +32 (0) 61 23 10 10
fax : +32 (0) 61 23 10 28

e-mail : systagri@cra.wallonie.be

1. MISSION

Analyse des systèmes agricoles sous l'angle de leur durabilité économique, environnementale et sociale.

Recherches sur la filière de production de la pomme de terre.

Recherches sur les systèmes intégrés d'exploitation des ressources herbagères et des productions agricoles régionales pour un élevage bovin de qualité.

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

3 statutaires et 14 contractuels

2.1. Chef de Section

D. Stilmant, *Inspecteur général scientifique*

2.2. Scientifiques

R. Agneessens, *Attaché*

J.F. Collard, *Attaché (projet FIRST et projet DGRNE – RW)*

V. Decruyenaere, *Attachée scientifique*

F. Delire, *Attaché scientifique (jusqu'au 31/03/04) (DGA)*

B. Dupuis, *Attaché scientifique* (depuis 15/01/03)*

D. Haine, *Attachée scientifique**

J.P. Harvent, *Attaché*

S. Hennart, *Attaché scientifique*

D. Jamar, *Attaché scientifique (PSF)*

D. Knoden, *Attaché scientifique (depuis 01/02/04)*

D. Michelante, *Attaché scientifique*

J.L. Rolot, *Attaché scientifique*

H. Seutin, *Attaché (APE)*

Y. Seutin, *Attaché*

A. Soete, *Attachée scientifique (depuis 12/01/04) (APE)*

F. Thilmant, *Attachée scientifique (APE)*

* Recherche subventionnée

3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX

- MRW-DGA (ex. MCMA - DG 6) – Centre pilote Fourrages Mieux (FM) – Centre Pilote Pomme de terre (CPP) – Centre pilote en Agriculture Biologique (CEB).

- MRW-DGA (Direction de la qualité des produits)
- Groupe de travail pour l'élaboration du Catalogue national des espèces et variétés de plantes agricoles.

- MRW-DGA (Direction de la qualité des produits)
- Groupe de travail « Plants de pommes de terre »

- Conseil wallon de la filière pommes de terre

- Comité technique de la marque Terra Nostra

- APAQW – Groupe de travail « Politique de labellisation ».

- Comité d'Éthique (FUNDP, FUSAGx, CRA-W).

- Convention Validation Méthodes Performantes d'Analyses globales des Éléments Physiques (fluorescence X).

- Membre of the Belgian Biosafety Advisory Council.

- Réseau REQUASUD - Bureau Interprofessionnel d'Études Analytiques (BIPEA) – PAMESEB asbl.

- BPQA (Belgian Potato Quality Award) groupe de travail pour la promotion d'une production de pommes de terre de qualité.

- MRW-DGA (Direction de la qualité des produits)

- groupe de travail « Base de données semences et plants biologiques »

4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX

- AFPF – Association Française pour la Production Fourragère.

- BGS – British Grassland Society.

- EAPR – European Association for Potato Research.

- LFS-WG – Livestock Farming System Working Group.

- OEPP – Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes – Certification sanitaire du plant de pomme de terre.

- EUNET-ICP European network for development of an integrated control strategy of potato late blight

5. THÉMATIQUES DE RECHERCHE

Deux grandes thématiques continuent à être approfondies au sein de la Section, à savoir : *'Les recherches relatives à la filière pommes de terre et aux techniques de production de matériel initial en pommes de terre et culture fruitière'* et *'La définition de systèmes d'élevage durables'*.

La première thématique s'articule autour de 3 axes. Le premier réside dans l'étude des pathologies de la pomme de terre (virus Y, mildiou, erwinia, ...) pour le développement de systèmes d'aides à la décision (DSS-Decision Support Systems) appliqués dans les systèmes agricoles durables. Le second axe de recherche vise à produire du matériel initial de qualité pour les filières de production semencières en plants de pommes de terre et en culture fruitière (1) en améliorant les techniques permettant de diagnostiquer la présence des virus au sein du matériel initial, (2) en améliorant les techniques de production du matériel semencier initial de très haute qualité sanitaire (minitubercules, vitrotubercules) et (3) en maintenant une collection variétale la plus large possible de ces différentes espèces. Le troisième axe vise à mettre au point des techniques objectives (SPIR, analyse d'image, ...) de caractérisation de la valeur d'utilisation (comportement culinaire et technologique) des pommes de terre.

La thématique 'définition de systèmes d'élevage durables' s'articule également autour de 3 axes qui sont intimement imbriqués et qui se différencient principalement par l'échelle à laquelle les problématiques sont abordées, cette échelle allant (1) des systèmes agraires, voir des filières de production ; dont on veut définir la cohérence face aux contraintes économiques, environnementales et sociales du territoire au sein duquel ils s'intègrent ; (2) aux relations 'sol - plante - animal', tout particulièrement au sein des couverts pâturés, et (3) à la composition intrinsèque des couverts et

de leur valeur alimentaire, avec le développement des techniques analytiques correspondante et tout particulièrement de la spectrométrie dans le proche infra-rouge.

6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES

6.1. Recherches sur la filière de production de pomme de terre

Virus de la pomme de terre : épidémiologie, détection, systèmes d'aide à la décision
(J.-L. Rolot)

En multiplication de plants, les virus de la pomme de terre, principalement transmis par les pucerons, sont parmi les agents infectieux les plus dangereux. Étant donné le risque économique que constitue le déclassement ou même le refus des productions de plants infectés par le Service officiel de contrôle, les producteurs sont poussés vers une protection intense plus ou moins aveugle des parcelles de multiplication. Une meilleure compréhension du phénomène de transmission des virus et des facteurs favorisant cette transmission peut aider à mettre sur pied des systèmes de lutte moins dépendants de l'usage des pesticides. Dans ce contexte, nos recherches sont centrées sur les études suivantes :

- les systèmes de capture d'échantillons de populations de pucerons ailés,
- les stratégies de lutte,
- l'influence de la qualité du lot de départ sur l'infection finale (PVY),

- le développement, dans le cadre du système officiel de contrôle de qualité sanitaire, de méthodes de détection fiables et plus précises du virus de l'enroulement de la pomme de terre (PLRV).

Les résultats obtenus soulignent l'importance des sources internes d'infection en tant que point de départ de la dissémination des infections à PVY dans une parcelle. Cette dissémination est fortement influencée par la dynamique et la composition moyenne des vols de pucerons, ces paramètres nous permettant de définir un indice de pression d'infection indicateur de la qualité moyenne finale des lots de plants. Nos travaux ont également mis en évidence un lien significatif entre l'intensité des vols au printemps et le climat, principalement les températures moyennes observées de décembre à mars. Finalement les observations réalisées montrent que la lutte contre la dissémination du virus Y doit s'articuler sur l'utilisation des huiles minérales paraffiniques et non sur celle des insecticides.

Toutes ces observations sont utilisées pour la mise en place d'un système d'avertissement à l'intention des producteurs basé sur la collecte d'informations concernant l'abondance des vols et leur composition.

Matériel initial en pommes de terre : conservatoire et techniques de production *in et ex-vitro**

(J.L. Rolot et H. Seutin)

Les techniques de micropropagation *in vitro* de la pomme de terre se sont imposées au cours

de cette dernière décennie comme techniques de base pour l'approvisionnement de la filière de multiplication. Ces techniques permettent la production rapide, dans des conditions sanitaires optimales, du matériel initial de la filière. Les conditions sanitaires actuelles (risque d'introduction dans les exploitations de maladies de quarantaine - *Clavibacter michiganensis* spp. *sepedonicus*, *Ralstonia solanacearum* - par l'importation de matériel semencier de base en provenance de régions contaminées) poussent les producteurs à développer leurs propres productions de plants de pré-base et base au départ de souches saines multipliées en laboratoire.

Dans ce contexte, l'objectif général du projet est de rechercher et développer les techniques de conservation du gémplasma et de production du matériel initial sain en pomme de terre, afin d'apporter un soutien significatif à la filière. Concrètement, plus de 300 variétés sont conservées, sous forme de vitroplants sur milieu classique MS (Murashige and Skoog) sous une photopériode de 16h/8h et à 20°C, dans le laboratoire de la Section. Tout ce matériel est testé sain et peut constituer le point de départ pour la production de matériel initial destiné à la filière de multiplication. Des techniques de conservation à long terme par cryopréservation doivent être développées pour diminuer la charge d'entretien de cette collection.

Les techniques favorisant la tubérisation *in vitro*, aboutissant à la production de vitrotubercules ou microtubercules, sont également explorées plus avant. En effet, ce mode de production, qui procure le maximum de garantie quant à la qualité sanitaire du produit, est simple et peu coûteux car il n'exige pas l'utilisation de serres. Toutefois, le calibre réduit des vitrotubercules empêche leur développement pratique dans la filière.



figure 1

Production de microtubercules par immersion temporaire.

L'objectif est donc de mettre au point de nouvelles techniques de production permettant l'accroissement du calibre moyen des vitrotubercules obtenus. La production dans des bio-réacteurs de plus grand volume en utilisant la technique d'immersion temporaire de la culture est particulièrement étudiée. L'emploi complémentaire, dans les milieux de culture d'hormones favorisant la tubérisation est également testé. La minitubérisation dans des systèmes hors-sol (hydroponie) en serre est étudiée pour améliorer l'efficacité économique de ces systèmes (nombre de minitubercules de calibre >10mm obtenus par unité de surface, quantité et forme du matériel initial utilisé dans ces systèmes) : l'induction de la tubérisation par application d'hormones

spécifiques (acide jasmonique, flurprimidol, coumarine et kinétine), par une gestion adaptée de la composition de la solution nutritive notamment en azote, par la densité des cultures sont des outils étudiés dans ce cadre.

* Avec le soutien de la Direction du Développement et de la vulgarisation (RW)

Mildiou de la pomme de terre

(D. Michelante et D. Haine)

Le projet « Etude de l'incidence des « nouvelles » populations de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary et de la résistance variétale sur le développement de l'infection en vue d'améliorer le modèle Guntz-Divoux » a pour objectif pratique d'améliorer le système actuel d'avertissement mildiou développé par nos services. En effet, ce modèle a été créé dans les années 60 pour la variété Bintje. Or, de nouvelles populations de mildiou sont apparues en Europe au cours des années 80 et 90. Les critères météorologiques utilisés actuellement doivent donc être adaptés aux caractéristiques épidémiologiques de ces nouvelles populations tout en prenant en compte une autre dimension qu'est la résistance variétale.

Le suivi pluriannuel des populations de mildiou montre une forte occurrence de souches de type A2, non représentées dans les anciennes populations. La résistance au Métalaxyl est également très commune. Par ailleurs, les profils de virulences aux gènes R des isolats recueillis sont complexes et très diversifiés. Les populations présentes sur le terrain sont donc en mesure de se reproduire sexuellement et de générer un brassage génétique important produisant des génotypes susceptibles de mieux s'adapter aux conditions agro-écologiques locales.

D'autre part, les essais d'agressivité portant sur la composante « période d'incubation » ont révélé une présence élevée de souches capables d'accomplir leur cycle plus rapidement que ne le prévoyait Guntz et Divoux dans leur modèle. En ce qui concerne la composante « fréquence d'infection », les essais en laboratoire ont montré des maxima d'efficacité à des températures soit assez faibles (10°C) soit assez élevées (25°C). Par ailleurs, la durée d'humectation nécessaire à l'installation de l'infection peut être très courte (1 heure).

En ce qui concerne la résistance variétale, les essais de plein champ ont pour objectif, d'une part, de caractériser la nature des résistances présentes (partielle, totale, combinaison des deux), d'évaluer leur importance, d'en vérifier la durabilité et de vérifier les possibilités de nuancer la protection phytosanitaire. Les premiers résultats tendent à montrer que les résistances élevées (notes supérieures à 6) ont pour origine la présence de 1 ou plusieurs gènes majeurs. L'érosion de ce type de résistance est rapide : elle peut être constatée au cours de la saison ou après quelques années d'évaluation. Pour ce type de variétés, une réduction très significative de la protection phytosanitaire peut être réalisée. Cependant, cette pratique, en permettant à la pression de sélection de s'exercer, pourrait accélérer l'apparition de souches virulentes. La résistance partielle s'observe lorsque la pression de la maladie est faible (conditions climatiques sèches, faibles quantités d'inoculum). Une forte pression de la

maladie, comme rencontrée dans nos conditions d'expérimentation, ne permet pas de la mettre en évidence ni de l'inclure dans le système d'aide à la décision.

Dans le cadre du projet INTERREG III Wallonie-France-Flandre VETAB* : « Valoriser l'expérience transfrontalière en agriculture biologique : diffusion, expérimentation et développement concertés » ; au sein d'un bassin de production subissant les mêmes contraintes, la Section a notamment pour tâche de cribler et caractériser les produits et stratégies susceptibles de remplacer ou de compléter le cuivre dans le cadre de la protection de la culture de pomme de terre contre le mildiou.

Sur 24 produits testés en laboratoire, 5 ont donné des résultats satisfaisants en terme de protection contre l'infection ; il s'agit de Myco-sin, Ulmasud, Proval PK2, Penta Cu55, Glutex Cu 90; alors que 2 autres ont eu une action sensiblement moins efficace et plus variable (Kubig et IRF). L'efficacité au champ de 6 d'entre eux a été évaluée : aucun n'a offert de protection suffisante. Leur sensibilité au lessivage, mise en évidence au laboratoire, pourrait être la cause principale de ce manque d'efficacité au champ. L'application systématique de produits présentés comme inducteurs des défenses naturelles associée à une protection fongicide n'a permis aucune amélioration de la protection par rapport à la protection fongicide seule. Dans le cadre des essais en champ nous avons également obtenu, sur base de traitements cupriques, à la dose de 600 g/ha, appliqués selon les avertissements une meilleure protection qu'en suivant un schéma de traitements systématiques hebdomadaires. La pré-germination des plants a permis une augmentation significative des rendements obtenus, dans la mesure où elle hâte la tubérisation alors que le mildiou provoque une destruction rapide du feuillage du fait d'une protection phytosanitaire insuffisante.

* en partenariat avec le GABNOR et le SRPV (Nord-Pas de Calais), le CARAH (Hainaut) et le PCBT (Beitem). Recherches subventionnées par la Région Wallone et la Communauté Européenne.

Pourritures humides des pommes de terre causées par les bactéries pectinolytiques du genre *Erwinia* : mise au point d'une méthode d'évaluation de la susceptibilité des lots de plants

(B. Dupuis et D. Michelante)

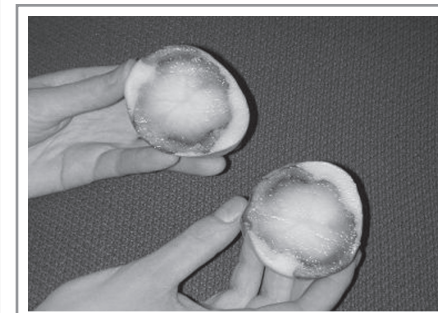


figure 2

Quelques symptômes causés par *Erwinia* : Jambe Noire (Eca)

Ce projet a été mis en place à la demande des producteurs de plants de pomme de terre confrontés, de plus en plus fréquemment, à d'importants dégâts occasionnés par des bactéries pectinolytiques du genre *Erwinia*, que ce soit en parcelle ou lors de la conservation et du transport dans des conditions confinées.



figure 3

Quelques symptômes causés par Erwinia : pourritures molles des tubercules.

L'objectif de ce projet est de développer un outil d'évaluation de la susceptibilité des lots de plants aux pourritures molles basé sur la mesure de leur niveau de contamination latente et sur l'identification du pathogène responsable : les lots les plus contaminés devraient être écartés et ou rapidement remplacés par du matériel de reproduction sain. Cet indicateur de susceptibilité sera d'abord validé par confrontation des niveaux de contamination mesurés avec l'importance des macérations observées dans des tests d'incubation de tubercules artificiellement inoculés. Dans une phase ultérieure, cet outil devra être validé en conditions réelles par confrontation avec les dégâts observés tant en culture que lors de la conservation. Il permettra alors d'étudier les conditions de culture et de conservation qui accroissent les risques de développement de la maladie et d'évaluer l'efficacité des différentes méthodes de lutte. Dans la première phase, on s'est attaché à mettre au point une méthode sérologique basée sur l'ELISA in situ afin de quantifier l'inoculum bactérien dans des jus de pomme de terre artificiellement inoculés par des souches d'*Erwinia carotovora subsp. Atroseptica* (Eca). Cette démarche a nécessité le développement de diverses méthodologies : quantification rapide de la concentration de suspensions bactériennes par spectro-photométrie, enrichissement quantitatif de suspensions bactériennes, vérification de la spécificité et de la sensibilité des tests ELISA commercialisés, etc.

* Avec le soutien de la Direction de la Recherche (RW)

Qualité des Pommes de terre en Région Wallonne*

(A. Soete, H. Schyns, R. Agnessens, P. Dardenne¹, Chr. Anceau², M-J Goffaux³, P. Lebrun³, E. Somerhausen³, O. Pigeon⁴, J-P Goffart⁵).

L'objectif de cette recherche est double. Il s'agit d'une part de réaliser un état des lieux en ce qui concerne la présence de polluants (métaux lourds, résidus de pesticides ou d'antigerminatifs, teneurs en nitrates et en glycoalcaloïdes) dans les pommes de terre de consommation en Wallonie. Et d'autre part, de rechercher et développer de nouvelles techniques d'analyses des critères qualitatifs de la pomme de terre en se basant sur diverses méthodes d'analyse, ayant pour principales caractéristiques leur rapidité et leur fiabilité. L'objectif ultime étant d'implémenter et d'harmoniser ces techniques au sein des laboratoires de proximité,

où les producteurs peuvent faire évaluer leurs lots pour en optimiser la valorisation. Outre dans la coordination du projet, la Section Systèmes agricoles est principalement impliquée sur le deuxième axe du projet.

Dans ce contexte elle souligne les difficultés qu'a la Spectrométrie dans le Proche Infra-Rouge (SPIR) de caractériser le produit lorsqu'elle est appliquée sur tubercule entier. L'idée est dès lors de poursuivre les approches sur des tubercules coupés en deux. Par contre, le système d'analyse d'image permet de déterminer des paramètres tels que l'index de fritabilité ou l'indice de noircissement après cuisson, supprimant la subjectivité d'une comparaison visuelle avec des cartes de référence. Ces cartes demeurent cependant nécessaires pour des critères tels que les 'défauts internes', trop divers que pour être facilement identifiés par l'analyseur d'image suite à la diversité des couleurs de chair. Une carte de référence, présentant 18 photos de terre endommagées à des degrés croissants, degrés quantifiés par analyse d'image et répartis en 5 classes de gravité croissante, classes auxquelles correspond un coefficient permettant de calculer l'index des défauts internes, a été mise au point et diffusée.

¹ Département Qualité des Productions agricoles

² Asbl REQUASUD

³ Asbl FIWAP

⁴ Département phytopharmacie

⁵ Département production végétale

* Avec le soutien de la Direction de la Qualité (RW)

6.2. Etude des systèmes agraires sous l'angle de leur durabilité économique, environnementale et sociale

Méthodologie permettant de mettre en phase la dimension multifonctionnelle des exploitations agricoles avec celle de leur territoire

(D. Jamar, D. Stilmant, P. Stassart*, S. Vanderborght*, B. Morhain**, J. Stoll***)

Les attentes de la société vis-à-vis de l'agriculture ne cessent de s'élargir. Si le rôle premier qui lui est attribué reste la production de biens alimentaires, ce résultat ne peut être atteint par n'importe quel moyen. Une attention toute particulière est apportée aux pratiques respectueuses du bien-être animal et de l'environnement, tant en ce qui concerne l'impact sur les réserves hydriques que sur la biodiversité. De plus, la sécurité alimentaire est une préoccupation majeure du consommateur et des pouvoirs publics. Une amélioration de ces externalités peut être le support à une valorisation du produit dans le cadre de filière de qualité différenciée. Hormis cette fonction de produc-

tion, à laquelle sont rattachées ces externalités, de nouvelles voies, principalement tournées vers un service à la collectivité, sont proposées aux agriculteurs. Il s'agit notamment de l'accueil à la ferme, d'un entretien de l'espace et du paysage, de la valorisation de déchets organiques, de la production d'énergie renouvelable, etc. L'ensemble de ces fonctions doit concourir au développement multifonctionnel du territoire de la zone d'étude où s'entremêlent zones rurales et bassins de population dense.

Fonction	Economique	Sociale	Environnementale
Activité			
Production de biens marchands	- l'allongement des filières entraîne la certification - les crises créent un marché valeur refuges	- d'un consommateur engagé à une délégation à la certification et au marché bio	Le bio est intégrée dans les systèmes de primes agri-environnementales: le second pilier de la PAC se saisit du bio
Animation du milieu rural	- Un projet naisseur engraisseur ardennais?		
Entretien de l'espace			- des éleveurs environnementalistes - une mise en marché aux impacts environnementaux incertains

tableau 1

Grille commune de lecture, développée par l'Institut de l'Elevage, en vue d'interpréter les différents projets agricoles visant à prendre en compte la dimension multifonctionnelle du territoire

Cette dimension territoriale justifie une approche transfrontalière compte tenu des échelles spatiales à considérer dans le traitement de problématiques telles que la gestion des ressources hydriques ainsi que des mouvements de population très importants existants entre l'ensemble des territoires de la zone d'étude. Cette dernière reprenant la Province du Luxembourg (Belgique), le Luxembourg et les Départements de la Meuse, la Moselle et la Meurthe et Moselle en France. Au sein de la zone d'étude ainsi délimitée, l'objectif principal de ce projet INTERREGIII 'Wallonie - Lorraine - Luxembourg' est de concevoir une démarche et de tester des outils opérationnels permettant d'accompagner ou d'aider les acteurs locaux dans la mise en place de projets agricoles multifonctionnels et collectifs. Les objectifs spécifiques étant (1) d'évaluer, d'échanger les expériences existantes (parcs naturels, CTE, mesures agri-environnementales, etc.) et de les diffuser dans les trois régions et (2) d'accompagner, sur les zones-tests, les acteurs locaux, dont les agriculteurs, en vue de formuler avec eux des diagnostics, d'identifier les priorités et de développer les outils opérationnels nécessaires à la mise en place et au suivi de projets multifonctionnels. La première étape a consisté à sélectionner dix expériences, passées ou en cours, conjuguant agriculture et multifonctionnalité du territoire (développement de filières de production de viande de qualité différenciée mettant en avant, implicitement ou explicitement, la prise en compte de la pression que les exploitants exercent sur leur environnement ; groupement d'agriculteur

réalisant du co-compostage en tant que service à la collectivité, ...) sur l'ensemble des trois versants de la zone d'étude.

Après avoir réalisé une lecture, suivant une grille d'analyse commune (tableau 1), de l'ensemble des projets analysés, une première série d'outils (mesure des flux à l'échelle de l'exploitation, simulation multi-agent, méthode des scénarios, ...) permettant de poser un diagnostic sur l'évolution des différentes expériences en fonction de leurs objectifs sera proposée et validée.

* ULg - SEED, ** Institut de L'élevage, *** Fédération des Herd-Books Luxembourgeois.

⁽¹⁾ Avec le soutien de la Région Wallonne et de la Communauté Européenne

Concilier performances économiques et environnementales au sein des exploitations herbagères

(S. Hennart, D. Stilmant, V. Decruyenaere, L. Fabry*, E. Froidmont**, JP Destain***, Ch. Vandenbergh****, R. Lambert***** et J.P. Harvent)

L'objectif de ce projet est de compléter et valider la liste des facteurs à considérer, ainsi que de définir leurs seuils critiques, en vue de préciser « le projet d'arrêt ministériel portant certaines dispositions d'exécution relatives à la 'démarche qualité' et au 'survey surfaces agricoles' de l'arrêt du Gouvernement wallon du 10 octobre 2002 relatif à la gestion durable de l'azote en agriculture ». Les aspects qui y sont développés concernent plus particulièrement :

- L'identification, la validation et la diffusion des pratiques agronomiques (gestion de la fertilisation, du chargement, temps de passage, ...) permettant de réduire les soldes des bilans azotés en prairies pâturées dans les systèmes laitiers;
- La validation et la définition des seuils critiques pour différents indicateurs de pression environnementale à l'échelle de la parcelle, parmi ces derniers nous pouvons souligner le nombre de journées de pâturage (UGB*jour/ha) dont les valeurs seuils ont été définies par décret ministériel. Ainsi, en collaboration les STE de l'AWE*, 26 exploitations lait très spécialisées (OTE 411), situées dans le Pays de Herve, en Ardenne et en Haute Ardenne, ont été sélectionnées sur base de leurs bonnes performances économiques et du solde de leur bilan azoté. Ce dernier étant plus petit que la moyenne moins deux fois l'écart-type, pour la moitié de ces exploitations et supérieur à la moyenne plus deux fois l'écart-type pour l'autre moitié des exploitations retenues. Les itinéraires techniques appliqués par ces exploitations sont enregistrés à la parcelle.

L'évaluation de la durabilité économique et sociale, réalisée sur ces 26 exploitations par la méthode IDEA, montre que logiquement, vu que le choix des exploitations était, en premier lieu, basé sur leurs performances économiques, elles sont viables. Concernant la durabilité environnementale, elle est assez faible. En effet, ces exploitations sont très spécialisées et donc limitées dans la diversité des races et espèces animales (Pie-Noire ou Pie-Rouge) ou végétales (Prairies permanents avec ou non du maïs en monoculture).

Pour ce qui est de la validation de l'indicateur 'nombre de jours de pâturage', nous utiliserons un site drainé (système de drainage « superficiel

»), en région jurassique, ce qui permettra, suite à l'établissement d'un gradient de chargement au pâturage, à la réalisation d'un bilan hydrique à l'échelle de chacune des parcelles et à la mesure de la composition des eaux ayant percolé, d'affiner le lien entre les indicateurs de pression environnementale et le risque ainsi quantifié. Un bilan de l'azote sera donc réalisé pour chacune de ces parcelles avec une évaluation, sur base hebdomadaire, des quantités et qualités d'herbe disponibles et ingérées, un enregistrement des performances animales (gain de poids de génisses BBB), un suivi des quantités et teneurs en nitrate des eaux drainées, un enregistrement des conditions climatiques et la mesure des reliquats azotés en arrière saison.

* Services Technico-Economiques de l'Association Wallonne de l'Elevage, **Département Production et Nutrition animale, ***Département Production Végétale, **** GRENERA-FUSAGx, *****ECOP-UCL * Avec le soutien de la Direction de l'Espace rural (RW).

Comment l'agriculture biologique contribue-t-elle au modes de production et de consommation durable? Le cas des filières viande bovine

(D.Jamar, P Stassart*, Y. Seutin, J. Aertsens**, M. Mormont*, G. Van Huylenbroeck**, V. Decruyenaere et D. Stilmant)

Dans le cadre de ce projet la durabilité est définie comme étant « la capacité des réseaux d'acteurs à prendre en compte, dans le long terme, les changements de leur environnement qu'il soit environnemental, économique ou social ». La durabilité n'est pas un état souhaitable qu'il convient de définir et de valider mais une capacité de transformation dont il faut expérimenter les itinéraires, définir les conditions et les critères de son efficacité. Le contexte étant celui d'une construction collective et dans la durée de systèmes articulés de production, d'organisation et de consommation innovants au niveau de la viande bovine en agriculture biologique. Secteur dont le développement a bénéficié des crises successives connues par l'agro-alimentaire durant les années 90 mais qui est actuellement à la recherche d'une identité vis à vis du référentiel dominant existant. Les tensions qui y sont exprimées ; tensions liées au produire de la viande bovine mais également à la transposition, dans le contexte des filières de commercialisation, des contraintes des cahiers des charges ; ces tensions étant révélées par différentes stratégies de contournement ; sont le signe d'un potentiel de transformation au travers de l'action collective.

Dans ce contexte, le présent projet :

- 1) Expérimenter avec les acteurs de nouvelles formes d'organisation, d'orientations techniques et de connaissances dans des systèmes articulés et cohérents. Cela en élaborant les cheminements qui permettent d'explorer de nouveaux référentiels en terme de production, de transformation, d'organisation et de consommation de viande bovine. Référentiels dont la durabilité est scientifiquement évaluée par les chercheurs.
- 2) Préciser, dans une approche multidisciplinaire, une méthode de recherche intervention destinée à construire des questions de recherche et à pro-

duire, au travers des processus d'apprentissages et des modifications de relations entre acteurs impliqués qu'elle occasionne, des savoirs à la fois pratiques et scientifiques.

Dans cette approche multidisciplinaire (sociologie, économie, agronomie) la contribution de la section se situe au niveau de l'analyse du système de production bio au travers des relations entre l'éleveur, la prairie, les productions fourragères et l'animal élevé. Le système de production n'est pas considéré comme isolé mais comme relié et en interaction avec les filières par lesquelles sa production est mise en marché. L'environnement social et les externalités environnementales sont considérés comme des productions à part entière. Treize éleveurs bovins participent à la recherche. Ils ont été choisis pour la diversité de la structure de leur exploitation, de leur terroir, de leur point de vue et de leur engagement par rapport au bio. Au cours des saisons culturales 2002-2003 et 2003-2004, les paroles d'éleveurs, les performances des taurillons et des génisses, des prairies et des cultures ont été enregistrées avec une attention particulière vis à vis de l'état sanitaire des animaux (pression parasitaire) et de leur comportement, de la biodiversité végétale, de la structure du couvert, de la pression sur l'environnement, ...

* ULg-SEED, ** Universiteit Gent

* Avec le soutien de la Politique Scientifique Fédérale (RW)

Optimisation de la croissance des génisses afin de favoriser un premier vêlage à 24 mois

(V. Decruyenaere)

Pour rester compétitifs et s'assurer un niveau de revenu décent, les éleveurs sont contraints de réduire leurs coûts de production. La généralisation d'un premier vêlage à 24 mois, en assurant un accroissement quotidien moyen des génisses de 0.750 kg et ce dès leur naissance, pourrait y contribuer. Cette technique devrait en effet permettre de raccourcir d'une demi année la vie improductive de l'animal et, théoriquement, de désintensifier les systèmes. En effet, en modifiant la composition du cheptel par un remplacement plus rapide des vaches, l'éleveur peut diminuer le nombre de femelles élevées et donc le chargement de l'exploitation tout en gardant un même nombre de veaux. Cependant, dans les élevages BBB, cette pratique n'est pas courante et les exploitations la pratiquant sont plutôt de type intensif (recours aux concentrés dans les rations et fertilisation importante).

Dans ce contexte, l'objectif de la présente étude est de montrer qu'il est possible de faire vêler des génisses à 24 mois à coûts réduits, en valorisant au maximum les ressources fourragères de l'exploitation. Pour atteindre cet objectif, 2 axes ont été explorés : (1) définir l'impact de la ration hivernale sur les performances ultérieures au pâturage ; (2) définir, en vue de réduire les coûts alimentaires, les possibilités de valorisation de la prairie par des génisses de 6 mois nées en automne.

En ce qui concerne l'impact du régime hivernal sur les performances au pâturage, la base de la ration (fourrage ou concentré) et le niveau protéique (115 N ou 100 N) du régime influencent significativement les performances hivernales

sans qu'il y ait d'interaction entre ces facteurs. Les génisses nourries avec des concentrés ou sous un haut niveau protéique sont plus lourdes (+ 20 à 30 kg) à la mise à l'herbe. Néanmoins, au niveau économique, les rations à base de fourrages sont plus économiques (-0,31 par animal et par jour). Mais le régime hivernal va-t-il avoir un impact sur les performances au pâturage? En fait, les génisses précédemment nourries avec des fourrages maintiennent mieux leur niveau de performances, si bien qu'à la fin de la saison de pâturage il n'y a plus de différence de poids entre les lots et, en moyenne, le poids de 420 kg est atteint entre 15 et 18 mois.

Pour ce qui est de la valorisation des prairies par des génisses de 6 mois, les performances mesurées, avec une herbe de bonne qualité (940 VEM, 89 g de protéines digestibles dans l'intestin, 16,5 % de protéines brutes) complétée par 0,5 à 1 kg de concentré d'élevage par animal et par jour, sont, en moyenne pour les 3 années de suivi, de 576 g par jour avec une forte variabilité liée à l'année. Ainsi si les gains de poids enregistrés en 2001 et 2003 sont assez comparables (649 et 765 g/jour). Ils sont nettement inférieurs en 2002 où le gain moyen n'a été que de 311 g par jour avec les mêmes disponibilités en herbe et une valeur alimentaire du couvert prairial similaire. Durant la période de stabulation consécutive au pâturage, les performances obtenues avec le régime à base de concentrés (885 g/jour) sont significativement supérieures à celles des régimes respectivement à base d'herbe préfanée (630 g/jour) ou de foin (746 g/jour), ces derniers étant cependant moins coûteux. Toutes les génisses auraient pu être inséminées dans les limites prévues (15 – 18 mois) pour un premier vêlage précoce.

■ L'élevage ovin, une diversification au sein des exploitations bovines ⁽¹⁾

(V. Decruyenaere)

Dans les élevages allaitants, l'herbe pâturée est un aliment de base intéressant : les animaux la prélèvent seuls et les performances permises sont de loin les plus économiques (0,40 à 0,49 par animal par jour selon qu'il s'agit de génisses ou de taurillons). Cependant, afin d'atteindre les niveaux de performances voulus (0,850 à 1 kg et 0,750 kg par jour respectivement pour des taurillons et des génisses), il est nécessaire d'assurer, de manière continue, la fourniture d'une herbe de qualité, en quantité suffisante (Limbourg et al. 2001). Or ces deux paramètres évoluent de manière saisonnière ou cyclique. Ainsi, dans le cas du pâturage tournant, les quantités offertes, tout comme la qualité, ne cessent de décroître dès l'entrée dans une nouvelle parcelle. Pour assurer le niveau de performance voulu, les animaux ne devraient rester qu'un temps limité sur la parcelle. Dans cette optique, les quantités d'herbe résiduelles importantes pourraient nuire à la pérennité de la prairie (installation d'espèces indésirables et de moindre valeur; dégradation du couvert; ...).

Dans ce cadre, l'objectif de ce projet est de définir des modes d'exploitation de la prairie permettant de concilier le maintien de bonnes performances zootechniques couplées à une bonne exploitation de la pâture. Une solution semble résider dans la

mise en place de systèmes de pâturages avec un double troupeau, bovin et ovin, ces derniers étant complémentaires aux bovins en ce qui concerne l'exploitation des prairies et la gestion de la problématique posée par les parasites gastro-intestinaux. Une telle diversification devrait également permettre le développement de la production de viande ovine. Elle apparaît comme une alternative intéressante car la Belgique n'est pas auto-suffisante dans ce secteur et ce type de spéculation ne souffre d'aucune connotation négative auprès du consommateur, les prix se maintenant dès lors. Pour mettre en place cette approche, un atelier ovin a été installé au départ de 40 agnelles.

Le choix de la race s'est porté sur un mouton d'herbage : le 'Swifter', issu du croisement entre un bélier Texel et une brebis Laitière Flamande et dont les produits sont généralement destinés à la production d'agneaux de boucherie. Ses principales caractéristiques sont une bonne prolificité ; confirmée par les 1,87 agneaux que nous avons obtenu par mise bas ; une longue période de reproduction, une bonne production laitière et une production d'agneaux d'assez bonne conformation. Nous n'avons remarqué aucune difficulté après agnelages, le Swifter est une race très maternelle qui s'occupe très vite de ses agneaux.



figure 4

Brebis Swifter allaitant.

En bergerie, les agneaux ont réalisé en moyenne, et avec du foin pour toute complémentation, 272 g/jour, ce qui témoigne de la bonne production laitière de leur mère.

Au pâturage, 3 modalités ont été mises en place, le pâturage séparé des bovins (génisses Blanc Bleu Belge) et des ovins, le pâturage mixte (rotation sur 6 parcelles) et le pâturage alterné ou "Leader-Follower" (rotation sur 6 parcelles). En ce qui concerne le pâturage séparé, les génisses évoluent soit en pâturage continu, soit en pâturage tournant simplifié sur 3 parcelles. Alors que les moutons sont uniquement en pâturage continu. Au printemps, il apparaît peu de différence entre les modes de pâturage en ce qui concerne les performances des génisses (GQM mai-juin = 0,715 kg). Seul le lot conduit en pâturage continu semble moins performant avec une croissance de 0,613 kg/j. En été ce sont les génisses conduites en pâturage tournant simplifié qui ont réalisé, avec 0,451 kg/j, les moins bonnes performances, vraisemblablement suite à la présence d'une plus forte pression parasitaire. La moyenne des autres lots étant de 0,719 kg/jour.

Les performances printanières des brebis ont été, quelque soit le type de pâturage mis en place,

supérieures à 200 g/jour. Les performances du groupe conduit sur un schéma 'Leader-Follower' sont, avec 208 g/jour, inférieures à celles des autres groupes (239 g/jour).

Les agneaux ont, quant à eux, profité au maximum du lait de leur mère et de l'herbe de printemps. Leur niveau de performance moyen au sevrage (8/07) a été de 372 g/jour, quelque soit le groupe considéré..

Pour ce qui est du niveau d'infestation parasitaire, les premiers résultats soulignent un impact du mode de pâturage. Ainsi les génisses pâturant avec les moutons ont des taux de pepsinogène sanguin inférieurs à ceux des 2 autres lots. Pour le mode Leader-Follower, ce résultat peut s'expliquer par le fait que les génisses pâturent toujours de l'herbe peu souillée, elles quittent en effet les parcelles lorsque la hauteur d'herbe est de 7 à 8 cm. Les moutons de ce système doivent, quant à eux, ramasser le reste des parcelles et leurs taux de pepsinogène sont les plus élevés. Pour le pâturage mixte, on pourrait supposer que les brebis nettoient les parcelles des parasites bovins avec, pour conséquence, une moindre infestation de ces derniers. Un effet du chargement bovin, inférieur dans le cadre des associations avec les ovins, pourrait également expliquer cette situation.

⁽¹⁾ Avec le soutien de la DAG - Direction du Développement et de la vulgarisation.

■ 6.3. Phytotechnie des prairies permanentes et cultures du Sud-Est

■ Les légumineuses, une alternative dans les systèmes visant à réduire leurs intrants azotés

(D. Stilmant, D. Knoden*, B. Convier**et B. Mernier**)

En agriculture biologique, mode de production auquel la région wallonne voudrait convertir 10 % de sa SAU d'ici 2010, la gestion de la fertilisation azotée des cultures (apports à des stades clés du développement des plantes), demeure l'un des principaux freins à l'obtention de bons rendements et au développement de ce mode de production. Dans ce contexte, le présent projet vise à définir des alternatives permettant d'inclure des légumineuses au sein de la rotation en prenant en compte les itinéraires techniques à adopter afin de conduire à bien ces cultures et de les valoriser au mieux. Les problématiques appréhendées durant cette biennale sont :

- * l'intérêt d'utiliser des mélanges prairiaux très diversifiés par rapport au mélange 'Ray-Grass - Fléole - Trèfle Violet' plus conventionnel.
- * l'utilisation d'un couvert de trèfle blanc avec sous-semis de céréales, une alternative pour allonger les rotations au sein des systèmes conduits en respectant les règles de l'agriculture biologique.
- * la gestion du fanage des légumineuses, une étape clef si l'on veut limiter les pertes tant en quantité qu'en qualité.

Les mélanges à flore diversifiée, après neuf ans de suivis, n'ont pas présentés, sous nos conditions pédo-climatiques, d'avantage marqué, que ce soit du point de vue des quantités ou

des qualités produites, par rapport au mélange Ray-Grass anglais-Fléole-Trèfle-Violet, classiquement préconisé dans le cadre de l'asbl Fourrages-Mieux. Les mélanges à flore diversifiée présentent souvent un avantage l'année d'implantation mais, suite à une moindre persistance des variétés de trèfle utilisées, voient leur performance diminuer avec le temps. Ces observations sont valables lorsque le couvert est implanté au printemps, avec ou sans plante abri. On peut également souligner un appauvrissement rapide de la biodiversité floristique au sein de ces mélanges avec l'unique persistance des espèces adaptées à la fauche que sont le dactyle, le ray-grass, le trèfle, ... Ces observations nous conduisent à déconseiller, vu leur coût, l'utilisation de ce type de mélange à flore diversifiée en agriculture biologique, sous les conditions pédo-climatiques de l'Ardenne.

Le but poursuivi par l'implantation de céréales dans un couvert de trèfle blanc, approche initiée durant la saison 2003-2004, est de prolonger le schéma de rotation 'trois années de prairies temporaires - trois années de culture' en 'trois années de prairies temporaires - six années de culture', un couvert de trèfle blanc étant implanté la 4ème année de culture, en sous-couvert d'une céréale de printemps. Cette dernière sera suivie de deux céréales d'hiver (une épeautre et un triticale) qui seront implantées, sans labour, dans le couvert de trèfle blanc.

Durant la première année, différentes modalités de travail du sol ont été testées en vue d'implanter une céréale d'hiver (de l'épeautre), dans un couvert de trèfle blanc. Ces modalités allaient du labour au semis direct sans travail du sol, en passant par des déchaumages plus ou moins agressifs et, avaient pour but de freiner plus ou moins fortement le développement du trèfle avant le semis de l'épeautre. Les premiers résultats soulignent un gradient de rendement décroissant allant du labour, qui valorise l'azote libéré suite à l'enfouissement et la minéralisation du trèfle blanc, au semis direct qui souffre d'une concurrence importante du trèfle blanc. Un travail du sol simplifié ; fraisage ou déchaumage suivi d'un fraisage; permettent d'obtenir des rendements intermédiaires tout en maintenant un couvert de trèfle suffisant que pour assurer sa pérennité. En deuxième année nous nous attendons à ce que les modalités 'fraisage' et 'déchaumage' surpassent le 'labour' qui ne bénéficiera plus de l'effet bénéfique du trèfle.

Quels sont les itinéraires techniques à adopter en vue de réduire les pertes qualitatives et quantitatives qui surviennent lors du fanage de mélanges riches en légumineuses ? Les folioles de ces dernières ont, en effet, une forte tendance à se détacher lorsque le degré de dessiccation augmente. Les itinéraires techniques pris en compte en 2003 sont, lors de la première coupe (avec production de foin), l'impact de l'utilisation d'une faucheuse-conditionneuse et, lors de la deuxième coupe (avec production d'ensilage), l'impact de la vitesse de rotation de la faneuse (270 vs 540 tours par minute à la prise de force). Les légumineuses représentant, en moyenne, plus de 65 et de 80 % de la matière sèche, respectivement lors de la 1ère et 2ème coupe. Les mélanges considérés sont le ray-grass associé à du trèfle blanc (RGA-TB), le ray-grass associé à du trèfle violet (RGA-TV), la fléole associée à du trèfle violet (F-TV) et le dactyle associé à de la luzerne (D-L).



Figure 5

Valorisation de mélanges fourragers riches en légumineuses.

Les pertes, en terme de matière sèche (MS), furent en moyenne de 41 et 27 %, respectivement lors du conditionnement du foin et de l'ensilage. Aucun effet du type de faucheuse ne fut mis en évidence, alors que l'augmentation de la vitesse de rotation de la faneuse a entraîné un accroissement des pertes en protéines de plus de 11 %, sans impact significatif sur la teneur en MS finale, cela suite à un accroissement des pertes des folioles de légumineuses. Ces pertes ayant pu être suivies suite au développement d'un calibrage SPIR permettant de quantifier la proportion de folioles de légumineuses au sein d'un couvert mixte de graminées et de légumineuses. Le type de mélange 'graminée-légumineuse' considéré a également eu un effet significatif mais ce facteur intègre des paramètres tels que des taux de légumineuses, des rendements initiaux, etc... indépendants du conditionnement.

* asbl. Fourrages Mieux, ** Centre d'essais en Horticulture et Agriculture Biologique

Adaptation de variétés fourragères au pâturage : persistance et appétibilité

(Y. Seutin, D. Stilmant, P. Luxen*, D. Knoden, P. Dardenne**, D. Leconte***)

Dans le cadre de cette approche, réalisée avec le soutien de l'asbl Fourrages-Mieux, nous voulons définir les critères, tant biochimiques que morphologiques, à promouvoir, au travers de la sélection, afin d'améliorer la pérennité de la prairie ainsi que l'ingestion du couvert. Sur cette base nous pourrions également conseiller les agriculteurs dans le choix des variétés à utiliser pour rénover leur prairies pâturées.

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons développé les outils nécessaires à la définition des critères morphologiques et biochimiques de couverts riches en ray-grass anglais et trèfle blanc sur un grand nombre d'échantillons, notamment au travers de l'analyse par Spectrométrie dans le Proche Infrarouge (SPIR), étendant ainsi la démarche entreprise par D. Leconte et al. en 1999. Cette approche, nous permet de prédire, d'une part, la composition spécifique du couvert (proportion de graminées, de trèfle blanc et d'autres espèces), et d'autre part, sa composition morphologique (proportion de limbe-feuille versus proportion de gaine-tige), et ce, aussi bien pour les graminées que pour les légumineuses. En ce qui concerne la valeur des calibrages SPIR développées, les rapports 'Déviation Standard de

la Population / Erreur Standard en Validation Croisée' supérieures à 3 soulignent leurs bonnes performances (tableau 2). De tels calibrations existent également pour la définition des caractéristiques biochimiques du couvert.

	Nbr. d'#	Moyenne (%)	SD	R²	SD/SE _{cv}
Folioles de légumineuses	868	20,2	12,8	0,98	5,69
Tiges de légumineuses	869	50,9	15,9	0,97	5,69
Proportion de graminées	869	15,7	12,3	0,97	5,46
Organes Sénescents et adventices	872	12,7	8,5	0,96	4,33

Tableau 2

L'ultime étape réside à mettre en parallèle l'index d'appétibilité et les différents critères tant morphologiques que biochimiques. Les résultats actuellement disponibles soulignent l'importance prise par la digestibilité de la matière organique dans l'explication des différences d'index d'appétibilité observées.

* asbl Fourrages-Mieux, **Département Qualité des Productions agricoles, ***INRA-Domaine Expérimental Fourrager du Vieux Pin

Le compost : impact sur les flux d'azote au sein des prairies pâturées

(D. Stilmant, V. Decruyenaere)

Suite à la mise en place de la Directive Nitrate au sein de la Région wallonne et des limitations en terme d'apports de fertilisant organique qu'elle impose, il y a lieu d'épandre les engrais de ferme sur la plus grande partie des surfaces de l'exploitation. Ainsi, les exploitations herbagères qui valorisaient majoritairement leurs effluents sur les prairies de fauche et sur les cultures doivent trouver une solution afin de pouvoir valoriser leur fumier sur les prairies pâturées. Le compost semble être une alternative intéressante, en effet 10 T de compost par hectare et par an couvrent, à eux seuls, les besoins d'entretien en P, K, Ca, Mg et oligo-éléments d'une prairie exclusivement pâturée et ce sans en modifier l'appétence. Mais quel est l'impact de l'utilisation de cet engrais de ferme sur les flux d'azote au sein de ces agro-écosystèmes ?

Afin d'explorer plus en avant cette problématique, un bilan azoté a été réalisé, durant 6 années (1995-2000), dans 2 systèmes pâturés par des jeunes bovins sous un chargement de 1506 kg de poids vif/ha. Le pâturage était de type tournant simplifié sur 3 parcelles, une parcelle étant débrayée pour la fauche au printemps. Un de ces systèmes n'a reçu, pour toute fumure, que du compost de fumier et de raison de 16,7 T/ha sur les parcelles pâturées et de 35,5 T/ha pour les parcelles fauchées et pâturées. Le 2ème système ne recevait que des engrais minéraux de manière à assurer des disponibilités et qualités d'herbe équivalentes entre systèmes. Les apports en azote ont été dans ce cas de 0, 13,5, 27, 33, 47 et 75 kg d'N/ha respectivement de 1995 à 2000 alors que les doses de P et de K étaient respectivement, de 50 et 60 unités sur les parcelles exclusivement pâturées contre 100 et 120 unités sur les parcelles fauchées et pâturées. L'ensemble du dispositif a été dupliqué. Afin de réaliser le bilan de l'N à l'échelle de chacune des parcelles, nous avons pris en compte l'N utile (Nu) apporté par le compost : effets directs de 15 et 25 % respectivement pour un compost mature et je-

une, arrières effets de respectivement 10 et 8,6 % durant les 7 années ultérieures. Les autres entrées sont la fixation d'N par le trèfle blanc et les apports par les compléments alimentaires du bétail. Pour ce qui est des sorties, nous avons quantifié les exportations par les animaux, les exportations par la fauche et les pertes sous forme gazeuse. Suite aux 6 années d'essais, la fertilisation organique (62,4 kg/ha) a apporté, l'un dans l'autre, 2 fois plus d'N que la fertilisation minérale (31,8 kg/ha). Le 2ème grand pool, qui représentait 41% des intrants, venait de la fixation symbiotique de l'N par le trèfle. Globalement les intrants ont été de 135 et 98 kg/ha/an respectivement dans les schémas 'tout organique' et 'tout minéral'. Pour ce qui est des exportations, elles sont, suite à la fauche, dépendantes du mode d'exploitation (pâture ou fauche-pâture). Seules les pertes par volatilisation, toujours inférieures à 10 % de l'N, sont modulées par le type de fertilisation. Sur cette base, les soldes d'N, significativement influencés par le mode de fertilisation et d'exploitation, sont de 62,9 et 79 kg/ha au sein des parcelles exclusivement pâturées et de 5,1 et 36,8 kg/ha suite à une exploitation mixte lors, respectivement, d'une fertilisation 'tout minéral' ou 'tout organique'. In fine l'efficacité d'utilisation de l'N est moindre dans le système 'tout organique' : 46 % versus 65 %. Cette moins bonne efficacité doit cependant être relativisée car, lors de la réalisation d'un bilan à l'échelle de l'exploitation, la valorisation des effluents limite l'importation d'N ! Mais pour y parvenir, tout en améliorant les performances environnementales des prairies pâturées ne recevant que du compost, il faut veiller à limiter les apports de compost à 10 T/ha, ce qui représente la disponibilité offerte par un chargement de 1,8 UGB/ha et correspond, à l'équilibre, à la libération de +/- 55 kg d'N/ha.

Le compost : base de la fertilisation en agriculture biologique

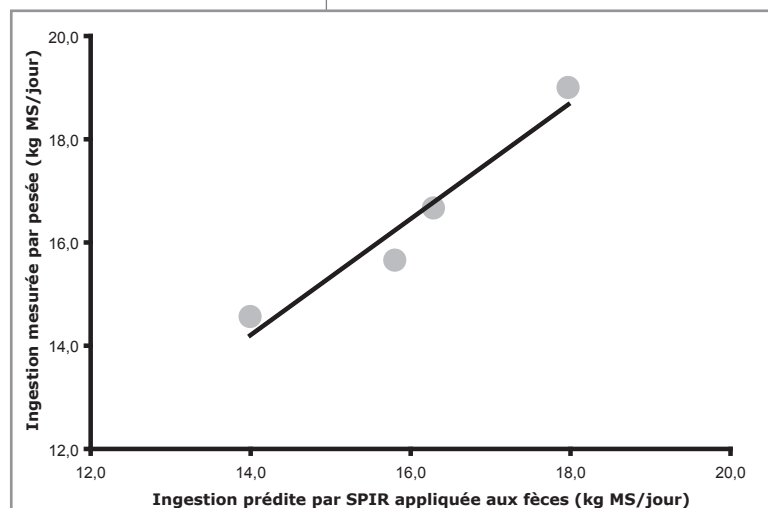
(D. Stilmant, D. michelante et D. Jamar)

La Région Wallonne a pour objectif de reconverter 10 % de sa SAU à l'agriculture biologique d'ici 2010. Or ce mode de production préconise l'utilisation du compost comme base de la fertilisation des cultures. Quelles sont les performances possibles en tenant compte des disponibilités en matières organiques au sein du système ? Faudrait-il envisager l'apport de compléments tant du point de vue de la fumure de fond en phosphore et en potasse que de l'azote à des stades clés du développement des cultures ? Afin de répondre à ces questions, un essai de longue durée a été initié en 1998. Il vise à réaliser un bilan de fertilisation (NPK) au sein d'un système viandeux de type 'Centre Ardenne avec Productions Spéciales'. Le système étudié a 45 % de ses surfaces qui entrent dans une rotation en 7 années : 3 années de prairie temporaire, une année d'épeautre (culture de rente), une année de triticale, une année de pomme de terre (culture de rente) et une année de triticale-pois. La disponibilité en compost est liée au chargement animal qui est de 1,7 UGB/ha, ce qui correspond à 7,6 T de compost par hectare et par an. Ce compost est réparti à raison de 15 T/ha tous les trois ans sur les prairies

permanentes et de 15 T/ha sur les 1ère et dernière années de prairie temporaire, sur le triticale avant les pommes de terre et, à raison de 30 T/ha sur ces dernières. La composition du compost est en moyenne, par tonne de produit frais, de 6 unités d'azote, de 4,5 unités de phosphore et de 6 unités de potasse. L'évolution des quantités et qualités produites est enregistrée parallèlement à celle de la fertilité du sol.

Sur l'ensemble des 5 années de suivi, les rendements ont été tout à fait raisonnables au niveau des fourrages : 5 T/ha l'année d'implantation et 10 T/ha les années de pleine exploitation, déduction faite des pertes au fanage, de l'ordre de 20 % pour ces mélanges riches en légumineuses. En ce qui concerne les pommes de terre, des rendements normaux de près de 30 T/ha ont été enregistrés. Par contre les céréales ont souffert d'un manque d'azote, ce qui se traduit par des rendements de l'ordre de 2,5 T/ha à 3,2 T/ha suite à une association avec du pois.

Ces performances ont conduit à des exportations moyennes de l'ordre de 22 kg de P et 127 kg de K/ha/an. Ces exportations étant couvertes, en ce qui concerne le phosphore, par les apports de compost, alors qu'un déficit de 71,8 kg/ha/an se marque pour la potasse. Afin d'atteindre l'équilibre, un apport de K sera donc nécessaire, par exemple, sous forme de patenkali à une dose de 300 kg/ha/an.



graphique 1

6.4. Adaptation d'approches analytiques et développement d'outils

Détermination de l'ingestion au pâturage et de sa composition par analyses des matières fécales par spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR)

(V. Decruyenaere, R. Agneessens, Ph. Lecomte*, M. Boval**, M. De Visser***)

Au pâturage, les performances animales sont fortement influencées par la qualité et la quantité d'herbe offerte. La mesure de ces paramètres par les techniques conventionnelles est lourde à mettre en œuvre et souvent mal adaptée au pâturage. Les matières fécales de l'animal, résidus de la digestion, peuvent être considérées comme un bon indicateur de la ration consommée. Comme illustré lors de la précédente biennale, la SPIR appliquée à ces matières fécales de moutons ou de bovins permet d'estimer, d'une part, l'ingestion volontaire et la digestibilité de l'herbe pâturée et,

d'autre part, sa composition et plus précisément la proportion de légumineuse du repas, et ce dans des couverts prairiaux à base de ray-grass anglais et de trèfle blanc.

Durant les deux dernières années nous avons étendu cette approche. Ainsi des calibrages permettant de déterminer la proportion de légumineuse (trèfle blanc) ingérée par des moutons et des vaches laitières ont pu être établies (collaboration avec Animal Sciences Group, Wageningen UR - Lelystad, The Netherlands). Les statistiques de ce calibrage sont encourageantes (n=177 ; mean = 46.12 % ; R² = 0.9 ; SECV = 4.59 %) et témoignent du potentiel de cette méthode.

De même, en collaboration avec le CIRAD, l'ingestion de troupeaux laitiers de l'île de la Réunion a pu être estimée à partir de cette méthode. Dans ce cadre, et pour 4 troupeaux, les ingestions prédites par SPIR appliquée aux matières fécales ont été comparées aux ingestions mesurées par pesée. Il en ressort une bonne corrélation entre ces 2 type de mesures. La SPIR appliquée aux fèces s'avère donc être un outil intéressant de suivi de troupeaux.

Relation entre les ingestions prédites par analyse SPIR des fèces et les ingestions obtenues par pesées dans 4 exploitations laitières de l'île de la Réunion.

* Centre International in Agricultural Research for Development (CIRAD-EMVT), ** Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) Antilles-Guyane, Station de Zootechnie, Guadeloupe, ***Animal Sciences Group, Wageningen UR - Lelystad

Co-compostage : Etude du procédé et de ses impacts environnementaux - Evaluation de la valeur agronomique des produits

(J.F. Collard, R. Agneessens, J. Devillers* et P. Dardenne**)

Pour autant qu'ils soient issus de processus d'élaboration ou de tri clairement tracés, une part des déchets organiques, d'origine industrielle et/ou urbaine, peut être considérée comme non dangereuse. Ceci autorise à envisager des formes de valorisation telles que le compostage ou la

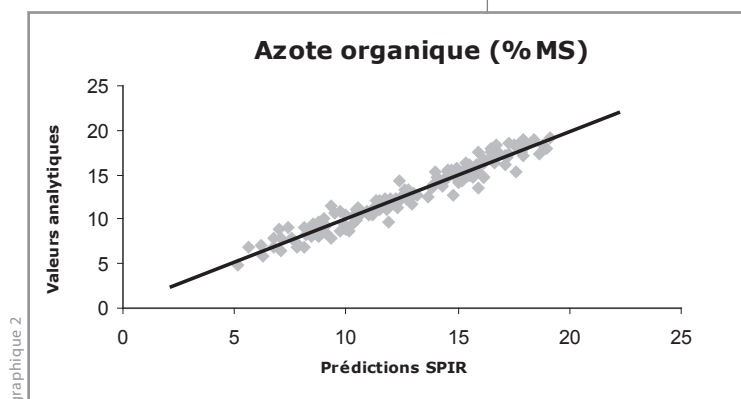
biométhanisation. Les matières organiques ne sont cependant pas toutes compostables dans leur état originel. On va dès lors tenter de les associer afin de stimuler leur co-compostage : le co-compostage consiste à réunir des matières organiques d'origine diverse au sein desquelles l'équilibre initial des constituants n'est pas optimum et à les associer en proportions adaptées de manière à réaliser une biofermentation optimale. Si le procédé est de mieux en mieux cerné, certaines questions persistent. C'est notamment le cas en ce qui concerne les règles d'association des matières en vue d'optimiser le processus tout en assurant son innocuité environnementale (émission de gaz à effet de serre ou acidifiant, effet auto-épurateur vis-à-vis des micropolluants organiques, impacts sur la biodisponibilité des éléments traces métalliques), sanitaire (effet auto-épurateur vis-à-vis des pathogènes), ainsi que son intérêt agronomique (valeur fertilisante et amendante). Ce dernier point étant évidemment l'objectif principal de ce type de valorisation. Ce sont ces différents points qui sont appréhendés dans le cadre de ce projet afin de mettre au point un code « de bonnes pratiques de co-compostage » permettant d'optimiser le rapport qualité du produit/pression environnementale du procédé. Le développement de la méthode de caractérisation des composts par SPIR permet actuellement de doser plusieurs paramètres tels que la matière sèche, l'azote organique, le carbone total et le taux de matière organique (cfr. figure 7). La principale difficulté rencontrée est le manque d'homogénéité des échantillons frais.

7. PRESTATION DE SERVICES

- contrôle de l'état sanitaire (indexage par double écussonnage d'un indicateur et de la variété contrôlée), conservation, multiplication et diffusion de 135 variétés fruitières et de 11 Sujets Porte Greffe, d'identité variétale garantie (GI), exempt de tous virus connus (VF) ou de certains virus déterminés (VT),
- identification des problèmes phytosanitaires sur pommes de terre et conseils de lutte,
- analyse de la conformité variétale des tubercules de pommes de terre pour la DG4 et pour des firmes ou particuliers,
- analyse de la qualité technologique et culinaire des pommes de terres notamment dans le cadre des lots soumis au label Terra Nostra,
- diffusion d'un avertissement mildiou et puceron disponible pour les agriculteurs et les particuliers,
- réalisation de l'analyse de la qualité virologique des lots de plants de pomme de terre,
- production de matériel initial en pommes de terre (microtubercules, minitubercules, vitroplants acclimatés) destiné à alimenter les filières de multiplication en Belgique et à l'étranger,
- expertises internationales pour la pomme de terre (République démocratique du Congo, Monténégro, Kosovo, Madagascar, Sénégal, Rwanda, Liban...),
- développement en collaboration avec d'autres départements du CRA-W, d'autres institutions ou des firmes privées de méthodes d'analyses pour des critères et/ou des substrats d'intérêt agronomique,

- en collaboration avec le département « Qualité des Productions agricoles », maintenance et affinage des modèles prédictifs par spectrométrie dans le proche infrarouge par adjonction, aux bases de données existantes, d'échantillons sélectionnés et analysés par les méthodes de référence,

- conseils pour la nutrition des ruminants,
- encadrement des étudiants en agronomie et agro-industries durant leurs travaux de fin d'étude.



La technique permet donc de mesurer en 72 h (temps de séchage inclus) des paramètres essentiels pour la caractérisation des produits. Au niveau de l'impact environnemental du processus de compostage, les premiers résultats obtenus concernent le bilan matière réalisé lors du co-compostage de matières organiques diverses. Ce bilan met en évidence une diminution de l'ordre de 50% de la masse de matière initiale. Dans le cadre de cet essai (réalisé sur une dalle de béton sous abri), les pertes encourues se présentent uniquement sous forme gazeuse. Il s'agit, pour 75%, de vapeur d'eau. Le reste est constitué de 15% de gaz carbonés dont principalement du dioxyde de carbone et du méthane. Le solde se compose de différents composés dont l'azote à raison de 1 %.

* Avec le soutien de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement.

* Société Agricompost

** Département Qualité des Productions agricoles

Publications

Publications scientifiques avec comité de lecture

Agneessens, R., S. Gofflot, V. Decruyenaere, P. Lecomte, G. Sinnaeve, D. Stilmant and P. Dardenne. 2003. Application of artificial rumen and NIR techniques to the determination of the degradability kinetics of the major components of maize whole plant (2003) In : Proceedings of the 11th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, Cordoba-Spain 6-11 April 2003 : 717-723.

Boval, M., Ph. Lecomte, V. Decruyenaere, H. Archimède and A. Xandé. 2004. Faecal Near Infrared Spectroscopy (NIRS) to assess chemical composition, digestibility and intake of tropical grasses by creole cattle. *Journal of Animal Feed Sciences and Technology*, **114** (1-4) : 19-29.

Buldgen, A., D. Stilmant, A.R. Boukari et V. Fievez. 2003. Excédents alimentaires en azote et risques de pollution azotée dans un élevage de chèvres stabulées en Belgique. *Fourrages*, **175** : 387-393.

Collard, J.F., R. Agneessens, D. Stilmant and P. Dardenne. 2003. Use of near infrared spectroscopy for compost characterisation. In : Proceedings of the 11th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, Cordoba-Spain 6-11 April 2003 : 769-773.

Decruyenaere V., M. Peters, D. Stilmant, P. Dardenne. 2003. NIRS spectroscopy applied to faeces to predict botanical composition of sheep intake. In : Proceedings of the 11th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, Cordoba-Spain 6-11 April 2003 : 725-730.

Decruyenaere V., J. Bony, P. Grimaud and Ph. Lecomte (2003) A Methodological approach in La Reunion Island on the interest of faecal Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) to assess the dairy cow grazing intake and diet quality. Satellite meeting of the VI International Symposium of the Nutrition of Herbivores, Mérida, Mexico. Sous presses

Decruyenaere, V., M. De Visser, D. Stilmant, C. Clément and D. Stilmant. 2004. Faecal Near Infrared Reflectance Spectroscopy for ruminant feed intake prediction. In : *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*. Lüscher, A., B. Jeangros, W. Kessler, O. Huguenin, M. Lobsiger, N. Millar, D. Suter. (eds.). *Grassland Science in Europe*, **9** : 1034-1036.

Decruyenaere, V., M. Peters, D. Stilmant, Ph. Lecomte and P. Dardenne. 2003. Near infrared reflectance spectroscopy applied to faeces to predict dry matter intake of sheep under grazing, comparison with N-alkanes and direct biomass measurement methods. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, **3** : 471-475.

Decruyenaere, V., D. Stilmant and C. Belge. 2004. Impact of winter feeding on the grazing performance of Belgian blue white heifers : effect of dietary protein and fibre contents. In : *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*. Lüscher, A., B. Jeangros, W. Kessler, O. Huguenin, M. Lobsiger, N. Millar, D. Suter. (eds.). *Grassland Science in Europe*, **9** : 1092-1094.

Félix, A., D. Stilmant and F. Deny. 2003. Accuracy of an automatic system to record herbivore location while grazing in heterogeneous environment. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, **3** : 417-420.

Hennart, S., D. Stilmant, Ph. Raskin et L. Fabry. 2003. Etude de la diversité des systèmes laitiers de la région liégeoise sous l'angle de leurs performances économique et environnementale. *Rencontres, Recherches, Ruminants*, **10** : 99.

Lecomte, D., J.C. Simon, D. Stilmant. 2004. Diversité floristique des prairies permanentes normandes. Liens avec les caractéristiques des produits laitiers dérivés. *Fourrages*, **178** : 265-284.

Rosu, R., Chiru, N., Rotot, J.L. 2004 - Researches on genotype influence on potato microtuberization. In: Proceedings of EAPR Section Meeting, Mamaia, Romania, June 23-27. *Anale Institutului de Cercetare-Dezvoltare Pentru Cartof si Sfecla de Zahar*, Vol XXXI.

Stilmant, D., L. Crucifix, L. Pierret et S. Hennart. 2003. Charges de travail dans des exploitations d'élevage bovin : impact du remembrement. *Rencontres, Recherches, Ruminants*, **10** : 106.

Stilmant, D., V. Decruyenaere, J. Herman and N. Grogna. 2004. Hay and silage making losses in legume-rich swards in relation to con-

ditioning. In : *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*. Lüscher, A., B. Jeangros, W. Kessler, O. Huguenin, M. Lobsiger, N. Millar, D. Suter. (eds.). *Grassland Science in Europe*, **9** : 939-941.

Stilmant, D., S. Hennart, V. Decruyenaere, P.M. Haan, P. Parache et J. Lambin. 2004. Voies d'évolution possibles pour les systèmes allaitants du sud-est de la Belgique face aux contraintes de la PAC. *Fourrages*, **177** : 113-124.

Stilmant, D., V. Decruyenaere, C. Belge, C. Clément et P. Limbourg. 2004. Etude des flux d'azote au sein des prairies pâturées en fonction du mode de fertilisation : organique ou minéral. *Rencontres, Recherches, Ruminants*, **11** : 287-290.

Publications scientifiques libres

Decruyenaere, V., D. Stilmant et C. Belge. 2003. Un premier vêlage à 24 mois en valorisant les fourrages de l'exploitation, conclusions de 3 années de suivi. In : *Gestion des prairies en réponse aux attentes économiques, environnementales et sociales de ce début de siècle*. CRA-W (ed.) *Fourrages Actualités*, **10** : 54 - 64.

Lecomte, D., J.-C. Simon et D. Stilmant. 2004. Diversité floristique des prairies permanente normandes. Approche en cours sur le lien entre composition botanique de ces prairies et caractéristiques des laits crus dérivés. In : *La Biodiversité des prairies : un patrimoine, un rôle fonctionnel*. AFPF eds. Actes des Journées de l'AFPF (23-24 mars 2004), Paris, 83-96.

Michelante D., D. Haine et A. Verlaïne. 2003. Validation of integrated control strategies including Guntz-Divoux based DSSs and cultivars resistance. PPO-Special report no.9, Ed. C.E. Westerdijk and H.T.A.M. Schepers, p.73-80.

Rotot, J.L. 2003. Generalities and brief characterization of the Aphids flights in Belgium. In : *Final report Examine. Exploitation of Aphid Monitoring in Europe*. European Union Concerted Action EVK2-CT-2000, 2003.

Stilmant, D., V. Decruyenaere, P.-M. Haan, P. Parache, S. Hennart et J. Lambin. 2003. Voies d'évolution possibles pour les systèmes allaitants du Sud-Est de la Belgique face aux contraintes de la PAC et impacts sur l'avenir de la spéculation. In : *Gestion des prairies en réponse aux attentes économiques, environnementales et sociales de ce début de siècle*. CRA-W (ed.) *Fourrages Actualités*, **10** : 44 - 53.

Publications techniques et de vulgarisation

Anonymes, 2003. Démarches qualité et Durabilité, Deux fondements pour notre agriculture de demain. *Plein Champs*, **23/04/2003**.

Anonymes, 2004. CRA de Gembloux. La Section Systèmes agricoles de Libramont ouvre ses portes. *Wallonie Elevages*, **2** : 26-28.

Collard, J.-F., R. Agneessens et J. Devillers. 2004. Mieux connaître et maîtriser le compostage. *Les Nouvelles*, **4ème trimestre** : 22-23.

Fonck, J.-F. 2003. Le compostage, écologique et économique. *La Meuse*, **26/04/2003** : 25.

Fourrages-Mieux, 2003. Variétés et mélanges pour prairies recommandés en 2003. *Bétail et Cultures*, **401** : 4-5.

Froidmont, E. et D. Stilmant. 2003. Les céréales immatures. Une alternative à l'ensilage de maïs ? *Wallonie Elevage*, **4** : 19-20.

Miserque, O., O. Oestges, D. Stilmant et P. Luxen. 2003. Fauchages conditionneuses : essais et résultats. *Bétail et Cultures*, **399** : 3.

Rotot, J.L. 2004 - L'usage des techniques de micropropagation en pommes de terre pour la production de plants de pommes de terre de haute qualité sanitaire. Communication. Assemblée générale du Groupement wallon des Producteurs de Plants de Pomme de terre, Ciney le 12 mars 2004.

Rotot, J.L., Van Schingen, J.C., Georges G. 2003. Plants de pommes de terre : bilan sanitaire (virus) de la campagne 2002. Communication. Assemblée générale du Groupement Wallon des Producteurs de Plants de Pommes de terre, Ciney le 7 mars 2003.

Seutin, Y. et D. Stilmant. 2003. Les céréales immatures, une ressource fourragère sous exploitée ! *Bétail et Cultures*, **402** : 3-5.

Stilmant, D., V. Decruyenaere et S. Hennart. 2003. Pour une agriculture moins contrainte. *Les Nouvelles*, **4ème trimestre** : 6-9.

Stilmant, D., V. Decruyenaere, A. Félix, N. Bartiaux-Thill et C. Belge.

2003. Stabilité de la production laitière suite à la mise en place d'un système de pâturage alterné. *Bétail et Cultures*, **401** : 2-3.

Stilmant, D., P. Luxen et Ph. Nihoul. 2004. Les céréales immatures, sources d'énergie alternative en régions défavorisées. *Les Nouvelles*, **2ème trimestre** : 24.

Stilmant, D., Y. Seutin, D. Knoden, P. Luxen et Ph. Nihoul. 2004. Les céréales immatures, une source d'énergie alternative pour les ruminants dans des zones peu aptes pour la culture du maïs. *Les Livrets de l'Agriculture*, **10**.

Winance, E., P. Pochet et D. Stilmant. 2004. Concours prairies et épeautres 2004 à Neufchâteau. Plein champ, 14/10/2004 : 4. Soete, A. et J.P. Goffart. 2004. Marque commerciale Terra Nostra : analyses qualité 2003/2004 et encadrement phytotechnique. *CRA-W INFO*, **2**, **Printemps 2004** : 4.

Decruyenaere, V. 2004. Un premier vêlage à 24 mois, un atout pour nos exploitations d'élevage ! *CRA-W INFO*, **3**, **été 2004** : 3.

Rapports

Michelante D., N. Codron et D. Haine. 2004. Criblage de substances de remplacement des fongicides cupriques pour la lutte contre le mildiou de la pomme de terre en agriculture biologique (Libramont, 2004), rapport d'expérimentation, Projet VETAB.

Michelante D., N. Codron et D. Haine. 2004. Essais de stratégies de lutte contre le mildiou en agriculture biologique : alternatives aux fongicides cupriques - avertissements, résistance variétale, pré-germination (Libramont, 2004), rapport d'expérimentation, Projet VETAB.

Michelante D., J.-L. Rolot, J.-P. Jansen, 2003. Service d'avertissement pommes de terre du CRA-W : bilan de la saison 2003. Pomme de terre : recherche et vulgarisation en 2003 en Belgique, Ed. Centre Agricole Pommes de terre asbl, p.142-148.

Rotot J.L. 2003. PODEMO : Potato Seeds Production Development in Montenegro. Project Document, 68 pp. Lux Development, Coopération et Action humanitaire, Luxembourg.

Rotot J.L. 2004. Filière pomme de terre et production de matériel de pré-base à l'ISABU (Burundi). Rapport de mission, mai 2004, 25 pp. Rotot J.L. 2004. Regulatory Services Project : report of the short term expert in Elisa training. European Agency for Reconstruction / Agrifor / MAFRD. Prishtina, Kosovo, august 2004, 16 pp.

Rotot J.L. 2004. PODEMO : Potato seeds Production Development in Montenegro : mission report, 36 pp. Lux Development, Coopération et Action humanitaire, Luxembourg. August 2004.

Rotot J.L. 2004. Regulatory Services Project : report of the short term expert in Elisa training. European Agency for Reconstruction / Agrifor / MAFRD. Prishtina, Kosovo, November 2004, 49 pp. Rotot J.L. 2004. Régénération et évaluation de vieilles variétés de pommes de terre. CRA-W / Région wallonne. Rapport final du projet, 39 pp.

Rotot J.L. 2003. Valorisation des plantes à tubercules pour une meilleure sécurité alimentaire en République Démocratique du Congo. Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux / Région wallonne. Rapport de mission, décembre 2003, 6 pp.

Conférences

Collégialement. 2003. Réalisation de posters et d'exposés sur l'ensemble de nos activités dans le cadre des Journées Découvertes Entreprises, Libramont, 5 octobre.

Knoden, D., D. Stilmant, J. Herman, B. Mernier. 2004. Les mélanges prairiaux à flore diversifiée, un plus en agriculture biologique ? Journé « Place des Légumineuses dans nos systèmes d'élevage et visite d'essais en Agriculture Biologique », Libramont, 20/07/2004.

Michelante D., D. Haine et A. Verlaïne. 2003. Lutte préventive contre le mildiou de la pomme de terre, 2003. Séminaire sur la Lutte contre le mildiou de la pomme de terre - Centre agricole Pommes de terre, Nivelles, 21/05/2003.

Michelante D., C. Ducattillon (CARAH - Ath), L. Dubois (S.R.P.V. - Loos-En-Gohelle), L. Delanote (PCBT - Beitem), 2003. Essais de réduction du cuivre et substances alternatives. Premiers résultats et perspectives, Projet VETAB - Journée d'étude : la production de pomme de terre biologique - Ath, 18/02/2003.

Michelante D., 2004. Screening of products for copper replacement in organic potato production. EAPR Pathology Section Meeting - Lille (France), 11-16/07/2004.

Michelante D., D. Haine et A. Verlaïne, 2003. Validation of integrated control strategies including Guntz-Divoux based DSSs and cultivars resistance. PPO-Special report no.9, Ed. C.E. Westerdijk and H.T.A.M. Schepers, p.73-80.

Rolot J.L., 2004. The main potato diseases. Regulatory Services Project – European Agency for Reconstruction. Peja Institute. Peja, Kosovo, November 18th 2004.

Stilmant, D., J. Herman, S. Hennart. 2004. Semis d'épeautre dans un couvert de trèfle blanc. Journée « Place des Légumineuses dans nos systèmes d'élevage et visite d'essais en Agriculture Biologique », Libramont, 20/07/2004.

Stilmant, D., D. Knoden. 2004. Les légumineuses, quelles alternatives pour limiter les pertes au fanage ? Journée « Place des Légumineuses dans nos systèmes d'élevage et visite d'essais en Agriculture Biologique », Libramont, 20/07/2004.

Stilmant, D., D. Michelante. 2004. Bilan économique et environnemental après 5 années de reconversion d'une sole à l'agriculture biologique. Journée « Place des Légumineuses dans nos systèmes d'élevage et visite d'essais en Agriculture Biologique », Libramont, 20/07/2004.

Travaux de fin d'étude

Amaury, R. 2003. Modélisation de systèmes agricoles. Enita Clermont-Ferrand, 11 p. + annexes. Encadrement : Hennart S.

Caudron, N. 2004. Lutte contre le mildiou de la pomme de terre en agriculture biologique : recherches d'alternatives aux fongicides cupriques. rapport de stage ENSAIA, Vandoeuvre-Les-Nancy (France). Encadrement : Michelante D. – Promoteur : Bénizri E.

Corbiau, Ch. 2003. Mise au point d'une méthode d'inoculation suivie de l'étude de substances alternatives au cuivre dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre en agriculture biologique. Institut Supérieur Provincial d'Agronomie de Ciney, 87 p. Encadrement : Michelante D. – Promoteur : Jacob M.

Crucifix, L. 2003. Estimation de la charge de travail d'astreinte et de saison dans les exploitations d'élevages bovins. Institut Supérieur Provincial d'Agronomie de Ciney, 58 p. + annexes. Encadrement : Stilmant D. – Promoteur : Mr Eloy

Denis L. (2004) Intérêt des graines germées en alimentation. Institut Supérieur Provincial d'Agronomie de Ciney, 61 p. + références + annexes. Encadrement : Agneessens R. et Decruyenaere V. – Promoteur : Mr Romedenne

Dioffo Magagi, S. 2004. Analyse des flux de Carbone, Azote, Phosphore et Potassium au sein d'une prairie permanente pâturée : Impact du chargement et du mode de fertilisation. FUSAGx, 64 p. + références. Encadrement : Stilmant D. – Promoteur : Buldgen A.

Grogna N. 2004. Impact de l'incorporation d'une légumineuse dans un mélange fourrager sur les pertes au fanage. Rennequin SUALEM, 95 p. Encadrement : Stilmant D. – Promoteur : Robberts H.

Incou G. (2003) Optimisation de l'utilisation des fourrages de l'exploitation par des génisses allaitantes en vue de promouvoir un vêlage à 24 mois. Institut Supérieur Provincial d'Agronomie de Ciney, 75 p. + références + annexes. Encadrement : Decruyenaere V. – Promoteur : Mr Fiasse

Monteforte, L. 2004. Comparaison de différentes méthodes d'évaluation de la valeur nutritive d'hybrides de maïs fourrage de plusieurs générations. Institut Supérieur Industriel Huy-Gembloux, 124 p. + références. Encadrement : Agneessens R. et Decruyenaere V. – Promoteur : Mr Focant.

Pierret, N. 2004. Un atelier ovin, un plus pour la gestion des prairies au sein de nos exploitations allaitantes ? – Mise en place d'un suivi dynamique des populations de rumex suite à l'introduction d'ovins dans différents systèmes de pâturages. Institut Supérieur Industriel Huy-Gembloux, 76 p. + références + annexes. Encadrement : Decruyenaere V. et Stilmant D. – Promoteur : Mr Flahaut

Raskin, Ph. 2003. Typologie de systèmes laitiers spécialisés en région Liégeoise. Institut Supérieur Provincial d'Agronomie de Ciney, 57 p. Encadrement : Hennart S. et Stilmant D. – Promoteur : Mr Eloy

Rasseneur, L. 2003. Suivi d'un troupeau laitier conduit en pâturage tournant alterné (système leader follower) et comparaison avec un pâturage tournant classique. FUSAGx, 73 p. + références + annexes. Encadrement : Decruyenaere V. – Promoteur : Beckers Y.

Remience, V. 2004. Evaluation de la durabilité de systèmes laitiers spécialisés ou comment concilier viabilité, vivabilité et environne-

ment. FUSAGx, 68 p. + références + annexes. Encadrement : Stilmant D. – Promoteur : Buldgen A.

Sanda Bagnou, H. 2004. Planter l'Epeautre (*Triticum spelta*) dans un couvert de trèfle blanc (*Trifolium repens L.*), un moyen de pallier au manque d'azote et de contrôler les adventices en agriculture biologique. Etude de l'impact du mode de préparation du sol. FUSAGx, 47 p. + références. Encadrement : Stilmant D. – Promoteur : Buldgen A.

Scholtus H. (2003) Place de la prairie dans des schémas d'engraissement de taurillons BBB : performances zootechniques et économiques. Rennequin SUALEM, 61 p. + références + annexes. Encadrement : Decruyenaere V. – Promoteur : Casagrande E.

Wathelet, J. 2003. Les bilans minéraux : des indicateurs visant à quantifier la pression des exploitations d'élevage. Application aux exploitations allaitantes de Centre Ardenne et à une exploitation de chèvres laitières. Institut Supérieur Provincial d'Agronomie de Ciney, 80 p. Encadrement : Stilmant D. – Promoteur : Jacob M.

Cremer, S. 2004. Suivi de l'incidence des pourritures molles dues aux bactéries du genre *Erwinia* et mise au point d'une courbe d'étalonnage pour évaluer la concentration de suspensions bactériennes. Rennequin SUALEM, 81 p. Encadrement : Michelante D. – Promoteur : Robberts H.

Laguesse, L. 2004. Techniques d'identification et de quantification des bactéries pectinolytiques du genre *Erwinia* responsables des pourritures humides sur tubercules. EPNAM de Ciney, 88 p. Encadrement : Michelante D. – Promoteur : Lallemand F.

S e c t i o n B I O M E T R I E , G E S T I O N D E S
D O N N E E S E T A G R O M E T E O R O L O G I E



rue du Liroux, 9
B-5030 Gembloux

tél. : +32 (0) 81 62 65 74
fax : +32 (0) 81 62 65 59

e-mail : bgda@cra.wallonie.be

1. MISSION

La mission de la section est de développer des activités de recherche et de support dans les domaines de la statistique et de l'informatique appliquées à la recherche agronomique. Ses travaux visent à développer et à promouvoir l'utilisation de méthodes originales pour la gestion des données ainsi que la conception de modèles mathématiques ou statistiques pour représenter des systèmes agro-environnementaux à composantes spatio-temporelles. La réalisation de ces travaux repose non seulement sur des collaborations étroites établies avec les autres départements du CRA-W, mais aussi avec des chercheurs appartenant à d'autres institutions de recherches belges ou étrangères.

2. PERSONNEL SCIENTIFIQUE

2 statutaires et 5 contractuels

2.1. Chef de section

R. Oger, *Inspecteur général scientifique (OIP)*

2.2. Scientifiques

A. Antofie, *Attachée scientifique (UE)*

D. Buffet, *Attaché scientifique (OIP)*

Y. Curnel, *Attaché scientifique (PSF)*

A. Krafft, *Attaché scientifique (UE)*

B. Leteinturier, *Attachée scientifique (PSF)*

V. Planchon, *Attachée scientifique (OIP)*

3. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES NATIONAUX

- Comités d'accompagnement du programme TELSAT 4 et du Plan d'Appui Scientifique à une Politique de Développement Durable (PADD II - SPS).
- Comité d'accompagnement du projet « STEREO-CROP » du programme de recherche en observation de la terre « STEREO », supporté par la Politique Scientifique Fédérale.

- Participation à un groupe de travail sur l'échantillonnage, organisé par le Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA).

4. REPRÉSENTATION AU SEIN D'ORGANISMES INTERNATIONAUX

- UE, membre du Management Committee de l'action COST 718 « Meteorological Applications for Agriculture ».

- UE, membre du Management Committee de l'action COST 725 « Establishing an European Phenological Data Platform for Climatological Applications ».

- European Cooperative Program for Crop Genetic Resources Networks (ECP/GR).

- CNES - Direction de la Stratégie et des Programmes - Equipe "Observation de la Terre" (DSP-OT). Représentation de la Belgique dans le Groupe de Travail ORFEO "Agriculture".

- EC-JRC, Représentants belges au sein du groupe d'experts Crop Growth Monitoring System (CGMS) du programme Monitoring Agriculture by Remote Sensing (MARS Stat).

5. THÉMATIQUE DES RECHERCHES

L'évolution récente des programmes de recherche au sein de la section a mis l'accent sur le caractère pluridisciplinaire des projets et la recherche de partenariats qui associent des compétences autour d'objectifs communs. La définition de ces activités ne peut se concevoir en dehors des progrès des sciences et des techniques relatives au traitement des données dans des domaines qui recouvrent, dans une perspective de développement durable, l'agriculture, l'environnement et l'alimentation humaine.

Quatre champs thématiques étroitement imbriqués regroupent l'ensemble des travaux de recherche de la section :

1. La gestion durable des écosystèmes agricoles

Les mesures politiques actuelles qui visent à promouvoir la durabilité de l'agriculture sont axées sur le maintien d'un héritage rural à travers notamment la conservation d'un potentiel de production, le respect du milieu naturel requis pour la production et la garantie à long terme de la viabilité de l'agriculture. La mise en œuvre de cette politique se traduit par un besoin accru d'améliorer le suivi de l'état de l'agriculture, l'objectif final étant de mesurer l'évolution de l'impact de l'agriculture sur l'environnement et la capacité de celle-ci à garantir sa fonction de production de manière compétitive. Dans cette logique, un accent particulier est mis sur la recherche d'indicateurs pertinents pour venir en aide aux responsables de la gestion de l'espace rural dans le cadre de l'application de mesures agro-environnementales. Les projets de recherches entrepris sur ce thème sont étroitement liés au développement de systèmes d'information géographique orientés Internet. Ils s'attachent également à exploiter les informations issues de la télédétection pour le suivi et la gestion de l'environnement ou du parcellaire agricole. Dans ce domaine, l'intégration des données issues de l'imagerie satellitaire est de nature à faciliter la spatialisation de l'information et à dresser des inventaires régionaux.

2. Qualité, traçabilité et sécurité alimentaire

Avec la mondialisation des échanges, le citoyen est devenu un consommateur averti, exigeant quant à l'origine et à la sécurité des aliments qu'il consomme et à l'environnement dans lequel ils sont produits. Pour répondre à cette demande, la mise en place de systèmes de traçabilité allant des producteurs aux distributeurs de productions agro-alimentaires s'est progressivement imposée. Les besoins en traçabilité des productions

agricoles sont nombreux et varient d'un acteur à l'autre des filières. Au niveau de la production, ces besoins expriment le souhait de pouvoir proposer un produit différencié des autres. Au niveau des autorités en charge de la sécurité alimentaire, la traçabilité permet d'éviter la mise sur le marché de produits impropres à la consommation.

Les objectifs des travaux entrepris sur ce thème sont de définir une méthodologie pour l'acquisition, l'utilisation et le traitement de données géoréférencées permettant de produire des indicateurs de traçabilité géographique. Un des aspects de ces activités concerne la problématique liée à l'échange des données et à la construction d'infrastructures informatiques qui garantissent une traçabilité géographique des productions agricoles. L'estimation du risque de production de mycotoxines dans les cultures de froment d'hiver est un exemple de projet entrepris sur ce thème. Il vise à développer une stratégie d'échantillonnage efficace pour le contrôle des lots de production avant la récolte.

3. Les ressources génétiques et la biodiversité agricole

Les systèmes de documentation pour les ressources génétiques et en particulier les bases de données centralisées par espèce jouent un rôle essentiel pour la conservation des ressources génétiques mais aussi pour la promotion et la valorisation de l'utilisation de ces ressources dans le contexte d'une gestion internationale. L'objectif des projets qui se rattachent à cette thématique est de construire des bases de données spécifiques couvrant aussi bien les aspects phénotypiques que génotypiques et de développer des interfaces d'utilisation qui permettent de comparer le matériel génétique ou d'échanger de l'information entre chercheurs et sélectionneurs. Cela peut être réalisé en assurant une plus grande standardisation des contenus et par la définition de modèles conceptuels de bases de données adaptés à ce type d'informations.

4. Conception de méthodes et techniques nouvelles pour la gestion des données

L'implémentation et la gestion de bases de données, qui couvrent les diverses activités de recherches conduites au sein du CRA-W, ont pour but de mettre à la disposition des utilisateurs des informations sur des thèmes divers liés à l'agrométéorologie ou à l'évaluation de la qualité des produits et du milieu. Ces activités sont étroitement liées à la mise en place et à l'évaluation de nouvelles technologies de l'information telles que le développement de web services, l'étude des contraintes liées à l'interopérabilité et à l'échange des données.

Les travaux ont également pour objectifs de développer et de maintenir une expertise dans l'exploitation et la recherche de nouveaux modèles de prévision des productions agricoles à l'échelle locale et régionale, ainsi que l'exploitation de l'information issue de l'imagerie satellitaire.

Les aspects scientifiques qui se rattachent à cette activité ont pour but de développer des méthodologies de contrôle de qualité spécifiques à la gestion de grands ensembles de données. Il est

notamment prévu de concevoir des techniques opérationnelles de détection de valeurs aberrantes ou extrêmes au sein de bases de données à caractère spatial.

6. COMPTE RENDU DES RECHERCHES

6.1 La gestion durable des écosystèmes agricoles

Développement d'un système intégré de suivi agri-environnemental pour la province de Heilongjiang (Chine)

Y. Curnel

Ce projet s'inscrit dans le prolongement direct de deux précédents projets auxquels le CRA-W a participé et qui visaient à développer des systèmes de suivi des productions agricoles, le premier à l'échelle de la Belgique (B-CGMS) et le second à l'échelle de la province chinoise d'Heilongjiang (H-CGMS).

La mise en place d'une coopération avec deux autres institutions de recherches belges (VITO, FUL/ULg) et le Heilongjiang Province Institute for Meteorological Sciences (HPIMS) a été motivée par le constat que depuis plus d'une décennie, la politique agricole de la plupart des pays s'oriente vers une gestion durable des ressources. C'est dans ce contexte que les indicateurs agri-environnementaux, permettant par exemple d'évaluer l'impact des activités agricoles ou forestières sur l'environnement, ont vu le jour.

L'objectif général de ce projet réside, par conséquent, dans le développement d'un système intégré et multifonctionnel de suivi agri-environnemental qui combine différents types de variables d'entrée et les résultats fournis par le système de prévision des productions agricoles (CGMS) qui a été mis en place à l'occasion des projets précédents. Ce système devrait être à même d'assister la prise de décisions dans les domaines de l'agriculture, des forêts et de la gestion des zones humides. Dans la continuité des projets précédents, l'accent reste mis sur la prévision des rendements et le suivi des cultures mais le système a également été étendu au suivi des sécheresses et à l'utilisation des terres. La composante spatiale des différents phénomènes qui ont été étudiés est prise en compte à l'aide d'indicateurs issus de l'exploitation de l'information satellitaire qui constitue un des aspects déterminants de la mise en place de ce travail.

Même si le titre du projet se réfère uniquement à la province chinoise de Heilongjiang, une partie des activités a été mise en place en Belgique. Les améliorations méthodologiques ont pu avantageusement être développées et expérimentées pour nos conditions locales où les données sont plus facilement et rapidement disponibles avant d'être transférées en Chine.

L'imagerie hyperspectrale pour le suivi des prairies et le contrôle des mesures agri-environnementales

D. Buffet, Y. Curnel et B. Leteinturier

Avec la réforme de la PAC, les mesures agri-environnementales (MAE) sont maintenant devenues obligatoires et même renforcées dans de nombreux plans ruraux de développement. Compte tenu de la diversité des systèmes culturaux et leur importance dans le paysage agricole, la gestion des prairies et pâturages représente une part importante de ces mesures agri-environnementales.

Le contrôle de ces mesures est étroitement lié à la connaissance des systèmes de gestion prairiale et des caractéristiques environnementales à l'échelle régionale. Ces informations sont généralement récoltées à l'échelle de la région d'étude considérée par des campagnes systématiques d'observations au sol. Malheureusement, ce type d'approche peut être long et onéreux. Une solution alternative est l'utilisation de l'imagerie satellitaire comme outil de gestion et de suivi des activités agricoles à la parcelle.

L'objectif général de ce projet est d'étudier les opportunités offertes par les images hyperspectrales dans une optique de contrôle et de suivi des différentes mesures et politiques agri-environnementales. Il étudie notamment la possibilité de réaliser une séparation spectrale des prairies sur base de leur mode de gestion (figure 1).

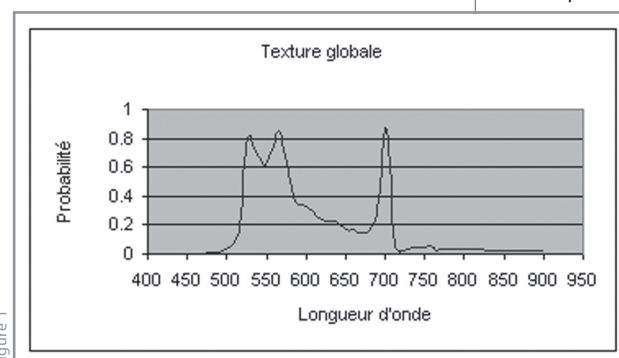


Figure 1 Probabilités de mettre en évidence les différences entre les classes de gestion des prairies exprimées en fonction de la longueur d'onde : analyse discriminante réalisée sur le paramètre de texture globale.

L'étude a porté sur trois capteurs hyperspectraux aéroportés : le capteur CASI pour les longueurs d'onde du domaine du VIS et du proche IR, le capteur SASI pour le SWIR et le capteur ATM pour les bandes de l'IR thermique.

Les données de télédétection ont été acquises lors de trois campagnes (septembre 2002, juin et octobre 2003) sur une zone représentative du sud-est de la Belgique d'une superficie de 50 km². Simultanément au survol de la zone, des prélèvements d'échantillons et des observations de terrain ont été réalisées sur un grand nombre de prairies, pour déterminer les caractéristiques biophysiques de l'herbe. En complément de ceci, des analyses en laboratoire, ont également été réalisées par spectrométrie IR pour connaître les caractéristiques biochimiques des échantillons.

Les premières analyses ont permis d'estimer un certain nombre de paramètres relatifs à la quantité (ex. biomasse fraîche et sèche, hauteur d'herbe) et à la qualité de l'herbe (ex. VEM, DVE, teneur en protéines) pour établir ensuite un inventaire régional. L'analyse des réponses spectrales intra-parcellaires a également mis en évidence une bonne discrimination et une classification possible des prairies (pâturée, fauchée, etc.). Des relations entre les caractéristiques physico-chimiques estimées à partir des réponses spectrales et les dates de coupe ou de pâture observées ont été mises en évidence. Dans une phase d'exploitation, ces relations pourraient être utilisées pour estimer les dates de fauche ou de mise en pâture dans le cadre de la vérification des contraintes temporelles des mesures agri-environnementales qui y sont associées.

Suivi de l'état de l'agriculture wallonne par télédétection

B. Leteinturier

Au niveau wallon, le contexte législatif entourant l'agriculture est complexe avec trois volets fondamentaux : l'encadrement, le suivi et le contrôle. Le Programme wallon de Développement Rural (PDR) concentre, à lui seul, un ensemble de mesures d'encadrement et de soutien au développement de l'Agriculture en Région wallonne.

Le projet SAGRIWATEL, financé par la Politique Scientifique Fédérale, soutenue par la Région

wallonne et rassemblant des partenaires issus de différentes institutions (CRA-W, FUSAGx, RW, UCL, ULg), s'attache à consolider cette approche en mettant un système pré-opérationnel à la disposition de la DGA du Ministère de la Région wallonne.

Trois types d'instruments sont sollicités pour la mise en place du système intégré de suivi de l'état de l'agriculture wallonne:

(i) l'information spatialisée de

l'occupation des terres agricoles pour chaque année que constitue le parcellaire du SIGEC (Système Intégré de Gestion et de Contrôle) basé sur deux sous-systèmes, vecteur et image, et sur une base de données alphanumériques, (ii) le système de prévisions de rendements CGMS (Crop Growth Monitoring System) adapté aux conditions belges et (iii) l'information satellitaire avec différents niveaux de résolution spatiale et temporelle (SPOT-VGT, SPOT5, LANDSAT5, IKONOS, etc.).

L'ensemble de ces outils autorise l'élaboration d'un set d'indicateurs agro-environnementaux (AEI) considérés comme autant d'outils promoteurs pour évaluer, quantifier et suivre les effets de l'agriculture dans un souci de durabilité de ses activités et de réduction de ses impacts sur l'environnement. Parmi la vaste liste des AEI publiés par la Commission européenne, sont considérés ceux pour lesquels la précision des résultats a la plus grande chance d'être améliorée par la

télé-détection. Parmi ceux-ci, l'exemple proposé ci-après concerne l'indicateur agro-environnemental de succession culturale (ISC), indicateur ayant essentiellement pour vocation l'encadrement ou l'accompagnement des pratiques culturales. Les successions observées sur une période de 7 années sont appréciées au niveau parcellaire sur l'ensemble du territoire wallon à l'aide d'une échelle allant de 0 à 10. L'estimation est basée sur l'effet du précédent culturel sur la culture suivante, sur le respect ou non du temps de retour minimal recommandé des différentes cultures observées au cours des 7 années et enfin sur la diversité de ces dernières. Les graphiques suivants (figure 2) représentent les distributions de fréquences de l'indicateur de succession culturale dans le cas de la Région limoneuse (à gauche) et de la Région Ardenne (à droite) pour la période 1997-2003. Si l'on considère que seuls les 10 derniers percentiles doivent être « encadrés », alors, dans le premier cas, seules les exploitations dont des parcelles connaissent un indice inférieur à 3,47 sont susceptibles de bénéficier d'un accompagnement, tandis que dans le second, cela ne concerne que celles jouissant d'une valeur inférieure à 2,34.

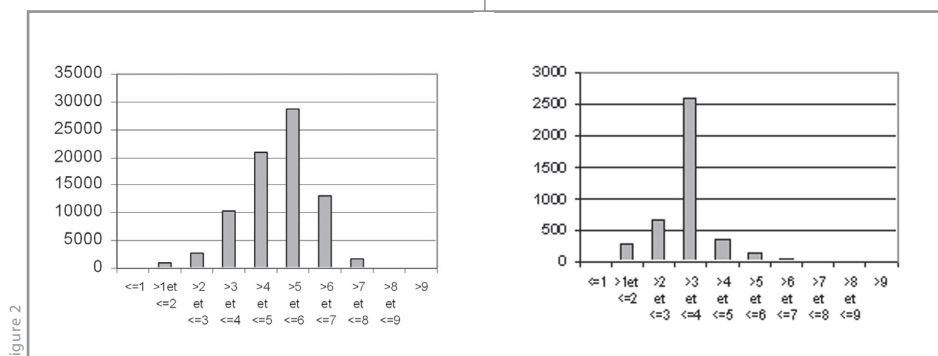


figure 2
Distributions de fréquences de l'indicateur de succession culturale dans le cas de la Région limoneuse (à gauche) et de la Région Ardenne (à droite) pour la période 1997-2003.

Optimisation de la gestion de la fertilisation organique et minérale des systèmes agricoles en Wallonie

A. Krafft

La production d'effluents d'élevage, plus généralement appelés engrais de ferme, est une composante importante au sein d'une exploitation agricole. Malheureusement, ceux-ci sont insuffisamment pris en compte dans les plans de fumure, ce qui a pour conséquences des pertes par gaspillages (éléments fertilisants et perte économique), des pollutions (air, eau, etc.) et des nuisances (odeurs). Le CRA-W s'est associé à plusieurs équipes de chercheurs ainsi qu'à des associations professionnelles agricoles dans le but de mettre au point un système expert, dénommé FertiWAL, capable d'optimiser la gestion de la fertilisation organique et minérale des exploitations agricoles.

L'objectif de ce projet est de doter l'agriculteur et les agents techniques d'un logiciel performant et fiable optimisant le résultat économique de

la fertilisation dans le respect de la législation en vigueur en Région wallonne et ce, respectivement aux échelles de l'exploitation et de la parcelle.

L'outil qui est en cours de développement intègre la notion d'interopérabilité des données afin de permettre le transfert d'informations avec d'autres logiciels agricoles grâce à un processus d'échange électronique de données structurées et normalisées. Il intègre également un Système d'Information Géographique (SIG) afin d'augmenter la lisibilité de la gestion de la fertilisation utilisée sur l'exploitation. La spatialisation à l'échelle de la parcelle permet d'inclure les éléments non productifs qui entraînent des limitations d'épandages (MAE).

La coordination du projet est assurée par le Centre de Recherches Industrielles et Agronomiques (CRIA) de l'Université Libre de Bruxelles. Les autres équipes partenaires sont l'ASBL Agra-Ost et l'Association Wallonne de l'Élevage.

6.2 Qualité, traçabilité et sécurité alimentaire

Traçabilité géographique en agriculture (GeoTraceAgri)

A. Krafft

GeoTraceAgri est un projet du 5e PCRDT (FP5/IST) réalisé en collaboration avec la Chambre de Commerce et d'Industrie du Gers (France), le CIRAD, l'ULG, l'Université Laval (Québec) et le groupe informatique CDER.

Un premier objectif du projet GeoTraceAgri a été de définir une méthodologie pour l'acquisition, l'utilisation et le traitement de données géoréférencées qui permet de produire des indicateurs agro-environnementaux à diverses échelles spatiales.

Ce travail a permis de déterminer les classes d'indicateurs qui sont appropriés à la traçabilité géographique en agriculture. Les diverses échelles géographiques considérées sont la parcelle, le bassin versant et la région pour laquelle l'origine du produit est certifiée (Région d'Appellation Contrôlée ou AOC). Une série d'indicateurs de

traçabilité géographique ont été mis en place avec l'aide de groupes d'utilisateurs sélectionnés par le consortium.

Cette réflexion a permis la définition d'un système de référence pour la traçabilité géographique dans plusieurs filières de productions agricoles (céréales, pommes de terre, productions fourragères, fruits et légumes).

L'étape suivante a permis la construction d'une infrastructure informatique qui garantit la traçabilité géographique des productions agricoles à l'aide d'outils orientés Internet.

Le système a été construit sur une plate-forme Internet en ayant recours à une technologie Open source (logiciel libre). Il incorpore des capacités SIG étendues telles que l'analyse de données spatiales, le web mapping, la consultation de catalogues de métadonnées et l'interconnexion de bases de données géographiques et sémantiques. Dans la foulée de **GéoTraceAgri** et à l'approche de l'échéance du 1er janvier 2005, date à laquelle toutes les productions agricoles devront être tracées, un nouveau projet (**GTIS-CAP**) a été initié dans le cadre du 6e PCRDT. Ce projet a pour objectif de mettre au point un prototype de système intégré de gestion et de contrôle adapté aux nouvelles exigences de la PAC réformée.

Evaluation du risque de contamination des cultures céréalières par des mycotoxines

R. Oger, P. Detrixhe, et D. Buffet

La Section Biométrie poursuit actuellement un projet de recherche, en collaboration avec le Département de Lutte biologique et Ressources phylogénétiques, qui vise à développer un modèle de prévision de risque de fusariose et de contamination en mycotoxines de l'épi en froment d'hiver basé sur des données agrométéorologiques.

Les conditions météorologiques, au moment de la floraison du froment, sont en effet déterminantes dans le risque de voir se développer les fusarioses de l'épi responsables de la production de mycotoxines. On considère en général que des précipitations fréquentes associées à une température supérieure à 16 °C quelques jours avant et quelques jours après la floraison sont des conditions favorables au développement de la fusariose des épis. Parmi les différents paramètres météorologiques, la durée d'humectation de la plante liée au dépôt de rosée et aux précipitations est probablement celui dont l'influence est la plus importante.

Pour transposer ce risque au niveau de la parcelle, il est cependant nécessaire de pouvoir intégrer des informations complémentaires concernant les conditions culturales (précédent, protection phytosanitaire), la sensibilité variétale ou le contexte général de la pression des maladies (adventices) dans la région. La spatialisation des précipitations est un élément déterminant afin de pouvoir estimer ce risque au niveau de la parcelle. Elle est réalisée en exploitant les données issues du radar météorologique installé par l'IRM à Libramont.

La compilation de ces différents facteurs est effectuée à l'aide de modèles probabilistes dont l'objectif est, non seulement, d'estimer le risque de développement de la fusariose, mais également le risque de contamination en DON. La procédure utilisée pour la mise au point de ce type de modèle comporte une phase de calibration et de validation qui se base sur des données récoltées par le CRA-W au cours des trois dernières années culturelles.

Un des intérêts de ce type de modèle est la possibilité de caractériser, avant la récolte, les zones géographiques en fonction de leur niveau de risque. Il est donc possible de limiter les analyses quantitatives de DON aux échantillons provenant de parcelles situées dans des zones géographiques ayant un niveau de risque élevé, et dont l'historique parcellaire serait plus favorable à la fusariose de l'épi.

6.3 Les ressources génétiques et la biodiversité agricole

Production de pommes de grande qualité et résistantes aux maladies dans le cadre d'une agriculture durable

A. Antofie, M. Lateur

La construction d'une base de données européenne pour les variétés cultivées de pommiers (*Malus x domestica*) a pour objectif de permettre aux sélectionneurs de faire un meilleur usage des collections de ressources génétiques existantes, et donc de sélectionner plus facilement et plus rapidement les géniteurs qui comportent les caractéristiques recherchées, tant pour l'aspect extérieur des fruits que pour leur qualité gustative ou leur résistance aux maladies. La base de données AppleDB a été élaborée dans le cadre du projet de recherche HiDRAS (High-quality Disease Resistant of Apples for a Sustainable Agriculture) réalisé avec le soutien financier de la Commission de la Communauté européenne. AppleDB rassemble les observations et les résultats d'analyses génomiques réalisées sur plusieurs familles de variétés et leurs géniteurs.

Pendant la période 2003-2004, la structure de la base de données AppleDB a été finalisée. Deux rapports, concernant la structure et le modèle de données utilisés dans la création de la base de données (Defined data standards adopted by all partners) et la standardisation des fichiers d'encodage utilisés dans le projet (Release of reference data-input templates), ont été rédigés.

Une des spécificités de la base de données AppleDB est de gérer une culture multi-annuelle et de permettre un suivi des caractères d'une génération à l'autre par individu, autrement dit d'assurer la traçabilité de chaque génotype afin de faciliter la mise en évidence des QTL's (Quantitative Trait Loci). Le modèle de données comprend une partie conceptuelle (fournissant une vue globale de la base de données), une partie logique (décrivant la structure logique et les métadonnées) et une partie physique (décrivant chaque

table existante dans la base de données avec la description et le type de chaque donnée).

Une interface graphique accessible sur Internet a été constituée pour présenter les résultats de l'interrogation de la base de données. (<http://hidras.cra.wallonie.be>).

Biodiversité génétique du *Malus sylvestris*

A. Antofie, M. Lateur

La base de données Applebiodiv a été élaborée dans le cadre d'un projet de recherche "Studying apple biodiversity" réalisé avec l'appui financier de la Commission de la Politique Scientifique Belge (EV/42/28C). Applebiodiv rassemble les observations portant sur le phénotype ainsi que les résultats d'analyses génomiques réalisées sur plusieurs anciennes variétés et plusieurs sujets de *Malus sylvestris*, suivis aussi bien in situ que ex situ.

Pendant la période 2003-2004, la structure de la base de données Applebiodiv a été finalisée de même que la définition des fichiers d'encodage utilisés dans le projet. D'autres activités clés, liées à ce projet et réalisées dans la même période, concernent la création d'une modèle de données "data model". Celui-ci permet la gestion simultanée des données génomiques ou phénotypiques.

Ce travail a permis le développement d'une interface graphique pour représenter et interpréter les données sous forme de cartes accessibles sur Internet (<http://applebiodiv.cra.wallonie.be>).

6.4 Conception de méthodes et techniques nouvelles

Etude de méthodes de détection de valeurs aberrantes dans le cadre de données structurées avec contraintes spatiales

V. Planchon, R. Oger

Au cours de cette dernière décennie, divers domaines d'études, tels que l'agriculture de précision et les Systèmes d'Information Géographique (SIG) se sont très fortement développés. Suite à l'évolution de ces techniques, la demande en analyses s'est accrue pour les laboratoires (composition chimique des sols, teneur en nitrates, en métaux lourds, qualité du blé, etc.) et ceux-ci doivent gérer de grandes quantités de données pour lesquelles des erreurs concernant les unités, les ordres de grandeur, etc. sont susceptibles d'être rencontrés. Ceci conduit à la nécessité de détecter les valeurs aberrantes au sein des bases de données.

La composition chimique des sols constitue une partie très intéressante de l'information contenue

dans les bases de données à références spatiales. Par conséquent, il est important dans les analyses, de tenir compte de divers problèmes liés à la contrainte spatiale, c'est-à-dire au voisinage des informations les unes par rapport aux autres et à la présence de différentes associations de sols dans les zones de prélèvement.

Les distributions pour des éléments étudiés lors d'analyses de sols sont très dissymétriques avec un étalement vers la droite très marqué. La présence d'un grand nombre de valeurs très élevées ou extrêmes, à droite de la distribution, rend difficile l'estimation des paramètres nécessaires à la réalisation des tests de détection de valeurs aberrantes. Un autre problème qui se pose est celui du mélange éventuel de plusieurs distributions dissymétriques au sein d'une même commune, lié à la présence de diverses associations de sols.

Une partie de ce travail consiste en l'étude des relations entre des caractéristiques physico-chimiques (par exemple le pHKCI) et certains éléments tel que le calcium. Les valeurs suspectes peuvent être détectées graphiquement en superposant la fonction des quantiles conditionnels estimés, à partir de la distribution de Pareto, sur le diagramme de dispersion du calcium en fonction du pHKCI. Les observations situées au-dessus de la courbe des quantiles estimés sont considérées comme suspectes comme l'indique la figure 3 (Goegebeur et al., 2004).

L'objectif général de cette étude est de proposer une méthode opérationnelle de détection de valeurs aberrantes, applicables sur de grands ensembles de données à références spatiales. Cette méthode doit permettre de garantir statistiquement l'acceptation ou le rejet de la donnée, en suivant une cohérence spatiale liée au voisinage des communes, les unes par rapport aux autres, et à la présence de plusieurs associations de sols au sein de celles-ci. Les perspectives d'applications des méthodes touchent les domaines de la gestion et le suivi de la qualité des bases de données ainsi que la spatialisation dans le cadre de Systèmes d'Information Géographique (SIG).

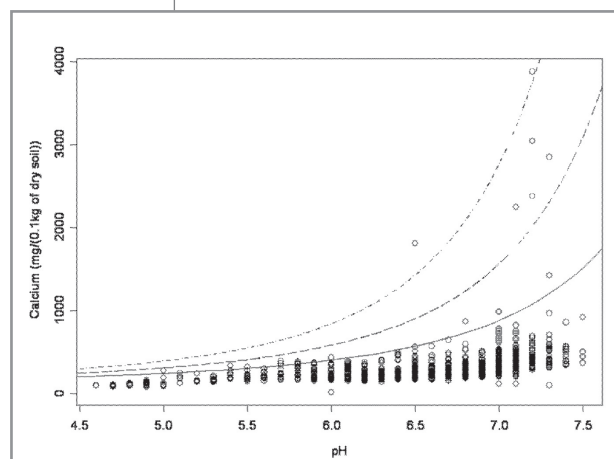


figure 3

Diagramme de dispersion du calcium en fonction du pHKCI avec les quantiles estimés $\hat{Q}(p, \text{pHKCI})$ en fonction des valeurs du pHKCI et trois niveaux de probabilité : (a) $p=0.99$ (courbe inférieure), (b) $p=0.999$ (courbe centrale), (c) $p=0.9999$ (courbe supérieure).

7. Activités de service

La biométrie et l'informatique sont considérées comme des activités de support indispensables à la réalisation des projets de recherches et des missions d'intérêt général. La biométrie est en étroite relation avec l'amélioration de la qualité de l'expérimentation agronomique et la validation des données en contribuant ainsi à une meilleure exploitation de celles-ci. L'informatique prend en charge la gestion de l'information scientifique tout en assurant un accès plus large à celle-ci à partir de bases de données centralisées. Les missions opérationnelles couvertes par ces activités sont les suivantes:

1. Biométrie

- Mise en place des systèmes "qualité" dans les différents laboratoires du CRA-W (validation de méthodes, cartes de contrôle, étude des incertitudes de mesures, analyse statistique des essais inter-laboratoires, évaluation de l'homogénéité de lots, rédaction de procédures).
- Planification et analyse des expériences agronomiques.
- Préparation de plans d'échantillonnages liés au contrôle des productions agricoles.
- Elaboration d'un bulletin mensuel agrométéorologique présentant les prévisions de rendements des 5 cultures les plus importantes à l'échelle nationale ainsi qu'au niveau des circonscriptions agricoles
- Formations internes au CRA-W.

2. Informatique

- Gestion de l'infrastructure, des réseaux, des serveurs et logiciels indispensables à l'informatique scientifique et administrative du CRA-W.
- Gestion des serveurs Intranet et Internet.
- Etude des problèmes portant sur la configuration des réseaux, les systèmes et les services, ainsi que la mise en place d'outils de sécurité informatique.
- Gestion de la base de données météorologiques du poste d'Ernage (Gembloux) et publication d'un bulletin bioclimatologique décadaire.
- Gestion de la base de données de RéQuaSud.
- Mise en place d'un système de collecte et de gestion de l'information dans le cadre de la Filière Wallonne de la Pomme de terre (FIWAP).
- Mise en place de bases de connaissances en relation avec le développement de Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) au CRA-W.
- Création d'un logiciel pour la création de cartes de contrôle.

Publications

Publications scientifiques avec comité de lecture

- Goegebeur, Y., Beirlant, J., Oger, R. & Planchon, V. (2004). Quality assessment of pedochemical data using extreme value methodology. *J. Appl. Sci.* (Accepté le 29/06/2004).
- Buffet, D. (2003). WebGIS and geographic information flux in agriculture. *Comput. Aided Technol. News (formerly the Bireca Bulletin)* **55**, 24-26.
- Buffet, D. & Oger, R. (2004). *Hyperspectral imagery for environmental mapping and monitoring: "Case study of grassland in Belgium"*. International Symposium "Geographical Information Systems and Remote Sensing: Environmental Applications" (COST 719). Volos, Greece, 7-9 November 2003, European Commission (COST 719) & University of Thessaly, 11 pp (accepté pour publication).
- Detrixhe, P., Chandelier, A., Cavelier, M., Buffet, D. & Oger, R. (2003). Development of an agrometeorological model integrating leaf wetness duration estimation to assess the risk of head blight infection in wheat. *Aspects Appl. Biol.* **68**, 199-204.
- Leteinturier B. & Malaisse F. (2004). Copper flora from South-central Africa: evolutionary and knowledge aspects. *Geo-Eco-Trop* (accepté pour publication).
- Leteinturier B. & Polhill R. (2003). Two new *Crotalaria* species from metalliferous sites of Zimbabwe. *Syst. Geogr. Plants* **73** (2) : 285-288.
- Malaisse F., Begaux F., Chasseur C., Dolkar P., Leteinturier B., Lognay G., Mathieu F., Rinchen L., Wathelet B. & Haubruge E. (2003). Ethnobotanical approach of Tibet South-Central rural environment knowledge as a support to Kashin-Beck disease's etiology. *Bull. Séanc. Acad. r. Sci. Outre-Mer* **48** (2002-3) : 319-341.
- Planchon, V. (2004). Traitement des valeurs aberrantes : concepts actuels et tendances générales. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* (Accepté le 26/05/2004).
- Planchon, V., Clautriaux, J.J. & Crabbé, J. (2003). Description et modélisation de la croissance et du développement du pommier (*Malus x domestica* Borkh.). I. Structure la plus probable de l'arbre jeune. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **7** (1), 37-49.
- Planchon, V., Clautriaux, J.J. & Crabbé, J. (2003). Description et modélisation de la croissance et du développement du pommier (*Malus x domestica* Borkh.). II. Caractéristiques et distribution spatiale et temporelle des sites de floraison. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **7** (2), 99-110.
- Planchon, V., Lateur, M., Dupont, P. & Lognay, G. (2004). Ascorbic acid level of Belgian apple genetic resources. *Sci. Hortic.* **100**, 51-61.
- Vermeulen, P., Baeten, V., Dardenne, P., van Raamsdonk, L., Oger, R., Monjoie, A.S. & Martinez, M. (2003). Development of a website and an information system for an European R&D project: the example of the STRATFEED project. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **7** (3-4), 161-169.
- Buffet, D. & Oger, R. (2003). *Characterisation of grassland canopy using CASI-SASI hyperspectral imagery*. CASI-SWIR 2002 Campaign Workshop, Bruges, Belgium, 4 September 2003, SSTC, 5 pp + dias.
- Buffet, D. (2003). *Utilisation d'un Web-SIG dans la perspective d'un suivi de l'état de l'agriculture et d'indicateurs agro-environnementaux*. Colloque AM/FM GIS Belux, avril 2003, 16 pp.
- Buffet, D., Leteinturier, B., Oger, R. & Krafft, A. (2003). *The use of hyperspectral remote sensing data to characterise grassland canopy*. 2ème Journée de Rencontre "Accompagnement Scientifique de l'Exploitation de l'Instrument VEGETATION", Namur, Belgium, 9 May 2003.
- Buffet, D., Oger, R. & Soulemane, T. (2004). *Hyperspectral-based characterization of grassland for the control of agri-environmental*

measures. Airborne Imaging Spectroscopy Workshop, Bruges, Belgium, 8 October 2004, 7 pp + 10 pp.

Curnel, Y. & Oger, R. (2004). *Influence of phenological parameters uncertainty on B-CGMS winter wheat yield predictions : results of a sensitivity analysis*. 2nd European Scientific Meeting on the Crop Growth Monitoring System (CGMS), Prague, République Tchèque, 8th October 2004, 26 pp.

Curnel, Y. & Oger, R. (2004). *Sensitivity study of TSUM parameters for winter wheat in Belgium*. Mid-Term Meeting "Development of an agri-environmental monitoring system for the Chinese Province Heilongjiang", Arlon, Belgium, 22-23 April 2004, 95-109.

Curnel, Y., Buffet, D. & Oger, R. (2004). *First functionalities of a statistical calibration toolbox for crop yield forecasting*. Mid-Term Meeting "Development of an agri-environmental monitoring system for the Chinese Province Heilongjiang", Arlon, Belgium, 22-23 April 2004, 59-72.

Curnel, Y., Gao, Y., Yin, S. & Oger, R. (2004). *Recalibration of H-CGMS phenological parameters for grain maize, spring wheat and soybean in Heilongjiang*. Mid-Term Meeting "Development of an agri-environmental monitoring system for the Chinese Province Heilongjiang", Arlon, Belgium, 22-23 April 2004, 43-57.

de Longueville, F., Pekel, J.-F., Quintin, L., Oger, R., Tychon, B., Defourmy, P., Debouche, C., Vanhalle, L. & Leteinturier, B. (2004). *Monitoring of the Walloon agriculture state with Remote Sensing - SAGRIWATEL*. Third Belgian Earth Observation Day, Brussels, 6 May 2004.

Detrixhe, P., Chandelier, A., Cavellier, M., Buffet, D. & Oger, R. (2003). *Development of an agrometeorological model integrating leaf wetness duration estimation to assess the risk of head blight infection in wheat*. Workshop "Mycotoxins in Food Production Systems", Bath, UK, June 2003.

Eerens, H., Piccard, I., Oger, R., Curnel, Y., Tychon, B., Ozer, P., van Diepen, K., Boogaard, H., Genovesi, G. & Nègre, T. (2004). *Use of spot-vegetation in different versions of the European crop growth monitoring system (CGMS)*. International SPOT-4/5 VEGETATION Users Conference, Antwerp, Belgium, 24-26 March 2004, 1 p.

Gianfranceschi, L., Soglio, V., Sansavini, S., Tartarini, S., Van de Weg, E., Schouten, H., Laurens, F., Durel, C.E., Gessier, C., Patocchi, A., Kellerhals, M., Seymour, G., Evans, K., Dunemann, F., Lateur, M., Antofie, A., Tomala, K., Gawronska, H., Zurawicz, E., Korbin, M., Velasco, R., Komjanc, M., Lognay, G. & Guerra, W. (2003). *An innovative multidisciplinary project to breed high-quality disease resistant apples*. Meeting HiDRAS "From the Green Revolution To The Gene Revolution", Bologna, Italy, 28-31 May 2003.

Leteinturier B., Buffet D., Oger R. & Decrem M. (2003). *Data dissemination from the Belgian Crop Growth Monitoring system : agrometeorological bulletin and web site*. In B. Tychon (Ed.) : Belgian and Chinese crop growth monitoring systems : comparison, adaptation and improvement. FUL, Arlon (Belgique), 121-127. ISBN : 2-87252-001-7.

Leteinturier B., Oger R., Decrem M. & Buffet D. (2003). *Assessing predictive performance of the Belgian Crop Growth Monitoring System : an explanatory study to improve winter wheat yield forecasting*. In B. Tychon (Ed.) : Belgian and Chinese crop growth monitoring systems : comparison, adaptation and improvement. FUL, Arlon (Belgique), 63-74. ISBN : 2-87252-001-7.

Oger, R. & Lateur, M. (2003). *Development of a specific software for the management of the recurrent synonymous problem of cultivars inside Plant Genetic Resources Databases : the case of the European ECP/GR Pyrus Database*. Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics, Congress Center, Angers, France, 1-5 September 2003.

Oger, R. (2003). *Sensitivity of crop growth and pest and disease model outputs to prediction errors in the timing of growth stages*. European Agro-Phenology Meeting, Ispra, Italy, 4-5 December 2003, 23 pp.

Oger, R., Buffet, D., Detrixhe, P., Chandelier, A. & Cavellier, M. (2003). *Development of an agrometeorological model integrating leaf wetness duration estimation and weather radar data to assess the risk of head blight infection in wheat. A sensitivity and uncertainty analysis*. Cost Action 718 Meeting, Tjele, Denmark, 25-26 September 2003, 18 pp.

Planchon, V. & Oger, R. (2004). *Robust outlier detection method on spatial database using gumbel or pareto-types models for left and right tails*. COMPSTAT 2004, 16ème Symposium de l'IASC, Prague (République Tchèque), 23-27 August 2004, 1 p.

Tychon, B., Horion, S., de Longueville, F., Ozer, P., Oger, R. & Eerens, H. (2003). *B-CGMS & H-CGMS, Two GIS-based models for crop growth monitoring in Belgium and in Heilongjiang Province (China)*. Towards a Geographic Information Society ? From GIS and Geomatics to

Spatial Data Infrastructures, Leuven, Belgium, 14 November 2003. Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Unité de Biométéorologie.

Vanwynsberghe, L., Antofie, A., Arezki, O., Coart, E., Jacques, D., Lateur, M., Roldan-Ruiz, I., Oger, R., Royen, L., Vander Mijnsbrugge, K., Watillon, B. & Keulemans, W. (2004). *Studying Apple Biodiversity : Opportunities for Conservation and Sustainable Use of Genetic Resources*. XVth Eucarpia General Congress, Tulln, Austria, 8-11 September 2004.

Vermeulen, P., Baeten, V., Dardenne, P., van Raamsdonk, L., Oger, R., Monjoie, A.S. & Martinez, M. (2004). *Development of a website and an information system for an EU R&D project : the example of the STRATFEED project*. International Symposium on "Food and feed safety in the context of prion diseases", Namur, Belgium, 16-18 June 2004, 79-80.

Vermeulen, P., Baeten, V., Dardenne, P., van Raamsdonk, L., Oger, R., Monjoie, A.S. & Martinez, M. (2004). *Development of an internet based data explorer : the example of the STRATFEED explorer*. International Symposium on "Food and feed safety in the context of prion diseases", Namur, Belgium, 16-18 June 2004, 81-82.

Villette, I., Antofie, A., Lateur, M., Lascostes, M., Stievenard, R. & Delahaye B. (2004). *INTERREG III - Patrimoine fruitier transfrontalier et biodiversité - Gestion et valorisation de la biodiversité fruitière Franco-wallonne*. *Le fruit belge*. 512, 75-180.

Yonggang, G., Yuguang, W., Xiufen, L., Shiping, Y. & Curnel, Y. (2004). *The application of the Belgium Crop Growth Monitoring System in the yield forecast of Heilongjiang province*. Mid-Term Meeting "Development of an agri-environmental monitoring system for the Chinese Province Heilongjiang", Arlon, Belgium, 22-23 April 2004, 19-40.

Publications techniques et de vulgarisation

Antofie A. (2004). *Production de pommes de haute qualité et résistantes aux maladies dans le cadre d'une agriculture durable (HiDRAS)*. *CRA-W INFO* automne 2004 : 4.

Buffet, D. (2003). *Agricultural Research Centre implements Intergraph geospatial data management solution to monitor agriculture and control agri-environmental measures*. [En ligne]. Adresse : <http://synergy.intergraph.com/orl/member.asp?track=401211>
Buffet, D. (2003). *Monitoring agriculture and agri-environmental status through WebGIS*. *AMFM-GIS BELUX, News* 26, 10-13.

Leteinturier B. (2004). *Suivi de l'agriculture wallonne par télédétection*. *CRA-W INFO* printemps 2004 : 2.

Oger, R. (2003). *Aperçu climatologique pour les années culturales 2001-2002 (récolte 2002) et 2002-2003 (en cours)*. Fumure et Protection phytosanitaire des Céréales. Gembloux, Centre de Recherches Agronomiques, Faculté des Sciences Agronomiques. 6 pp.

Oger, R., Sinnaeve, G., Anceau, C., Goffaux, M.J. & Dardenne, P. (2003). *Qualité du froment d'hiver en région wallonne*. Gembloux, Requasud, 32 pp.

Rapports

Antofie, A. & Lateur, M. (2004). *WP9 - Generation of an Apple data repository*. 2nd Meeting Hidras, Zurich, Switzerland, 30 January 2004, 25 pp.

de Longueville, F., Horion, S., Ozer, P., Piccard, I., Oger, R. & Tychon, B. (2003). *Analyse de la campagne agricole 2002-2003 en terme de stress hydrique*. Gembloux, Centre de Recherches Agronomiques (CRA) - Arlon, Fondation Universitaire Luxembourgeoise (FUL) - Mol, Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO). Rapport technique, 7 pp.

Debouche C., de Longueville F., Leteinturier B., Oger R., Quintin L. & Tychon B. (2004). *Rapport technique par indicateur agro-environnemental reprenant la définition précise et la méthodologie de calcul des indicateurs*. Rapport du projet SAGRIWATEL (WP4.2.1), 91 pp.

Debouche C., de Longueville F., Leteinturier B., Oger R., Quintin L. & Tychon B. (2004). *Rapport technique par indicateur agro-environnemental reprenant la méthodologie de calcul et le résultat spatialisé du calcul pour la première année de suivi*. Rapport du projet SAGRIWATEL (WP4.2.2), 78 pp. Lateur, M., Oger, R., Watillon, B., Lognay, G., Dupont, P., Antofie, A. & Rondia, A. (2003). *Progress summary report*. Gembloux, Ministère de la Région Wallonne, CRA-W, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques, Section Biométrie, Gestion des données et Agrométéorologie. Département Biotechnologie, FUSAGx. Rapport de projet, 9 pp.

Detrixhe P., Chandelier A., Oger R. & Cavellier M. (2004). *Rapport du projet "Mise au point d'un modèle prévisionnel du risque de contamination en DON en cultures céréalières"*, 43 pp.

Leteinturier B., Oger R. & Buffet D. (2004). *Rapport technique sur la modification de B-CGMS pour intégrer l'information administrative à la parcelle*. Rapport du projet SAGRIWATEL (WP3.5), 21 pp.

Leteinturier B., Oger R., Buffet D. & Bourgeois A. (2003). *Rapport technique sur le nouveau module de croissance prairiale*. Rapport du projet SAGRIWATEL (WP3.2), 37 pp.

Oger, R., Buffet, D. & Leteinturier, B. (2003). *Utilisation de mesures hyperspectrales pour caractériser la végétation des prairies permanentes*. Ministère de la Région Wallonne, OSTC. Programme de Recherche en Observation de la Terre par Satellite "STEREO" (Rapport final) (Projet Apex 2002), 64 pp + 7 pp (annexes).



22 janvier 2003

Huitième carrefour des productions animales : L'Avenir des Filières de Qualité différenciée?(*), Gembloux

01 et 02 février 2003

7ème journée internationale de l'élevage et de l'agriculture de Tournai, Tournai

07 février 2003

Table ronde au niveau national, « Maîtrise des maladies en arboriculture biologique », Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

19 février 2003

Livre blanc-Fumure et Protection Phytosanitaire des Céréales, Gembloux

04 mars 2003

Inauguration au Département Génie rural : mise à feu inaugurale de l'installation expérimentale de combustion de biomasse solide, Gembloux

12 mars 2003

La Traçabilité géographique, une opportunité nouvelle pour valoriser les productions agricoles (*), Gembloux

31 mars-06 avril 2003

Printemps des Sciences en collaboration avec la FUSAGx, Gembloux

08 mai 2003

Présentation des essais fourragers, Section Systèmes agricoles, Libramont

07 et 08 juin 2003

Journées fermes ouvertes: présentation du porc en plein air dans une exploitation porcine, Département Productions et Nutrition animales

15 Juin 2003

Journée de la fraise, Département Biotechnologie, Gembloux

24 juin 2003

Visite des essais du Département Production végétale, Gembloux

11 et 12 juillet 2003

Journées fermes ouvertes: présentation du projet ovin laitier dans une exploitation ovine, Département Productions et Nutrition animales

25-28 juillet 2003

Foire agricole de Libramont, Libramont

06 et 07 septembre 2003

Fête de la Rose et des pépinières de Lesdain, Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

09 septembre 2003

Livre blanc – Information avant les semis, Gembloux

13 et 14 septembre 2003

Fête du Potager / Moestuin dagen du Château d'Hex, Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

17 septembre 2003

Visite des essais 'Dactyle' implantés par la Section Systèmes agricoles au sein de la vitrine du DER, Marloie

05 octobre 2003

Journée Découverte Entreprises au Département Génie rural, Gembloux et à la Section Systèmes agricoles, Libramont

05 octobre 2003

Fête de la Pomme du Château de Modave, Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

08 octobre 2003

3ème Journée Productions porcines et avicoles, Vers une politique de qualité, à quel prix ? (*), Gembloux

18 octobre 2003

Marché aux anciennes variétés horticoles à Namur en partenariat avec l'Echevinat de l'Environnement, Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

22 octobre 2003

Développer une réflexion éthique dans nos institutions agronomiques, Gembloux

01 et 02 novembre 2003

Pomexpo 2003 (9e édition) avec le Centre Régional de Ressources génétiques de Villeneuve d'Ascq (France), Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

06 novembre 2003

Séminaire à la FUL 'L'élevage de porcs en plein air. Présentation de nos activités de recherches en production porcine, Département Productions et Nutrition animales

08 novembre 2003

Fête de la Poire à Torgny, Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

26 novembre 2003

Le lait, qualité et guidance, Collaborations sans frontières, symposium organisé à l'occasion du départ à la retraite de André Van Reusel, Chef de Section, Département

26 novembre 2003

Le porc plein air, une opportunité, Département Productions et Nutrition animales, Gembloux

26 novembre 2003

Table ronde nationale « Demande d'extension du nombre de matières actives agréées en Belgique pour l'arboriculture fruitière biologique » (Bouillie Sulfo-calcique et Neem), Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

28 au 30 novembre 2003

Invité d'honneur des « Journées de la Plante, de l'Arbre et du Fruit » de Saint-Jean du Gard (France), Département Lutte biologique et Ressources phylogénétiques

10 décembre 2003

10ème journée Fourrages Actualités : Gestion des prairies en réponse aux attentes économiques, environnementales et sociales de ce début de siècle (*), Libramont



21 janvier 2004

Neuvième Carrefour des Productions Animales: L'impact de l'ouverture à l'Est sur les productions animales des pays de l'Ouest de l'Europe(*), Gembloux

09-15 février 2004

Salon AGRIBEX, Bruxelles

18 février 2004

Livre blanc-Fumure et Protection Phytosanitaire des Céréales, Gembloux

03 mars 2004

Quelle prairie pour quelle valorisation ? Journée d'étude pour les agriculteurs biologiques, Section Systèmes agricoles, Libramont

12 mars 2004

Journée de formation « Conduite du pommier : les nouvelles techniques de maîtrise de la fructification développées par le groupe MAFCOT », Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

29 avril 2004

Rendez-vous Printanier de Gembloux, Europea Belgium, Gembloux

06 juin 2004

Journée du mouton organisée par le CISO et la FICOW, présentation de l'élevage "mouton laitier", Département Productions et Nutrition animales, Faulx-les-Tombes

16, 17 et 18 juin 2004

International Symposium on Food and feed safety in the context of prion diseases, projet européen Stratfeed, Département Qualité des Productions agricoles, Namur

16-17 juin 2004

« Journées des arboriculteurs et des pépiniéristes » dans le cadre des 20 ans du Verger conservatoire du Nord-Pas de Calais (CRRG de Villeneuve d'Ascq - France), Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

22 juin 2004

La problématique du Développement durable : Quelles implications pour la Recherche ? Section Systèmes agricoles, Libramont

02 juillet 2004

Visite des essais 'Dactyle' implantés par la Section Systèmes agricoles, au sein de la vitrine du DE, Marloie

20 juillet 2004

Manifestations organisées en 2003-2004 22

janvier 2003

Huitième carrefour des productions animales : L'Avenir des Filières de Qualité différenciée?(*), Gembloux

01 et 02 février 2003

7ème journée internationale de l'élevage et de l'agriculture de Tournai, Tournai

07 février 2003

Table ronde au niveau national, « Maîtrise des maladies en arboriculture biologique », Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

19 février 2003

Livre blanc-Fumure et Protection Phytosanitaire des Céréales, Gembloux

04 mars 2003

Inauguration au Département Génie rural : mise à feu inaugurale de l'installation expérimentale de combustion de biomasse solide, Gembloux

12 mars 2003

La Traçabilité géographique, une opportunité nouvelle pour valoriser les productions agricoles (*), Gembloux

31 mars-06 avril 2003

Printemps des Sciences en collaboration avec la FUSAGx, Gembloux

08 mai 2003

Présentation des essais fourragers, Section Systèmes agricoles, Libramont

07 et 08 juin 2003

Journées fermes ouvertes: présentation du porc en plein air dans une exploitation porcine, Département Productions et Nutrition animales

15 Juin 2003

Journée de la fraise, Département Biotechnologie, Gembloux

24 juin 2003

Visite des essais du Département Production végétale, Gembloux

11 et 12 juillet 2003

Journées fermes ouvertes: présentation du projet ovin laitier dans une exploitation ovine, Département Productions et Nutrition animales

25-28 juillet 2003

Foire agricole de Libramont, Libramont

06 et 07 septembre 2003

Fête de la Rose et des pépinières de Lesdain, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

09 septembre 2003

Livre blanc - Information avant les semis, Gembloux

13 et 14 septembre 2003

Fête du Potager / Moestuïn dagen du Château d'Hex, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

17 septembre 2003

Visite des essais 'Dactyle' implantés par la Section Systèmes agricoles au sein de la vitrine du DER, Marloie

05 octobre 2003

Journée Découverte Entreprises au Département Génie rural, Gembloux et à la Section Systèmes agricoles, Libramont

05 octobre 2003

Fête de la Pomme du Château de Modave, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

08 octobre 2003

3ème Journée Productions porcines et avicoles, Vers une politique de qualité, à quel prix ? (*), Gembloux

18 octobre 2003

Marché aux anciennes variétés horticoles à Namur en partenariat avec l'Echevinat de l'Environnement, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

22 octobre 2003

Développer une réflexion éthique dans nos institutions agronomiques, Gembloux

01 et 02 novembre 2003

Pomexpo 2003 (9e édition) avec le Centre Régional de Ressources génétiques de Villeneuve d'Ascq (France), Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

06 novembre 2003

Séminaire à la FUL 'L'élevage de porcs en plein air' Présentation de nos activités de recherches en production porcine, Département Productions et Nutrition animales

08 novembre 2003

Fête de la Poire à Torgny, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

26 novembre 2003

Le lait, qualité et guidance, Collaborations sans frontières, symposium organisé à l'occasion du départ à la retraite de André Van Reusel, Chef de Section, Département

26 novembre 2003

Le porc plein air, une opportunité, Département Productions et Nutrition animales, Gembloux

26 novembre 2003

Table ronde nationale « Demande d'extension du nombre de matières actives agréées en Belgique pour l'arboriculture fruitière biologique » (Bouillie Sulfo-calcique et Neem), Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

28 au 30 novembre 2003

Invité d'honneur des « Journées de la Plante, de l'Arbre et du Fruit » de Saint-Jean du Gard (France), Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

10 décembre 2003

10ème journée Fourrages Actualités : Gestion des prairies en réponse aux attentes économiques, environnementales et sociales de ce début de siècle (*), Libramont

21 janvier 2004

Neuvième Carrefour des Productions Animales: L'impact de l'ouverture à l'Est sur les productions animales des pays de l'Ouest de l'Europe(*), Gembloux

09-15 février 2004

Salon AGRIBEX, Bruxelles

18 février 2004

Livre blanc-Fumure et Protection Phytosanitaire des Céréales, Gembloux

03 mars 2004

Quelle prairie pour quelle valorisation ? Journée d'étude pour les agriculteurs biologiques, Section Systèmes agricoles, Libramont

12 mars 2004

Journée de formation « Conduite du pommier : les nouvelles techniques de maîtrise de la fructification développées par le groupe MAFCOT », Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

29 avril 2004

Rendez-vous Printanier de Gembloux, Europea Belgium, Gembloux

06 juin 2004

Journée du mouton organisée par le CISO et la FICOW, présentation de l'élevage "mouton laitier", Département Productions et Nutrition animales, Faulx-les-Tombes

16, 17 et 18 juin 2004

International Symposium on Food and feed safety in the context of prion diseases, projet européen Stratfeed, Département Qualité des Productions agricoles, Namur

16-17 juin 2004

« Journées des arboriculteurs et des pépiniéristes » dans le cadre des 20 ans du Verger conservatoire du Nord-Pas de Calais (CRRG de Villeneuve d'Ascq - France), Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

22 juin 2004

La problématique du Développement durable : Quelles implications pour la Recherche ?, Section Systèmes agricoles, Libramont

02 juillet 2004

Visite des essais 'Dactyle' implantés par la Section Systèmes agricoles, au sein de la vitrine du DE, Marloie

20 juillet 2004

visite des essais phytotechniques menés par la Section Systèmes agricoles, Libramont

23-26 juillet 2004

Foire agricole de Libramont, Libramont

23 août 2004

Rencontre transfrontalière des arboriculteurs en agriculture biologique. Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

28 août 2003

Après-midi de rencontre avec un groupe d'arboriculteurs français du GABNOR, Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

04-05 septembre 2004

Fête de la Rose et des pépinières de Lesdain, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

09 septembre 2004

Livre blanc - Information avant les semis, Gembloux

11 et 12 septembre 2004

Fête du Potager / Moestuindagen du Château d'Hex, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

14 septembre 2004

Demi-Journée d'étude sur la lutte intégrée et les référentiels de qualité en culture de pommes de terre, en collaboration avec le Groupe d'études en lutte intégrée du laboratoire de phytopharmacie de la FUSA, Gembloux, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques
26 septembre 2004 : Journée Portes ouvertes au Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques, Gembloux

01 octobre 2004

Visite du Département Productions et Nutrition animales, Gembloux

01 et 02 octobre 2004

Les journées de la Biomasse, Département Génie rural, Gembloux

02-03 octobre 2004

Journées portes ouvertes de la pépinière «La Roseraie», Département Biotechnologie, Gembloux

03 octobre 2004

Fête de la Pomme au Château de Modave avec le C.R.I.E. de Modave, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

14 octobre 2004

Résultats de la campagne céréalière 2004 et perspectives offertes par de nouvelles méthodes rhéologiques, Département Qualité des Productions agricoles, Gent

16-17 octobre 2004

Flore et Pomone à Orp-Jauche, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

20 octobre 2004

4ème Journée Productions porcines et avicoles, Vers une cohabitation harmonieuse entre producteurs et riverains ? (*), Gembloux

23 octobre 2004

Marché aux anciennes variétés horticoles de Namur en partenariat avec l'Echevinat de l'Environnement, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

18 et 19 novembre 2004

2nd International Conference on "Embedded Near Infrared Spectroscopy", Département Qualité des Productions agricoles Gembloux

27 novembre 2004

Fête de la Poire à Torgny, Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

(*) publications disponibles sur demande adressée au CRA





Direction et
Service généraux

Département
Biotechnologie

Département
Production
végétale

Département
Lutte biologique
et Ressources Phytogénétiques

Département
Phytopharmacie

Département
Génie rural

Département
Productions et
Nutrition animales

Département
Qualité des
Productions Agricoles

Section
Systèmes
agricoles

Section
Biométrie,
Gestion des données
Agrométéorologie