

Journées Techniques Nationales Fruits & Légumes Biologiques



Caen
4 et 5 décembre 2007

PROGRAMME

JOURNEES TECHNIQUES FRUITS ET LEGUMES 2007 - CAEN

MARDI 4 DECEMBRE

- > 9h00 - Accueil
- > 9h30 - Ouverture des journées par M. Philippe DURON - Président de la Région Basse-Normandie, Député du Calvados - et M. Loïc DUCLOUE - Président du GRAB Basse-Normandie
- > 10h00 - Conférences communes
 - Point règlementaire et pratique sur l'usage des produits phytopharmaceutiques en AB - M. Jonis (ITAB)
 - Avantages et capacité d'adaptation de l'AB au changement climatique. - C. Aubert (Ancien directeur de Terre Vivante)
- > 12h00 - Repas bio
- > 13h30/19h00 - Visites de fermes biologiques : fruits ou légumes
- > 19h30 - Dégustation de cidres et jus de pomme - Repas bio - Soirée

MERCREDI 5 DECEMBRE

- > 8h30 - Bilan de campagne par filière / Discussion
- > 10h00 - Pause
- > 10h30 - Ateliers thématiques - Discussion

Circuits longs	Circuits courts
Comment concilier cahiers des charges distributeurs (ex : Eurepgap) et réglementation AB ? V. Couëpel (CERTIS)	Vente directe « en paniers » : comment organiser le travail et planifier les productions ? C. Souillot (GAB 22), C.Touret (FNAB)

- > 12h00 - Repas bio
- > 13h45 - Ateliers thématiques par filière

Arboriculture	Maraîchage
<ul style="list-style-type: none">- Bilan des techniques permettant de maîtriser la tavelure - C. Gomez (GRAB)- Contrôler le carpocapse : lutte directe et biodiversité - J.F. Toubon (Inra Avignon)- Adaptation de l'itinéraire au changement climatique - J.M. Legave (INRA Montpellier)- Relation entre nutrition du verger et parasitisme : cas du puceron cendré - G.Libourel (GRAB)- Transformation des pommes : cidre et jus - J.R. Pitrou (Producteur)	<ul style="list-style-type: none">- Bilan du programme « optimisation du travail du sol en AB » - H. Védie (GRAB), Témoignage de G. Gontel- Biodiversité : quelles plantes pour attirer et maintenir les auxiliaires prédateurs des pucerons ? - D.Berry (SERAIL), M. Legrand (FREDON Nord Pas de Calais)- Maîtriser le mildiou de la pomme de terre - J. Bruyère (FREDON Nord Pas de Calais)- Protection contre la mouche de la carotte - M.Legrand (FREDON Nord Pas de Calais) et F.Villeneuve(Ctifl)

- > 17h00 - Fin des journées

SOMMAIRE

Sommaire	1
Conférences communes	3
- Aperçu réglementaire et pratique sur l'usage des produits phytopharmaceutiques en AB – <i>M. Jonis (ITAB)</i>	5
- Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre par l'agriculture biologique et adaptation au changement climatique - <i>C. Aubert (Consultant)</i>	21
Visites	29
Ateliers circuits	31
- Questions/réponses sur le référentiel EurepGAP®	33
- La commercialisation de légumes sous forme de paniers : éléments de réflexions sur les quantités à implanter - <i>C. Souillot (Gab 22) et Claire Touret (FNAB)</i>	37
Arboriculture	47
- Différentes stratégies de maîtrise de la tavelure du pommier – <i>C. Gomez (GRAB)</i>	49
- Les impacts du réchauffement global sur la phénologie des arbres fruitiers et de la vigne : quelles conséquences agronomiques ? – <i>JM. Legave (INRA Montpellier)</i>	59
- Approche des effets de la nutrition de la plante sur les insectes qui s'en nourrissent ? – <i>G. Libourel (GRAB)</i>	67
Maraîchage	71
- Optimisation du travail du sol en maraîchage biologique : intérêt des planches permanentes – <i>H. Védie (GRAB)</i>	73
- Bandes fleuries en cultures légumières - <i>D. Berry (SERAIL) et M. Legrand (FREDON NPC)</i>	81
- Maîtriser le mildiou de la pomme de terre en production biologique - <i>J. Bruyère (FREDON NPC)</i>	95
- La protection contre la mouche de la carotte en agriculture biologique : quels moyens ? - <i>M. Legrand (FREDON NPC) et F. Villeneuve (Ctifl)</i>	103

CONFERENCES COMMUNES

APERÇU RÉGLEMENTAIRE ET PRATIQUE SUR L'USAGE DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES EN AB

Monique Jonis

ITAB, Mas de Saporta, 34 875 LATTES cedex. Tél. 04 67 06 23 93, fax : 04 67 06 55 75
e-mail : monique.jonis@itab.asso.fr website : www.itab.asso.fr

RESUME

Traditionnellement, les journées techniques F & L sont l'occasion de faire le point sur les nouveautés survenues en matière d'usage des produits phytopharmaceutiques en AB. Suite à un petit rappel sur les procédures de mise en marché de ces produits, un point sera fait sur la Mise en marché des Préparations Naturelles Peu Préoccupantes (tout au long de l'année 2007, un groupe de travail animé par la DGAL a travaillé sur ce sujet), suivi par un autre point brûlant de l'actualité : l'interdiction annoncée de l'usage de la roténone. En annexe, un tableau récapitulatif des produits utiles à l'AB devrait faire l'objet d'une discussion notamment pour déterminer les matières actives sur lesquelles il est prioritaire de travailler.

INTRODUCTION

Utiliser des produits de traitement peut présenter certains risques pour l'homme, les animaux et l'environnement. Les procédures d'évaluation et d'autorisation des produits visent à garantir l'efficacité des produits et à s'assurer d'un niveau de toxicité acceptable permettant de limiter les risques. Ces procédures sont normalement harmonisées au niveau communautaire. Cependant, des disparités dans les méthodes d'évaluation peuvent apparaître entre les différents pays, entraînant souvent des distorsions de concurrence. D'autres par, pour les productions biologiques, la réglementation AB européenne vient se superposer aux règlements communautaires et nationaux sur l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, ce qui complexifie les procédures et aboutit souvent à réduire le nombre de produits utilisables. Ce document a pour objet de rappeler les conditions de mise en marché des produits phytopharmaceutiques en AB et d'apporter un éclairage sur les principaux points d'actualité du moment : Préparation Naturelles Peu Préoccupante, roténone, produits prioritaires....

1 PRODUITS PHYTOSANITAIRES

1.1 Rappel sur la définition

Article 2 de la directive 91/414 repris dans l'article 1 du décret n°94-359 du 5 mai 1994.

« On entend par produits phytopharmaceutiques les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées à :

- ⊠ Protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action, pour autant que ces substances ou préparations ne soient pas définies ci-après ;
- ⊠ Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives ;
- ⊠ Assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs ;
- ⊠ Détruire les végétaux indésirables ;
- ⊠ Détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux. »

1.2 Evaluation et Mise en Marché des produits

L'évaluation et l'autorisation des substances actives se réalisent au niveau communautaire. Par contre l'autorisation de mise sur le marché des préparations phytopharmaceutiques est réalisée par chaque état membre.

Les microorganismes sont concernés également par cette même réglementation, avec une adaptation spécifique des modalités d'autorisation des produits décrites dans la directive n°2001/36 qui modifie la directive n° 91/414.

Il n'existe par actuellement de réglementation concernant l'usage des macro-organismes.

Depuis juillet 2006, l'évaluation des produits phytopharmaceutique mis sur le marché à destination de la production végétale a été confiée à l'AFSSA¹. Cet organisme est chargé de donner un avis quant à la Mise sur le Marché des produits phytopharmaceutiques, matières fertilisantes et support de culture. L'évaluation porte sur trois points principaux :

- ★ l'innocuité pour l'environnement et la santé publique (toxicité et éco-toxicité)
- ★ l'efficacité des produits (essais biologique)
- ★ la constance et la stabilité des produits

Au final, après évaluation et avis de l'AFSSA, c'est la DGAL qui donne ou non l'Autorisation de Mise en Marché d'un produit phytopharmaceutique. La procédure est la même pour les matières fertilisantes et les supports de culture, même si les exigences sont moins importantes.

Pour être utilisable en France par un agriculteur cultivant en biologique pour un usage donné, un produit phytosanitaire doit remplir trois conditions :

- être composé de substance(s) active(s) inscrite(s) pour l'usage considéré au règlement AB (annexe II B du règlement 2092/91)
- **ET** être composé de substance(s) active(s) inscrite(s) en annexe I de la directive n°91/414/CEE
- **ET** disposer d'une AMM, en France pour l'usage considéré.

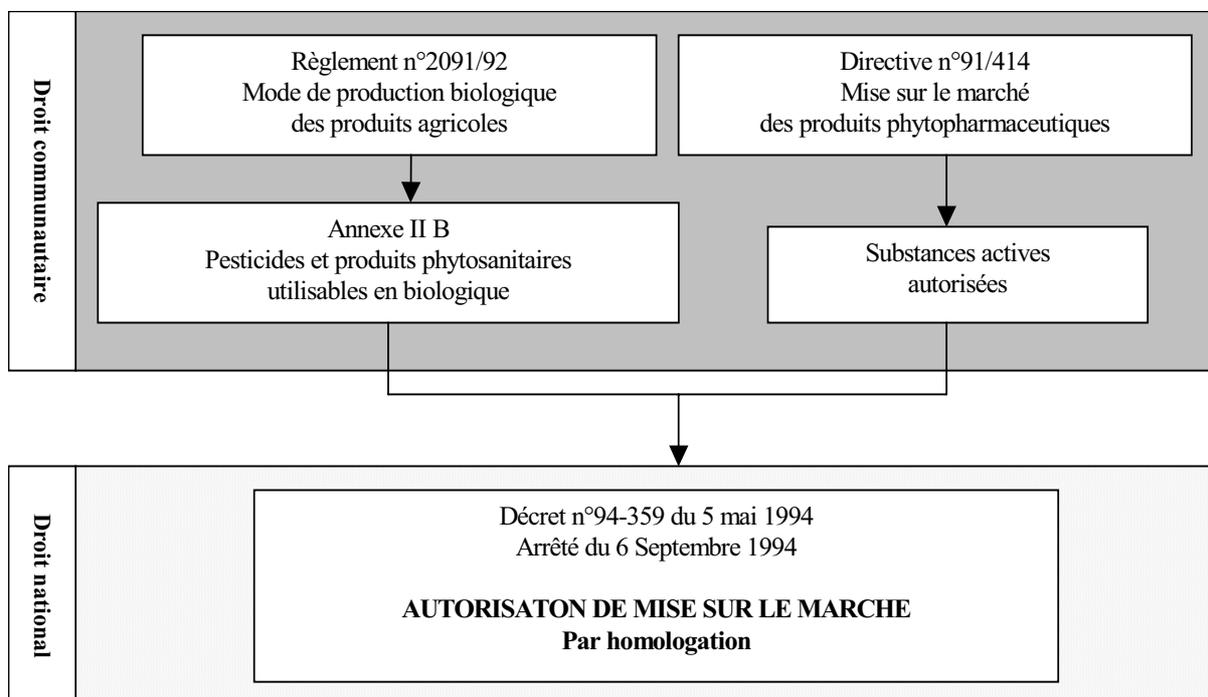


Figure 1 : Cadre réglementaire des produits phytopharmaceutiques

¹ AFSSA : Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments

2 CAS DES PREPARATIONS NATURELLES PEU PREOCCUPANTES (PNPP)

2.1 Préparations dont la formulation est du domaine public

« On entend par préparation naturelle peu préoccupante toute préparation à vocation phytopharmaceutique, élaborée exclusivement à partir d'un ou plusieurs élément naturel (végétal, minéral), et obtenue par un procédé accessible à tout utilisateur final. On entend par « procédé accessible » tout procédé pour lequel l'utilisateur final est capable de réaliser toutes les étapes de la préparation. Néanmoins, la matière première peut avoir été acquise auprès d'entreprises extérieures lorsque celles-ci sont seules capables de la fournir et si ces dernières ne réalisent pas elles-mêmes la préparation. Le ou les végétaux, ou autre élément naturel, à partir desquels sont élaborées PNPP répondent aux conditions suivantes :

- ⊗ être non transformés ou uniquement par des moyens manuels mécaniques ou gravitationnels, par dissolution dans l'eau, par flottation, par extraction par l'eau, par distillation à la vapeur ou par chauffage (uniquement pour éliminer l'eau).
- ⊗ avoir fait l'objet d'une procédure d'inscription en application des articles R. 253-5 et suivants du code rural à compter du 31 décembre 2008 et n'avoir fait l'objet d'aucune décision défavorable relative à leur inscription.
- ⊗ ne pas être identifiés comme toxique, très toxique, cancérigène, mutagène, tératogène etc.
- ⊗ ne pas faire l'objet de restrictions pour leur vente directe au public.

La mise sur le marché des ces PNPP fera l'objet d'une autorisation délivrée par le ministre chargé de l'agriculture, le cas échéant après avis de l'AFSSA. Cette autorisation de mise sur le marché vaut pour chaque préparation obtenue par un procédé similaire à celui en vertu duquel l'autorisation a été délivrée.

Ces PNPP font l'objet d'un décret (en cours de validation) proposant une procédure simplifiée pour leur mise en marché et répondant aux attentes exprimées par l'amendement du code rural (produits du type purins de plantes, poudre de roche...) Les préparations visées par ce décret, doivent répondre à deux grands principes :

- ⊗ **leur intérêt et leur innocuité pour l'environnement, l'utilisateur et le consommateur**
- ⊗ **des formulations qui appartiennent au domaine public, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas protégées et sont utilisables par tous**

2.2 Préparations dont la formulation est protégée

Les PNPP élaborées à partir d'un procédé spécifique pour lequel l'industriel souhaite avoir une protection de ses données et qui sont reconnues utiles comme moyens alternatifs aux produits de synthèse, ne peuvent pas entrer dans le décret précédemment mentionné. Un groupe de travail animé par la DGAL est chargé de rédiger les propositions françaises en matière de simplification des procédures nécessaires à l'obtention des AMM pour diminuer les exigences au niveau des études et expérimentations du dossier d'AMM et d'inscription à l'annexe I des substances actives. Ces réflexions, pour être suivies d'effets, devront déboucher très rapidement sur un projet de mémorandum, projet qui pourrait alors être porté par la France en prévision de la présidence de l'Union du second semestre 2008.

3 ACTUALITE DE L'UTILISATION DES PRODUITS : CAS DE LA ROTENONE

En l'absence d'un dossier suffisamment argumenté, la rotenone ne sera pas être inscrite à l'annexe 1 de la directive communautaire 91/414 CE. Or seules les substances inscrites à cette annexe peuvent être utilisée en tant que phytopharmaceutiques dans les pays de l'Union. C'est-à-dire qu'à court terme l'usage de la rotenone ne sera plus autorisé sur l'ensemble du territoire de l'UE.

Cependant les Services de la Protection des Végétaux en association avec l'ITAB ont fait une demande d'usages essentiels² pour la viticulture, l'arboriculture et le maraîchage faisant valoir qu'il n'existait pour le moment en France aucune alternative disponible à l'usage de la roténone dans ces trois secteurs.

La procédure d'usages essentiels a été validée pour la viticulture (lutte contre la cicadelle de la flavescence dorée) et l'arboriculture (lutte contre les pucerons), c'est à dire que l'usage de la roténone restera possible en viticulture et en arboriculture environ 3 ans encore après l'interdiction officielle de la roténone.

La procédure d'usages essentiels n'a pas été acceptée pour les légumes (en raison des risques de résidus notamment sur les légumes feuilles comme les salades), c'est à dire que dans un à deux ans (environ) il n'y aura plus d'insecticides homologués sur légumes en AB. Pour le moment, l'alternative la plus pertinente pour remplacer la roténone dans les délais impartis est le pyrèthre (déjà présent dans des préparations commerciales, en mélange avec la roténone, ou pur dans des usages jardin). Deux axes d'action semblent envisageables :

- 🔔 la voie de l'extension d'homologation. En effet deux dossiers de demande d'AMM pour les pyrèthres sont en cours (l'AMM devrait être délivrée courant 2008), pour le moment cela ne concerne que la cicadelle de la flavescence dorée de la vigne mais il est possible de travailler sur des dossiers d'extension d'homologation sur légumes (notamment pucerons). Dès janvier 2008, des expérimentations seront mises en place pour acquérir un maximum de données à apporter aux demandes d'extension d'homologation. La DGAL et les services de la protection de Végétaux, conscients de l'urgence du problème apportent leur soutien à cette démarche.
- 🔔 la voie de la reconnaissance mutuelle. Cette procédure consiste à utiliser une AMM existant dans un pays de l'Union pour la faire reconnaître dans un autre. Un des pyrèthres en cours d'homologation est le même que celui commercialisé en Italie et homologué sur légumes.

Dernier élément d'inquiétude, le fabricant de roténone (société Saphyr basée à Antibes), seul producteur de cette molécule pour toute l'Europe, annonçait son intention d'arrêter la production. En cas d'arrêt de la production de roténone, les procédures d'usages essentiels ne nous seraient pas d'un grand recours. Donc l'urgence est d'arriver à se passer de la roténone dans les plus brefs délais.

Il est rappelé que la roténone, comme les pyrèthres, comme tous les produits biocides, ne doivent être utilisés qu'en dernier recours et lorsque toutes les mesures agronomiques et prophylactiques ont été mises en œuvre, que ces substances bien que naturelles et rapidement biodégradées, ne sont pas anodines sur l'environnement (et notamment les auxiliaires) lorsqu'elles sont utilisées de façon part trop fréquentes.

² Usage essentiel : lorsque qu'une substance active va être retirée du marché, il est possible de faire valoir qu'elle est indispensable pour certain(s) usage(s), car il n'existe pas d'alternative disponible. Sous réserve que des recherches soient mise en place pour trouver une substance de remplacement, l'interdiction de l'usage de la substance retirée est ajournée (le plus souvent pour un délai de 3 ans) pour les usages considérés comme essentiels.

CONCLUSION

En raison des articulations complexes entre les différents niveaux réglementaires, la gamme de produits phytopharmaceutiques utilisables par les producteurs biologiques reste trop restreinte notamment au regard des autres pays de l'UE. Des produits simples, faciles d'utilisation et sans conséquence pour l'utilisateur, le consommateur et l'environnement sont aujourd'hui encore trop difficilement utilisables pour des raisons réglementaires bien sûr mais également à cause d'un manque de références. En effet, les modalités d'application (doses, nombre de passage, moment d'application etc.) et par conséquent l'efficacité de ces produits et notamment les SDN (stimulateurs de défense naturelles) sont souvent encore trop aléatoires pour représenter une alternative fiable aux produits biocides. Des recherches sont donc nécessaires pour mieux connaître ces produits, les faire reconnaître et pouvoir les utiliser en toute légalité.

ANNEXE 1 : Message réglementaire : rappels réglementaires sur l'usage de produits phytopharmaceutiques en AB

ANNEXE 2 : Tableau récapitulatif des matières actives utiles à l'AB

ANNEXE 3 : Schéma résumant la procédure d'évaluation de produits phytopharmaceutiques en France



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de
l'agriculture et de la
pêche

Le 31 Octobre 2007

Message réglementaire Avertissements Agricoles®

L'UTILISATION DE PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Les produits phytopharmaceutiques utilisés en agriculture biologique doivent impérativement être conformes aux réglementations européennes et nationales en vigueur.

Textes officiels de référence :

- Chapitre III du Titre V du Livre II du code rural : Partie législative : articles L253 -1 et suivants ; Partie réglementaire : notamment articles R. 253-52 à R. 253-55.
- **Arrêté du 17 juillet 2001** portant application du décret n° 2001-317 du 4 avril 2001 publié au JO n° 172 du 27 juillet 2001 page 12091.
- **Règlement CE n°2092/91 du 24 juin 1991 modifié.**

La mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, également appelés produits phytosanitaires ou pesticides, est strictement réglementée en application de la législation nationale depuis 1943 et d'une réglementation communautaire harmonisée datant du début des années quatre-vingt dix.

En application de ces dispositions, les produits phytopharmaceutiques, quelle que soit leur nature, doivent faire l'objet d'une évaluation relative aux risques qu'ils peuvent présenter pour les applicateurs, les consommateurs, et l'environnement. Ils doivent également faire preuve de leur efficacité. Pour être autorisés, les pesticides doivent donc, à la fois répondre à des normes de sécurité, d'innocuité et d'efficacité. Ces étapes franchies, et préalablement à leur mise sur le marché, leur stockage, et leur utilisation, ils doivent disposer d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) délivrée par le Ministre de l'agriculture et de la pêche.

Ce dispositif, qui vise à assurer un haut niveau de sécurité aux citoyens de l'Union européenne, a également pour but de garantir la loyauté des transactions entre le metteur en marché et l'utilisateur final en apportant à ce dernier des garanties sur l'efficacité des produits utilisés.

Les autorisations sont délivrées sur la base d'un examen portant sur la composition intégrale du produit, c'est à dire tenant compte de l'ensemble des substances actives présentes, mais également des co-formulants utilisés et, le cas échéant de tout autre élément entrant dans la composition de la spécialité commerciale. Outre ces éléments, il est également tenu compte de la forme dans laquelle le produit est remis à l'utilisateur final.

Les produits phytopharmaceutiques autorisés dans d'autres Etats membres de l'Union européenne peuvent être introduits sur le territoire national pour y être mis sur le marché, ou utilisés, sous réserve d'avoir fait l'objet d'un accord préalable, sous forme d'une autorisation d'introduction, dite « d'importation parallèle », délivrée par le Ministre chargé de l'agriculture. Celle-ci est délivrée au terme d'une procédure d'autorisation simplifiée, dite d'importation parallèle.

Cette autorisation d'introduction sur le territoire national est accordée à des demandeurs français ou européens, selon les dispositions prévues par le code rural. Pour se procurer les produits, les utilisateurs doivent s'adresser directement, et uniquement, aux demandeurs ayant bénéficié de l'autorisation. En outre, les produits visés doivent avoir été mis en conformité avec la réglementation nationale, en particulier en ce qui concerne la présence d'un étiquetage en français avec les mentions réglementaires françaises. Pour bénéficier de cette autorisation, le produit introduit doit être similaire à un produit dit « de référence » dont la mise sur le marché est autorisée en France. Il doit donc présenter une composition intégrale similaire et l'origine de sa (ses) substance(s) active(s) doit être la même que celle de la (des) substance(s) active(s) du produit de référence. L'autorisation ne peut être accordée que pour les mêmes usages que ceux dont bénéficie le produit de référence, et avec les mêmes prescriptions d'emploi.

En application de la législation nationale en vigueur, la mise sur le marché, la détention et l'utilisation de tout produit phytopharmaceutique sans autorisation française conforme est une infraction passible de sanctions administratives et/ou pénales (consignation des produits, peines d'emprisonnement, amendes, ...).

Pour les agriculteurs ayant adopté un mode de production biologique, outre les obligations rappelées précédemment, et applicables à tout producteur situé sur le territoire national, des règles spécifiques complémentaires s'imposent.

En effet, les fondements de l'agriculture biologique, basés sur une restriction importante concernant l'usage des intrants, et plus particulièrement ceux issus de la chimie de synthèse, ont été traduits en des règles rigoureuses et ont, notamment, conduit à l'élaboration, au niveau communautaire, de listes positives pour les produits utilisables. Ces listes, reprises sous forme d'annexes dans le règlement CE n°2092/91 du 24 juin 1991 modifié, encadrent ainsi strictement les matières actives qui peuvent entrer dans la composition des produits phytopharmaceutiques utilisables dans le cadre d'un mode de production biologique.

En ce qui concerne la lutte contre les parasites et les maladies³, l'Annexe II B du règlement précité liste de manière détaillée et exhaustive les substances actives et leurs conditions d'usages, qui peuvent entrer dans la composition des produits phytosanitaires compatibles avec le mode de production biologique.

Les substances actives listées à l'annexe II B sont réparties en cinq catégories :

- ✓ Les substances actives d'origine animale ou végétale (par exemple : roténone, quassia, huiles végétales, pyréthrinés, neem, ...)
- ✓ Les micro-organismes utilisés dans la lutte biologique contre les parasites et pathogènes,

³ Aucune substance herbicide n'est autorisée en AB pour lutter contre les adventices

- ✓ Les substances à utiliser uniquement dans des pièges ou des distributeurs (par exemple phéromones et pyrétrinoïdes),
- ✓ Les préparations à disperser en surface entre les plantes cultivées (molluscicide), et
- ✓ Les autres substances traditionnellement utilisées dans l'agriculture biologique (cuivre, huile de paraffine, soufre, ..., notamment).

En résumé, les agriculteurs ayant opté pour un mode de production agricole répondant au cahier des charges de l'agriculture biologique, peuvent utiliser des produits phytosanitaires pour lutter contre les insectes et les maladies qui ravagent leurs cultures à condition que les produits utilisés bénéficient d'une autorisation de mise sur le marché délivrée par le Ministre de l'agriculture et de la pêche français ET que les substances actives qui entrent dans la composition de ces produits soient explicitement mentionnées à l'annexe II B du règlement CE n°2092/91 du 24 juin 1991 modifié.

Ainsi, l'existence d'un produit commercial utilisé par les agriculteurs dans un autre Etat membre de l'Union européenne, n'est pas, à elle seule, une condition suffisante pour pouvoir utiliser ce produit en France. Ce produit doit avoir fait l'objet d'une autorisation de mise sur le marché par le ministre français de l'agriculture et de la pêche. Il en est de même pour l'utilisation de substances actives figurant à l'annexe II du règlement, comme par exemple les huiles végétales.

Le non respect de l'une de ces conditions expose le contrevenant à des sanctions, sanctions dont la sévérité est fonction de la nature de l'infraction.

Enfin, rappelons que les obligations qui incombent aux producteurs « bio » précédemment mentionnées restent applicables tant qu'elles n'ont pas fait l'objet de modifications réglementaires. Ainsi, en dépit de l'entrée en vigueur du règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil du 28 juin 2007 qui viendra se substituer au règlement CE n°2092/91 du 24 juin 1991 à partir du 1^{er} janvier 2009, et en l'attente des règles d'application, les obligations actuelles en matière d'agriculture biologique restent applicables, au minimum jusqu'au 1^{er} janvier 2009.

En ce qui concerne les « préparations naturelles peu préoccupantes », préparations qui bénéficieront prochainement d'une procédure d'autorisation de mise sur le marché simplifiée, conformément aux dispositions de la loi du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques, il en est de même. En effet, en l'attente de la publication officielle des textes réglementaires qui préciseront les conditions d'application de cette procédure simplifiée, ce sont les règles exposées au début de ce message réglementaire qui continuent de s'appliquer. En outre, même si certaines préparations naturelles couramment utilisées aujourd'hui étaient à l'avenir éligibles à cette « procédure simplifiée », elles n'en resteraient pas moins soumises à autorisation du ministre de l'agriculture et de la pêche. Enfin, rappelons que leur utilisation dans le cadre de l'agriculture biologique resterait également subordonnée à leur inscription préalable sur la liste positive des substances actives autorisées par le règlement communautaire.

ANNEXE 2 : TABLEAU RECAPITULATIF DES MATIERES ACTIVES UTILES A L'AB (DOCUMENT DE TRAVAIL, NON FINALISE)



LISTE DE MATIERES ACTIVES UTILES A LA PROTECTION DES PLANTES EN AB:

Problèmes d'usages posés vis à vis des AMM en France et/ou du règlement AB

Substance active	Action	Maladies et/ou ravageurs concernés	Espèces concernées	Priorité	Nom commercial	Annexel 91/414	Remarques	Homologation EU connues
Produits autorisés au cahier des charges AB et pour lesquels il n'existe pas d'AMM en France⁴								
Pyréthres naturels	Insecticide	Cicadelles, pucerons, charançons, altises anthonomes, phytonomes (luzerne semence)	Vigne Arboriculture Maraîchage Betterave, Pois, Colza, luzerne	I	Cicador Pyrevert	Soutenu	Dossiers AMM déposés (cicadelles/viti), en cours d'évaluation Extension d'homologation légumes	Italie, Suisse
Huile de Neem et extraits de neem	Insecticide	Pucerons Aleurodes, Mouches...	Arbres fruitiers Cultures maraîchères	I	Neemazal, Azatin, Oïkos (ces 3 produits sont à base d'azadirachtine)	Soutenu	Distinguer huile de Neem et extraits de neem (azadirachtine)	Italie, Allemagne, Suisse, Autriche, Espagne, Pays Bas
Bouillie sulfocalcique italienne	Fongicide Insecticide	Tavelure, Cloque, Monilia, Eclaircissage Traitements d'hiver : ovicides (vers de la grappe, cicadelle)	Pommiers, poiriers Pêchers	I	Polisenio	Soutenu	Seule la bouillie nantaise (Biomat) à une AMM mais elle n'est pas soutenu au niveau UE	Italie
Phéromones	Insecticide : Lépidoptères	zeuzère carpocapse pandemis	toutes cultures, prune pomme poire	I			Produit spécifique à chaque ravageur	Suisse, Italie
Pseudomonas et autres microorganismes	Protection par antagonisme contre les champignons pathogènes	Semences et plants	Toutes cultures	I	Cedomon, parmi d'autres		Vérifier l'efficacité. La protection de la semence ou du plant vis à vis de pathogènes du sol est primordiale pour l'implantation de la culture	
Sel de K des acides gras (savon mou)	Insecticide	Pucerons	Maraîchage, arboriculture	II		?	Intérêt pour lessivage du miellat lié aux attaques de insectes piqueurs suceurs	Suisse

⁴ Etant entendu que les listes positives AB concerne des matières actives et les AMM des produits commerciaux contenant cette (ou ces) matières actives

Huiles essentielles	Fongicide	Besoin d'acquérir des références	Arboriculture Semences Maraîchage	II			Variable selon les huiles	Affiner les modalités d'application.	
Essence d'agrumes (HE)	Fongicide acaricide insecticide	Aleurode tomate, tavelure pommier, mildiou vigne...	Maraîchage Viticulture Arboriculture	I	Prer B2 (?)			Dépôt en cours d'un dossier AMM sur aleurode tomate	
Quassia amara	Insecticide	Hoplocampes, pucerons et cicadelles à tester	Arboriculture, maraîchage, viticulture	II			?	Efficacité à tester sur pucerons et cicadelle	Allemagne
Produits autorisés au cahier des charges AB et pour lesquels une extension d'homologation serait nécessaire									
Soufre mouillable	Fongicide	Oïdium, rouille	Aubergine, Fraise Poivron, Ail, Poirier	I		Thiovit	Soutenu	AMM sur oïdium aubergines et poivrons et pépinière de fraisier = insuffisant	
Cuivre (Hydroxyde sulfate etc...)	Fongicide,	Mildiou, Septoriose Anthracnose Traitement des semences	Concombre, courgette, Céleri Pois Grandes cultures	I			Soutenu		
Roténone	Insecticide	Pucerons	Betterave, pois, féverole	I			Retiré		
Pyréthre + Roténone	Insecticide	Pucerons, doryphores, altises, etc...	Arbres fruitiers Cultures maraîchères	I		Biophytoz	Pyréthre soutenu, rotenone retiré	Nécessité d'une formulation sans pbo. Disparition annoncée de ce produit	
Bacillus thuringiensis	Insecticide : chenilles Lépidoptères	Noctuelles Tordeuse orientale tordeuse Anarsia carpopapse tordeuse	Cucurbitacées, solanacées, choux, salades, poireau Pois chiche Pêcher, abricotier, noyer, cerisiers	I		Dipel et Delfin (noctuelles)	Soutenu	En remplacement de la Bactospéine qui n'est plus homologuée pour les cultures légumières	
Huiles minérales	Insecticide	Stades hivernants des ravageurs	olivier abricotier	I		nombreux produits homologués sur pomme...	Variable selon les cas		

<i>Beauveria bassiana</i>	Insecticide	Balanin Charançon Stades larvaires au sol Aleurodes, taupins ?	Noisetier Bananier Maraîchage	II		?	AMM pyrale du maïs Travail sur aleurode, efficacité intéressante,	
Produits ne figurant pas au cahier des charges européen concernant les productions biologiques								
Permanganate de potassium	Fongicide Bactéricide	Oïdium des cucurbitacées Rhizoctone des plants (tubercules) de pomme de terre	Maraîchage (déjà autorisés arboriculture et viticulture)	I		?	Ex produit industriel simple : pas d'AMM	Irlande, Espagne
Extraits de Renouée Sakhaline	Fongicide	Oïdium	Maraîchage (Solanacées, Cucurbitacées, fraisiers) Viticulture	I	Milsana	?	Pas de volonté actuelle de la société de demander une AMM, Assez efficace sur tomate, concombre. Soufre mouillable un peu plus efficace tache les fruits et le soufre poudre perturbe les auxiliaires	Allemagne
Sulfate de fer	Fongicide, Bactéricide Désinfection	Désinfection de plaies de tailles et des semences	Viticulture Arboriculture Semences	II		?	AMM anti-mousse, lichens, algues	
Sulfate de zinc	Anti-mousse	Mousse	Prunier	II		?		
Cuivre	Bactéricide	Bactérioses	Viticulture Arbo, maraîchage			soutenu	Rajouter un usage bactéricide dans le cahier des charges AB	
Huiles essentielles	Acaricide	Toutes cultures	Toutes cultures			Variable selon les huiles	Rajouter un usage acaricide dans le cahier des charges AB	
Vinaigre ⁵	Fongicide, bactéricide	Désinfection des semences	Maraîchage, céréales, Semences	I		?	Champignons pathogènes transmis par les semences	
Silice ⁶	Insecticides	Charançon	Stockage céréales	I		?	Alternative au pyréthre + BPO	Allemagne Angleterre
Huiles Végétales/ (Coprah, colza...)	Insecticide Fongicide Virucide	Pucerons Stades hivernants des ravageurs, viroses de la pomme de terre	Arboriculture, Viticulture Maraîchage	II		?	AMM en gamme jardin, alternative aux huiles minérales	

⁵ Vinaigre : à mettre dans l'annexe II du règlement bio sous l'appellation générique : produits et sous produit alimentaires (chlorure de sodium, lait et dérivés du lait....)

⁶ Silice : à mettre dans l'annexe II du règlement bio sous l'appellation générique : poudre de roche (silice, argiles, basalte, lithotamme...)

⁷ Huiles végétales : voir vinaigre. Remarque : il y a une ambiguïté dans l'annexe IIB car les huiles végétales sont mentionnées mais les exemples donnés sont des huiles essentielles !!

Plantes et extraits de plantes ⁸ (eau ou alcool)	Fongicide, insecticide, SDN	Toutes cultures	I		??	Décret PNPP en cours	
Algues et extraits d'algues	SDN	Toutes cultures	II		?		
Extrait de yucca	Fongicide	Arboriculture Viticulture			?	Résultats programme REPCO	
Bicarbonate de K et de Na	Fongicide	Toutes cultures		Armicarb (=bicarbonate de K)	Soutenu	Demande faite d'introduction au règlement AB	Suisse
Résines naturelles	Fongicide, adjuvants	Cultures pérennes	II		?	Toujours présentes dans les produits à base de cires d'abeilles. La propolis est au CC mais pas d'autres résines	
Produits ne figurant pas au cahier des charges européen concernant les productions biologiques et ayant une (ou plusieurs) AMM en France							
Kaolinite ⁹ calcinée	Fongicide, Insecticide	Arboriculture Viticulture		Suround	Soutenu	AMM pour le Suround (argile calcinée) sur psylle du poirier, d'autres dossiers d'AMM pour d'autres produits en cours de constitution	
Poudre de fenugrec	SDN (fongicide)	Pois, légumes secs Viticulture	II	Stifénia	Soutenu	AMM	
Farine de moutarde	Fongicide	Grandes cultures	I	Tillecur		AMMP	
Laminarine	SDN (fongicide)	Grandes cultures	II	Iodus	Soutenu	AMMP	
Extraits bactériens	Insecticide	Viticulture Arboriculture Maraiçage	II	Spinosad	Soutenu	AMM sur vigne (tordeuses), arbo (carpo, tordeuse, trips), agrumes (mouche méditerranéenne) Demande faite d'introduction au règlement AB	

⁸ Extraits de plantes à l'eau (tisanes, décoctions, purins...) ou à l'alcool

⁹ Kaolinite : à mettre dans l'annexe II du règlement bio sous l'appellation générique : poudre de roche (silice, argiles, basalte, lithotamme...)

Hypochlorite de Ca ou Na	Fongicide, bactéricide, virucide	Traitement des semences	Maraîchage	I	Desogerm - bactisem	?	AMM	
-----------------------------	--	-------------------------	------------	---	------------------------	---	-----	--

Liste (non exhaustive) des usages non couverts en AB ne figurant pas dans le tableau précédent

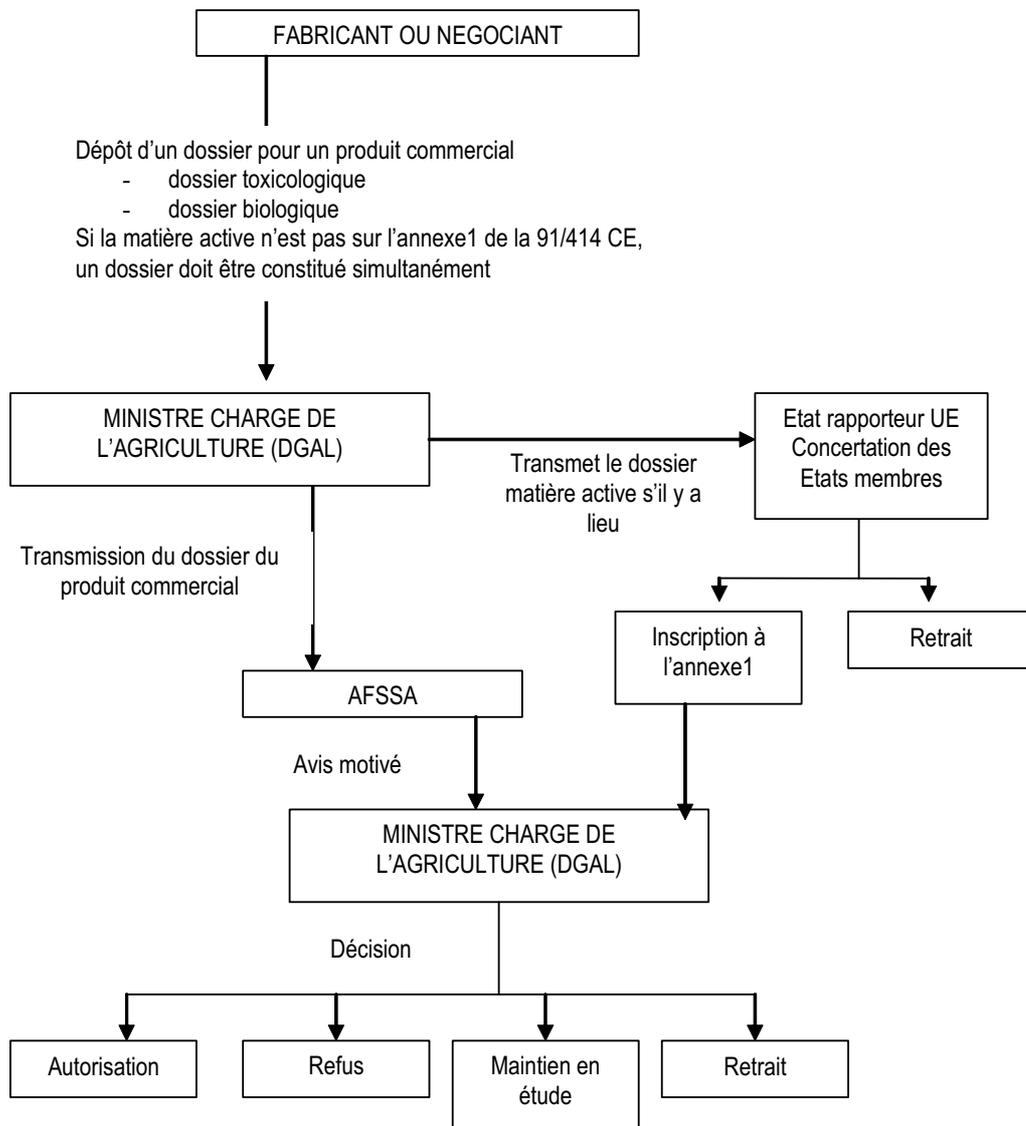
Maladies et/ou ravageurs concernés	Espèces Concernées	Remarques
Noctuelle terricole et taupin	Toutes cultures	Bt ou Beauveria en appât ?
Cératite, puceron	Agrumes	
Charançon	Bananier	
Pucerons	Légumineuses	
Mouches	Carotte, chou, ...	

BPO : Butoxyle de Piperonyle

Bt : Bacillus thuringiensis

ANNEXE 2 : PROCEDURE D'EVALUATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Schéma descriptif de la procédure d'évaluation des produits phytopharmaceutiques



POTENTIEL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE PAR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Claude Aubert, consultant en agriculture biologique

30 rue de Renéville 76400 – Fécamp

Tél. : 02 35 28 87 78 e-mail : aubertcl@wanadoo.fr

RESUME

Les émissions de gaz à effet de serre par unité de surface sont nettement moins élevées en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle. Par rapport à la quantité produite, cette différence s'amenuise fortement et disparaît totalement dans certaines productions. Par ailleurs, on observe une grande hétérogénéité entre les exploitations biologiques en matière d'efficacité énergétique et plus généralement d'émissions de gaz à effet de serre et il existe d'importantes marges de progrès. En ce qui concerne l'adaptation au changement climatique, il s'agit d'un domaine encore peu exploré qui doit devenir une priorité en matière de recherche.

Face au changement climatique, l'agriculture biologique doit répondre à trois questions :

- 1) Contribue-t-elle moins à l'effet de serre que l'agriculture conventionnelle ?
- 2) Peut-elle réduire encore cette contribution ?
- 3) Comment va-t-elle s'adapter aux aléas climatiques à venir ?

Certains éléments de réponses à ces questions sont d'ores et déjà disponibles, surtout en ce qui concerne le potentiel de l'agriculture biologique pour réduire la contribution des activités agricoles à l'effet de serre. Cependant, de nombreuses incertitudes demeurent, d'où la décision, prise par plusieurs organisations d'agriculture biologique, d'organiser **les 17 et 18 avril 2008, en collaboration avec l'Enita de Clermont-Ferrand, un colloque sur le thème « Agriculture biologique et changement climatique »**¹⁰, avec pour objectif de faire le point des connaissances actuelles sur ces sujets et d'identifier les besoins de recherche.

L'agriculture contribue beaucoup plus qu'on ne le pense généralement au réchauffement climatique. Certes, comparée aux autres activités humaines, elle émet relativement peu de **gaz carbonique** (environ 4 % du total des émissions en France), mais elle est la première émettrice de deux autres gaz qui contribuent fortement à l'effet de serre : le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O). Il en résulte que l'agriculture contribue, selon les estimations, pour 20 à 24 % aux émissions de gaz à effet de serre en France, c'est à dire autant, voire davantage, que les transports ou que l'industrie.

Les émissions de **méthane** sont dues pour un peu plus des deux tiers aux fermentations entériques des ruminants, et pour le reste à la fermentation des déjections animales : fumier, lisier, purin. Quant au **protoxyde azote**, il est émis principalement par les sols. Ces deux gaz seront certes émis en quantités beaucoup plus faibles que le gaz carbonique, mais un kilo de méthane contribue autant à l'effet de serre que 21 kilos de gaz carbonique, et un kilo de protoxyde d'azote autant que 310 kilos de gaz carbonique.

¹⁰ Informations disponibles sur le site d'ABioDoc : www.abiodoc.com

Un autre facteur de la contribution de l'agriculture au bilan CO2 de l'atmosphère est le **bilan carbone du sol**. En effet, selon les systèmes de production et les modes de fertilisation, le sol peut-être soit une source de gaz carbonique, dans le cas où il s'appauvrit en matières organiques, soit au contraire un puits dans le cas où il s'enrichit en ces matières.

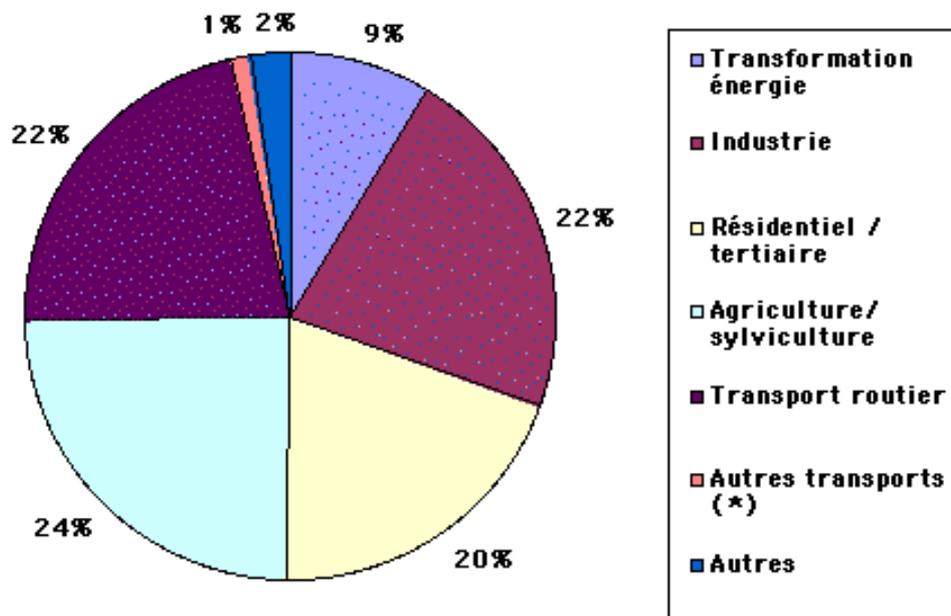


Figure 1 – Part de l'agriculture dans les émissions de gaz à effet de serre (Source : JM Jancovici)

Tableau 1 – Emissions de gaz à effet de serre par l'agriculture en France

□	Gaz carbonique (CO2) Fabrication des engrais et des pesticides, mécanisation agricole, transports	4%
□	Méthane (CH4) Digestion des ruminants Déjections	5,5% 2,5%
□	Protoxyde d'azote (N2O) Emissions des sols cultivés et des déjections animales Fabrication des engrais azotés	11% 1%
Total		24%

4 ÉMISSIONS DE CO2 DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE ET L'AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

Pour la plupart des productions, l'agriculture biologique émet nettement moins de gaz carbonique que l'agriculture conventionnelle. En effet près de la moitié des émissions de ce gaz en agriculture conventionnelle provient, notamment en grande culture, de la fabrication des engrais, principalement azotés : il faut entre 1 tonne et 1,5 tonne de pétrole pour produire 1 tonne d'azote sous forme d'engrais. Si on y ajoute les quantités de protoxyde d'azote émises lors de la fabrication des engrais azotés, la fabrication d'une tonne de ces derniers émet environ 7 tonnes d'équivalent CO2. Rapportées à la surface, les quantités de gaz carbonique émises en agriculture biologique sont de ce fait près de deux fois plus faibles que celles émises en culture

conventionnelle. Par rapport à la quantité produite, l'avantage de l'agriculture biologique se réduit, voire disparaît dans certains cas, du fait de rendements moins élevés. Par ailleurs, on s'aperçoit que le bilan énergétique des exploitations bio est très variable d'une exploitation à l'autre, même avec des systèmes de production semblables.

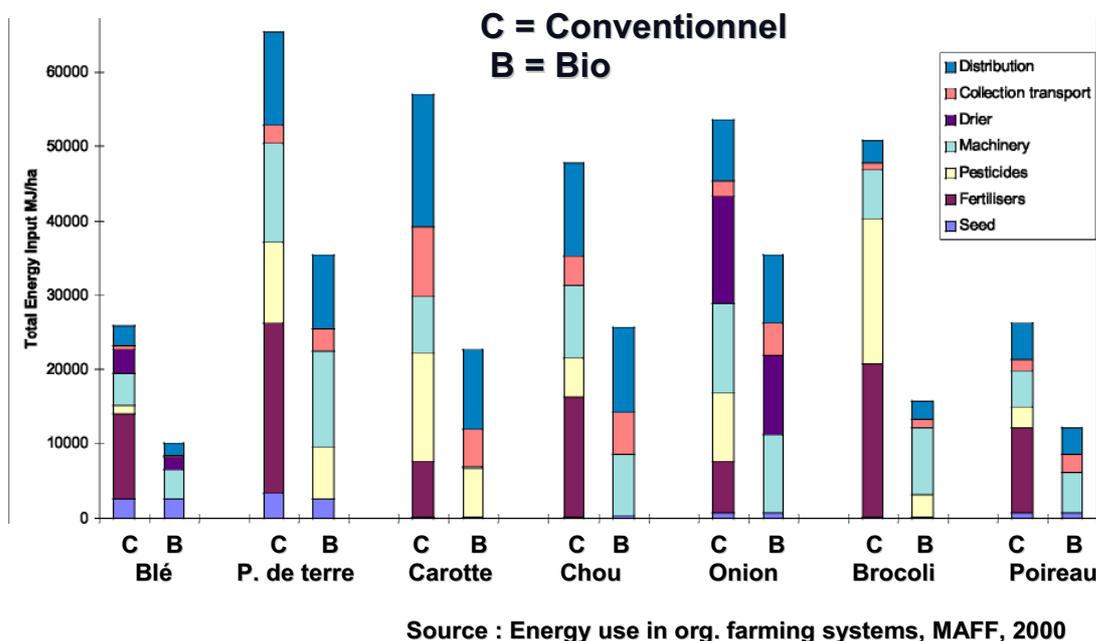


Figure 2 - Consommation d'énergie en agriculture biologique et conventionnelle par unité de surface (MJ/ha)

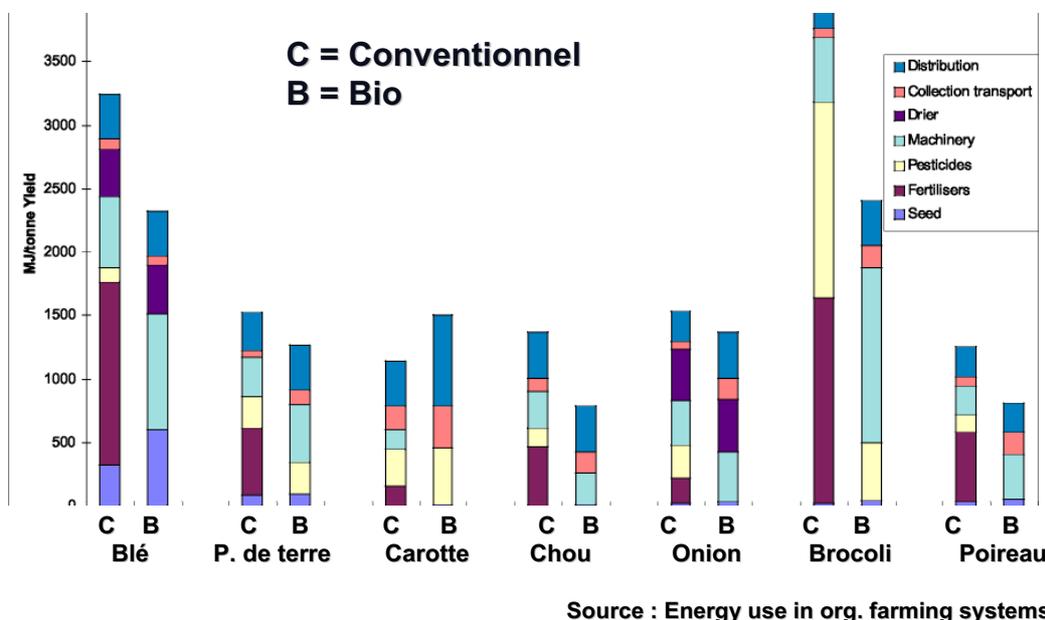


Figure 3 - Consommation d'énergie en agriculture biologique et conventionnelle par quantité produite (MJ/tonne)

5 ÉMISSIONS DE METHANE PAR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE ET L'AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

En matière d'émissions par les **fermentations entériques** des ruminants, les différences entre animaux bio et conventionnels sont faibles. Pour la production de lait par exemple, les émissions

par litre produit sont plus importantes pour les animaux à faible production, mais dès que l'on dépasse 5000 l de lait par vache et par an, ce qui est le cas dans la quasi-totalité des élevages biologiques, les émissions de méthane par litre de lait ne varient plus de manière significative. Par ailleurs, les élevages biologiques prennent un léger avantage du fait que dans ces élevages le nombre de lactations par vache est en général plus élevé. Les émissions de méthane pendant la première partie, non productive, de la vie de la vache, sont donc « amorties » sur un plus grand nombre de lactations.

En matière d'émissions par les **déjections animales**, l'avantage est également aux techniques bio, puisque le compostage, fermentation aérobie, émet beaucoup moins de méthane, produit d'une fermentation anaérobie, que le stockage en tas ou sous forme liquide. Cependant, le compostage émet davantage de protoxyde azote, ce qui réduit, et peut même annuler, l'avantage de cette technique en la matière.

Pour le méthane, on peut conclure que l'agriculture biologique est légèrement plus performante que la conventionnelle, mais que la différence reste assez faible.

Tableau 2- Emissions de CH4 et N2O par du fumier de bovins laitiers en tas ou composté

	Fumier en tas	Compost
CH4 (T eq CO2/tête/an)	0,416	0,080
N2O (T eq CO2/tête/an)	0,272	0,393
CH4 + N2O (T eq CO2/tête/an)	0,688	0,473

Source : Pattey E et al., Quantification de la réduction des émissions de gaz à effet de serre produite par le compostage du fumier de bovins de boucherie et laitiers, *Nutrients Cyclings in Agroecosystems* n° 72, 2005

6 ÉMISSIONS DE PROTOXYDE AZOTE PAR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE ET PAR L'AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

Les émissions de protoxyde d'azote augmentent fortement avec les apports de fertilisants azotés, qu'ils soient minéraux ou organiques. L'augmentation est particulièrement forte lorsque les apports d'azote sont supérieurs aux besoins de la plante.

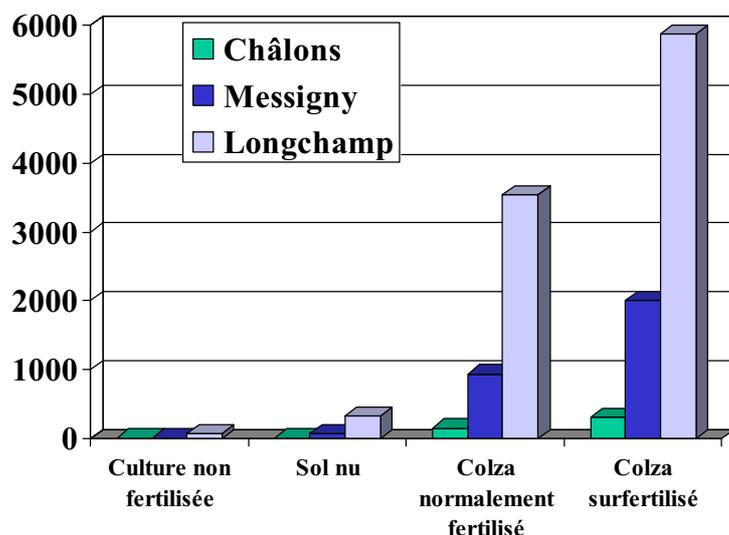


Figure 4 - Emissions de N₂O (en g N/ha) en 5 mois selon le lieu, l'occupation du sol et la fertilisation
 Source : Germon JC et col., 1999

Une étude récente¹¹, portant sur 150 exploitations biologiques, confirme que ces dernières apportent nettement moins d'azote (en moyenne 95 kg/ha, fixation par les légumineuses comprise), que les conventionnelles (160 kg/ha). Quant à l'excédent d'azote, il est en moyenne de 33 kilos par hectare en bio contre 59 kilos en conventionnel.

Le compactage est un autre facteur important de l'augmentation des émissions de protoxyde azote. Il tend à être plus faible dans les exploitations biologiques du fait de teneurs du sol en matières organiques plus élevées, et de la pratique systématique de rotations.

Il est donc indiscutable que les émissions de protoxyde azote seront plus faibles en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle, mais il reste difficile de chiffrer cette différence en raison des nombreux paramètres qui influent sur les émissions de ce gaz et de l'insuffisance des données disponibles.

7 BILAN GLOBAL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE ET EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE

Ce bilan est, comme celui des consommations d'énergie, nettement en faveur de l'agriculture biologique par unité de surface. Par rapport à la quantité produite, le bilan est beaucoup plus nuancé. Il reste favorable au bio dans certains cas, défavorable dans d'autres, l'avantage du bio étant en général plus marqué en élevage qu'en production végétale. L'étude comparative présentée ci-dessous (graphiques 5 et 6), réalisée aux Pays-Bas, est assez représentative, même si elle ne constitue qu'un exemple qu'il ne faudrait pas généraliser.

¹¹ Mise en place et analyse d'une collecte de données agro-environnementales sur les pratiques de l'agriculture biologique, par Jacques Caplat, FNAB, 2006

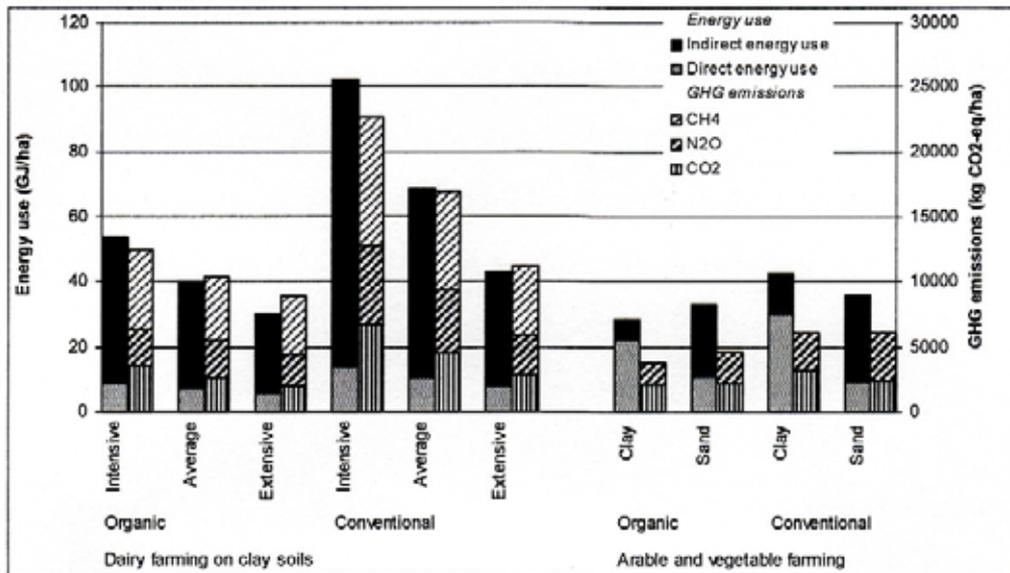


Figure 1: Energy use and GHG emissions per ha on organic and conventional model farms.

Source : Bos JFFP et al., Comparing energy use and greenhouse gas emissions in organic and conventional farming systems in the Netherlands, 3^e QLIF Congress, Hohenheim, March 20-27, 2007

Graphique 5 - Consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre par hectare en bio et en conventionnel

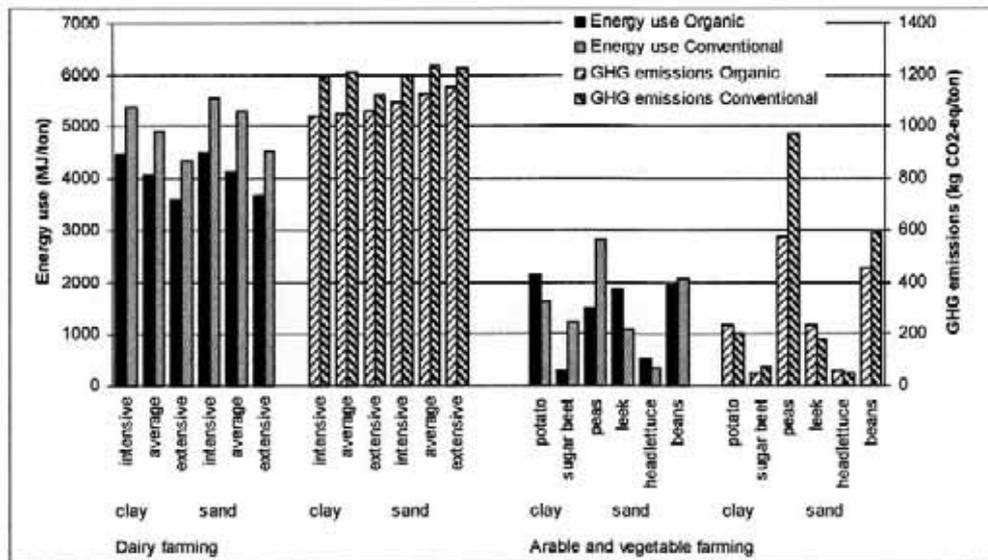


Figure 2: Energy use and GHG emissions per Mg of product on organic and conventional model farms.

Source : Bos JFFP et al., Comparing energy use and greenhouse gas emissions in organic and conventional farming systems in the Netherlands, 3^e QLIF Congress, Hohenheim, March 20-27, 2007

Figure 6 - Consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre par tonne produite en bio et en conventionnel

8 SEQUESTRATION DE CARBONE DANS LE SOL

Les quelques expériences de longue durée disponibles montrent que l'agriculture biologique permet en général de séquestrer davantage de carbone dans le sol que l'agriculture conventionnelle, ce qui est logique compte tenu d'apports organiques plus élevés, de la présence plus fréquente de prairies et de fourrages pluriannuels, de la culture d'engrais verts, de l'enherbement des vergers, etc. Par ailleurs, la conversion à l'agriculture biologique s'accompagne souvent d'une augmentation des surfaces en herbe, ce qui se traduit par une séquestration de carbone dans le sol. Cependant, on a pu constater parfois des bilans carbone négatifs, donc avec émission, et non pas séquestration, de CO₂ par le sol, dans des systèmes bio sans bétail avec des rotations n'incluant pas de légumineuses pluriannuelles.

Tableau 3 -Potentiel de stockage de carbone de différentes pratiques agricoles

■ Non labour	0 à 0,2 T C/ha/an
■ Engrais vert	0,15 T C/ha/an
■ Enherbement (vignes et vergers)	0,4 T C/ha/an
■ Conversion de terres labourées en prairies permanentes	0,5 T C/ha/an
□ Rotations plus variées	0,2 TC/ha/an
■ Plantation de haies	0,1 TC/ha/an
■ Conversion à l'agriculture biologique	0 à 0,7 TC/ha/an

Sources : INRA ; Fibl ; Rodale Reasearch center ; Foereid, 2004 ; West, 2002

En conclusion, on peut donc dire que l'agriculture biologique contribue moins à l'effet de serre que la conventionnelle, mais il reste difficile de dire de combien. Un des objectifs du Colloque évoqué plus haut est de pouvoir donner une estimation de cette différence et aussi - et peut-être surtout - de voir dans quelle mesure on peut améliorer les techniques de l'agriculture biologique pour diminuer encore ses émissions de gaz à effet de serre. Une meilleure maîtrise des consommations d'énergie et une amélioration des rotations et des itinéraires techniques devraient en effet permettre d'améliorer les performances des exploitations biologiques dans ce domaine.

9 ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

En ce qui concerne la capacité de l'agriculture biologique à s'adapter aux changements climatiques, on dispose encore de beaucoup moins de données que pour sa contribution à l'effet de serre. Plusieurs observations montrent toutefois que les exploitations biologiques résistent mieux que les conventionnelles à certains accidents climatiques, notamment aux sécheresses prolongées, du fait d'une teneur du sol en matières organiques plus élevée et d'un pouvoir de rétention en eau du sol plus grand.

Les essais effectués au centre de recherche de Rodale, aux Etats-Unis, ont montré que les rendements en bio sont sensiblement égaux à ceux en conventionnel dans les années normales, et peuvent être supérieurs dans les années sèches. Précisons qu'il s'agit d'une agriculture relativement extensive et que ces conclusions ne peuvent pas être généralisées à la céréaliculture française, très intensive. Des agriculteurs français pu également observer qu'ils avaient subi des baisses de rendement moins importantes que leurs voisins en conventionnel en 2003, année de la canicule.

Par ailleurs, les races et les variétés utilisées et en bio, souvent plus rustiques, s'adapteront probablement mieux aux aléas climatiques que les races et variétés sélectionnées essentiellement sur le rendement. À l'inverse, l'apparition de nouveaux parasites ou de nouvelles maladies pourrait poser davantage de problèmes à l'agriculture biologique qu'à l'agriculture conventionnelle. Il nous paraît important d'accentuer les efforts de recherche dans ces différents domaines.

VISITES

Ouest France
Janvier 2007.

Rencontre avec Cédric et
Stéphanie Levallois
"Aux légumes du Moulin"

Agriculture

Une formation à la vente directe du bio

Les agriculteurs biologiques et le lycée agricole de Sées proposent une formation pour développer les productions et vendre en circuits courts.

En Basse-Normandie, trente maraîchers dont la structure est certifiée en Agriculture Biologique (la moitié dans la Manche, une bonne dizaine dans le Calvados, et trois dans l'Orne) vendent leurs légumes directement sur les marchés, en panier à des groupements d'achats ou des associations pour le maintien de l'agriculture paysanne, ou directement à la ferme.

La plupart se sont installés dans les cinq dernières années. Quinze projets d'installation sont recensés. « Ce phénomène correspond à une demande de plus en plus forte des consommateurs, constate Claire Blanchard animatrice du Groupement régional des agriculteurs biologique. Depuis deux ans, la vente de paniers de légumes, auxquels s'adjoignent le pain, les œufs, les produits laitiers s'accroît notamment par le biais de groupes collectifs de plus en plus nombreux. Leur développement est freiné par le manque de producteurs. »

Éviter les erreurs

L'approvisionnement fait défaut. Stéphanie et Cédric Levallois, installés, depuis 2003, au Moulin du haut de Craham, à Cahagnes, dans le prébocage du Calvados confirment : « Le débouché de nos produits n'est pas un problème, juge Stéphanie, conjoint collaborateur dans la structure. Nous avons tendance à freiner les propositions pour être sûrs d'assurer un approvisionnement régulier et pour préserver notre qualité de vie ». Of-



Le ramassage des poireaux pour la confection des paniers « aux légumes du Moulin » à Cahagnes.

frant une gamme d'une centaine de légumes, de plein champ et en cinq tunnels, avec rotation des cultures avec un peu de céréales, le travail est intense. La vente se décline ainsi : à la ferme, le lundi, de 18 h à 19 h ; en groupements d'achat à Saint-Lô et, depuis quelques semaines à Verson, en vente de panier à domicile à Caen et Saint-Lô.

« Se former sur le terrain, pour éviter les pièges, c'est vraiment indispensable, insiste Stéphanie. C'est dans le détail de chaque décision et de chaque méthode de culture que l'on peut éviter l'échec. Les futurs collègues sont les bienvenus. »

Tel est le projet de la formation

proposée par le lycée agricole et le groupement des agriculteurs biologiques. Elle s'étale sur quatre mois et demi et elle est rémunérée. Elle alterne cours théoriques à Sées et stage sur le terrain dans une exploitation bio sous la responsabilité d'un tuteur. Elle doit aboutir à la construction d'un projet d'installation. Elle se déroule du 8 janvier au 11 mai 2007. 12 Places sont disponibles.

François LEMARCHAND.

Pratique : CFPPA de Sées, route d'Essay
BP 461500 Sées, Tel 02 33 26 71 59,
Aline Beslin; GRAB Basse-Normandie, 6
rue des Rocuemonts, 14 000 Caen,
02 31 47 22 85, Claire Blanchard.

EARL FRUCTIDOR

« Une bonne pratique agricole est une pratique qui vise à maintenir, ou mieux à améliorer, la fertilité d'un sol. De plus, les seules pratiques acceptables sont celles qui, menées sur plusieurs générations, n'engendreront pas d'effet néfaste sur l'environnement.

C'est sur ces bases que je raisonne les orientations techniques que je suis amené à prendre.

L'activité agricole doit être raisonnée comme un écosystème dont l'homme n'est qu'une des composantes, c'est l'organisme agricole dont parle Rudolf Steiner.

Toute nécessité d'intervention phytosanitaire sur une culture prouve que l'écosystème n'a pas trouvé son équilibre et qu'il faut se remettre à l'ouvrage pour l'améliorer... »

Jean-Yves FILLATRE

EARL FRUCTIDOR

Exploitation

productrice de pommes de table de 9 ha certifiée bio depuis 1988

Formation

Depuis l'installation :
- participation à différents **groupes techniques** d'arboriculteurs bio régionaux, visites techniques en France et à l'étranger
- essais techniques sur la ferme en collaboration avec le Groupe de Recherche en AB
⇒ **Toujours en recherche**

Historique

Hiver 1987-88 : **Premières plantations** de pommiers basse-tiges modeste calqué sur la conduite en "haie fruitière" des vergers conventionnels, adapté aux particularités de l'agriculture biologique

Plantation d'1 ha de verger par an

1988 : **Certification agriculture biologique**

1990 : **Installation de Jean-Yves** sur l'exploitation familiale de 9 ha. Arrêt de la production laitière pour la production fruitière

1992 : **1^{er} revenus** de la production de fruits

2000 : **Rupture d'équilibre**

Conditions climatiques défavorables : état sanitaire du verger catastrophique

2001 : Redéfinition du **système de protection** du verger

- abandon du soufre mouillable
- réduction des traitements à l'atomiseur

2003 : **Stabilisation de la production** autour de 200 T

2004 : **Remise en cause de la conception** du verger : recherche d'un type de verger qui soit un écosystème en équilibre

⇒ solution : pourquoi pas le "pré-verger" ?

Verger 2004

- Haies fruitières : 1500 arbres/ha
- Blocs de 1 à 4 rangs **monovariétaux**
- Enherbement : fauches 4 à 5 fois/an
- **Lutte anti-tavelure par aspersion** et 6 à 8 traitements/an
- **Confusion sexuelle** contre le carpocapse
- **Amendements** : alluvions marines (tangue), roches volcaniques
- **Fertilisation** : engrais organiques
- **Commercialisation** : vente en gros et demi-gros (circuits longs)

Le verger de 2004 a trouvé un équilibre qui demeure fragile

Remise en cause du système

Constat : obligation d'intervenir, de traiter... A chaque solution technique un nouveau parasite apparaît ⇒ **Impasse**.

Pas satisfaisant au niveau écologique

Système coûteux en énergie, en intrants et trop dépendant de l'amont

⇒ **Recherche d'autonomie**

Volonté de mettre au point un système qui s'équilibre par lui-même

⇒ **Produire des fruits avec peu de traitements**

UN VERGER POUR UN ÉCOSYSTÈME EN ÉQUILIBRE

Vers un nouveau verger

La synthèse de 15 années d'expérience et de nombreuses visites a abouti à la volonté d'imaginer un verger qui **réduit la pression parasitaire** pour ne pas avoir à lutter contre les maladies et ainsi réduire les interventions

Objectifs du nouveau verger

- Arbres plus rustiques**
- Minimisation de la pression parasitaire**
- Indépendance du verger vis-à-vis des besoins extérieurs (intrants...)** :
- pépiniériste
- palissage
- interventions humaines

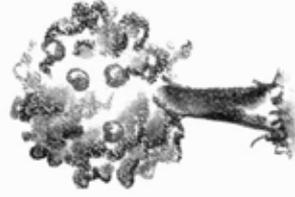
Moyens d'action

- ⇒ Choix du **porte-greffe**
- ⇒ **Présence d'animaux** dans le verger
* entretien de l'enherbement par les animaux
cela limite les passages de tracteur
→ économie d'énergie fossile
* les animaux consomment les fruits parasités
→ réduction des populations de ces parasites
- ⇒ **Les arbres ne sont pas en contact entre eux**
- ⇒ **Deux arbres côte à côte ne sont pas de la même variété**

Projet

- Conception d'un "pré-verger"** :
- pommiers haute-tiges
 - 130 arbres/ha
 - variétés rustiques
 - enherbement = prairie
 - présence d'herbivores et de volatiles
 - commercialisation : favoriser les circuits courts
- ⇒ **fonctionnement "autonome" du verger**

C'est un "retour" aux pré-vergers traditionnels **mûrement choisis et raisonnés**



Journées Techniques Fruits & Légumes Biologiques

4 & 5 décembre 2007 à CAEN



Rencontre avec Thierry De PIERREPONT, légumier bio à LESSAY (50) sur une centaine d'hectares, qui accueillera ces journées sur sa ferme mardi 4 décembre.

Comment et quand êtes vous arrivés à l'agriculture biologique ?

Je me suis intéressé très tôt aux techniques développées par les producteurs bio. Progressivement je me suis trouvé en désaccord avec le recours de plus en plus fréquent aux pesticides en production légumière, j'ai alors voulu convertir la ferme familiale en poly-culture élevage dans les années 1980 mais les freins administratifs ont stoppé le projet. J'ai franchi le pas en 1995, mes premières carottes certifiées bio ont été vendues en 1997.

Quels problèmes techniques avez-vous rencontrés avec le passage en bio ?

Tout d'abord ma conversion n'a pas été brutale, j'avais déjà travaillé les rotations de la ferme en introduisant la luzerne en tête de rotation par exemple.

En bio, la difficulté majeure est la gestion des adventices : cela commence par la place des cultures dans la rotation mais les outils de désherbage thermiques, mécaniques et manuels sont fondamentaux.

Assolement 2007 sur 105 ha

Carotte : 20 ha
Poireau : 11 ha
Salades en développé : 6 ha
Navets : 3,5 ha
Céleri rave : 2 ha
Radis noir : 1 ha
Pomme de terre : 1,5 ha
Maïs grain : 10 ha
Blé de printemps : 6 ha
Prairie (fêtuque, luzerne) : 44 ha

Rotation (6 ou 7 ans)

Prairie : 3 ans
Carotte
Maïs grain ou poireau
Blé ou céleri
Navet ou pomme de terre ou salade

Ensuite, comme les autres producteurs du bassin légumier, je dois gérer la mouche de la carotte. Lorsque les avertissements du SILEBAN annoncent un vol sur tous les bassins de production, je pulvérise un insecticide homologué en bio. Actuellement, je teste des produits répulsifs dont les résultats sont prometteurs. En fait, la mouche n'est pas un problème majeur par exemple cette année elle a occasionné seulement 1 % de carottes déclassées (mais certaines années c'est plus) sur une production de 49 t/ha.

Sinon, sur les poireaux, le thrips peut occasionner des dégâts, mais je refuse d'employer un insecticide, même naturel, pour ne pas détruire les prédateurs qui vivent dans l'environnement de la parcelle, par compte je gère la fumure au plus juste pour ne pas rendre la plante attractive pour les ravageurs.

De fait, il n'existe pas d'impasse technique en production de légumes biologiques, il faut considérer l'acte de production dans sa globalité, car tous les éléments interagissent : la rotation, la structure du sol, la fumure en veillant toujours à l'équilibre des apports, le choix des variétés, l'environnement des parcelles avec les haies qui abrite les prédateurs naturels des insectes nuisibles...

Quels sont vos débouchés ?

Je livre 60 % de ma production à la grande distribution, presque 40 % aux grossistes et moins de 5 % au marché local. Les débouchés sont là, car la demande ne cesse d'augmenter, mais je ne peux pas tous les satisfaire.

Enfin, votre structure est-elle viable ?

Si cela ne tenait pas la route, j'aurais arrêté !

Les prix sont rémunérateurs, ce qui me permet de continuer à investir. Surtout, je fais un métier qui me passionne avec des défis à relever et j'ai la satisfaction de mettre mes actes en accord avec mes idées.

Actuellement la production régionale de légumes bio est insuffisante, alors avis aux producteurs intéressés par la production bio : je vous encourage à participer à ces rencontres techniques.

ATELIERS CIRCUITS

QUESTIONS/REPONSES SUR LE REFERENCIEL EUREPGAP®

Sources : <http://www.eurep.org/Languages/French/about.html>

1 QU'EST CE QUE EUREPGAP ?

EurepGAP – référentiel des bonnes pratiques agricoles sur les exploitations agricoles – a été créé en 1997 à l'initiative de la grande distribution, membre de « Euro-Retailer Produce Working Group » (EUREP). L'objectif était de définir des exigences et des procédures pour le développement de bonnes pratiques agricoles.

EurepGAP est un ensemble de documents définissant des exigences, et réalisés pour être en adéquation avec les différentes lois internationales de certification. Des représentants du monde entier et de l'ensemble de la chaîne alimentaire ont été impliqués dans la rédaction de ces documents. Il en résulte un référentiel rigoureux qui guide le producteur sur les étapes clés de l'amont jusqu'aux portes de l'exploitation.

2 QUELLES ETAIENT LES RAISONS DE CEER EUREPGAP ?

EurepGAP a été créé pour répondre au besoin de rassurer les consommateurs, principalement sur la sécurité alimentaire. En effet, ils sont effrayés par les crises alimentaires comme l'ESB (maladie de la vache folle) mais aussi par l'introduction croissante d'aliments génétiquement modifiés.

Les consommateurs européens et ceux du monde entier se demandent généralement comment les aliments sont produits, ils ne comprennent pas vraiment les techniques de l'agriculture moderne et ont besoin d'être rassurés. La sécurité alimentaire est internationale, elle n'a pas de frontières !

La majorité des membres de EurepGAP sont des acteurs de la vente des produits, ils ne veulent pas avoir des référentiels différents parce que les produits proviennent de différents endroits du globe. Par conséquent, ils ont besoin d'une certification identique reconnue internationalement.

L'autre moteur de la création est le lien étroit entre ces 3 éléments : les gens, la planète et le profit. Les principales sociétés et multinationales doivent, de plus en plus, impressionner, leurs investisseurs. Si, par exemple, ils développent un produit qui dégrade peut-être l'environnement ou ne correspond pas aux préoccupations sur la santé ou sur la sécurité alimentaire, ils prennent le risque de moins séduire leurs clients.

Les 3 points moteurs nous ont guidés pour la rédaction du référentiel pour de bonnes pratiques agricoles. EurepGAP est basée sur la méthode HACCP. Bien que son champ d'action se limite à l'étape de production agricole, les exigences de bonnes pratiques traitent aussi de l'emballage sur le lieu de production et du transport de la ferme jusqu'au transformateur et assurent donc que nous fournissons une réelle certification pour la filière entière.

Il est vraiment important de certifier la filière entière puisqu'il peut y avoir une partie de la chaîne qui travaillent bien et une autre partie qui néglige son travail parce que le consommateur est seulement intéressé par le résultat final.

3 QUELS SONT LES OBJECTIFS D'EUREPGAP?

Les objectifs de EurepGAP sont de réduire les risques pour la sécurité alimentaire au niveau de la production agricole et de vérifier objectivement les bonnes pratiques agricoles sur différents points de référence qui doivent être appliqués systématiquement et de façon uniforme dans le monde entier. Nous vérifions cela par le référentiel et les critères de conformité.

Le but principal est d'instaurer un réel échange pour une amélioration continue et efficace du référentiel. Le comité technique, constitué de grossistes et de la grande distribution, a un agenda précis pour préparer la gestion des crises et l'évaluation des risques. Il s'agit d'un processus rigoureux qui peut obliger à modifier le référentiel.

4 QUELS SONT LES PRINCIPES DU REFERENTIEL?

Le référentiel a été développé par des experts et les risques ont été fortement évalués. Par l'adhésion aux exigences de bonnes pratiques agricoles, nous réduisons les risques. Il existe aussi une multitude de bénéfices importants pour le respect de l'environnement ainsi que pour le bien-être et la sécurité des salariés. Ce sont les trois éléments principaux du référentiel, cependant la sécurité alimentaire restera toujours notre priorité.

La protection de l'environnement et le bien-être des salariés sont aussi importants. Quand les consommateurs font leurs courses, ils ne pensent pas souvent à cela, mais ils ne voudraient pas acheter des produits provenant d'une entreprise qui dégrade l'environnement ou qui maltraite ses employés. Beaucoup d'éléments leur sont communiqués et nous ne devons pas les décevoir.

5 QUELS SONT LES FUTURS DEFIS À METTRE EN PLACE?

L'agriculture subit d'importants bouleversements dans tous les pays du monde et c'est pour cela qu'avoir le point de vue de EurepGAP permet de mieux comprendre l'impact de la sécurité alimentaire et de l'environnement sur le futur.

Nous savons que nous devons continuer à apporter notre soutien notamment par des conférences régionales et que la communication à la base est primordiale. Le référentiel et les actions de EurepGAP sont clairement annoncés sur le site web. Cela favorise les échanges, de sorte que chacun puisse apprendre des autres.

La réalisation de l'uniformité globale est ambitieuse et se fera dans le temps.

6 LES RECOMMANDATIONS : COMMENT LES MODIFICATIONS SONT-ELLES PRISES EN CONSIDERATION?

Il n'y a aucun doute sur les EXIGENCES. Il existe des points qui doivent être appliqués puisqu'il s'agit des conditions de base pour de bonnes pratiques agricoles. Par ailleurs, il s'agit souvent d'exigences législatives.

En ce qui concerne les RECOMMANDATIONS, le référentiel est un document de base en perpétuelle évolution, les différents points décrivent les conditions nécessaires pour atteindre ce but. Par la suite, ils pourraient devenir des exigences. Ainsi, nous voulons que les RECOMMANDATIONS soient aussi auditées et que les résultats fournis aux producteurs auditées encouragent les modifications et orientent mieux leur production.

7 EST CE QU'IL Y A UNE DATE LIMITE POUR LA GRANDE DISTRIBUTION POUR L'APPLICATION DE TOUTES LES EXIGENCES DE EUREPGAP?

Bien que cela dépende des stratégies de chacun, il semble nécessaire de se familiariser rapidement avec le référentiel de bonnes pratiques agricoles. Si les exigences ne sont pas totalement appliquées lors de la première inspection, cela ne sera pas considéré comme un manquement. L'objectif du fournisseur est d'identifier ces points faibles pour tenter de les modifier avant l'inspection suivante.

8 ETANT DONNE QUE LA CERTIFICATION EUREPGAP N'EST PAS UN LABEL, COMMENT LE CONSOMMATEUR PEUT-IL SAVOIR QUE CE QU'IL ACHETE EST CERTIFIE?

EurepGAP est né à l'initiative de l'industrie et axe plus particulièrement son activité sur le business-to-business plutôt que de l'orienter vers le consommateur. Tous les produits offerts aux consommateurs se conforment au moins à certaines conditions implicites, considérées comme obligatoires par le consommateur. De nombreuses enseignes calquent déjà leurs caractéristiques pour leur marque propre sur le référentiel EurepGAP et en informent le consommateur avec leur marque propre.

9 COMBIEN D'ENSEIGNES DE LA GRANDE DISTRIBUTION VENDENT LES PRODUITS CERTIFIES EUREPGAP?

Officiellement, nous pouvons dénombrer 22 enseignes : néanmoins, nous avons identifié quelques-unes qui demandent à leurs fournisseurs d'être certifiés EurepGAP, sans qu'elles appartiennent à l'organisation EurepGAP (cela est parfaitement possible sauf qu'elles ne peuvent pas participer aux réunions travaillant sur le futur du référentiel).

Est-ce que les critères actuels de conformités de EurepGAP et le Référentiel sont conformes aux normes ISO/IEC du guide 7 ?

La démarche sur les bonnes pratiques agricoles a été certifiée au guide ISO 65. Il a été conçu pour répondre au guide ISO/IEC 7.

10 EST-CE QUE LE REFERENCIEL EUREPGAP EST UN DOCUMENT PUBLIC ?

Le référentiel est public puisqu'il est visible sur le site www.eurep.org. L'utilisation du logo ou de la contestation EurepGAP ® est liée à un contrat de licence.

11 COMMENT SONT EFFECTUEES LES MODIFICATIONS DANS LES DOCUMENTS ?

Le comité technique (TSC) est responsable du fonctionnement et de la mise à jour des documents. Tous les changements se font néanmoins de façon transparente et formalisée avec tous les membres de EurepGAP.

12 LORSQUE DES CHANGEMENTS DU REFERENCIEL ET/OU DU SYSTEME SONT VALIDES, EXISTE-T-IL UNE PERIODE DE TRANSITION POUR LES METTRE EN APPLICATION?

Il y existe une période de transition de 6 mois minimum où et l'ancienne et la nouvelle version pourront cohabiter simultanément.

Comment EUREP structurera sa communication avec les organismes certificateurs (CBs) afin de s'assurer que les processus de certification (critères, interprétations, changements et feedback des problèmes opérationnels) des différents organismes seront toujours harmonisés ?

Les CB doivent nommer un responsable de l'application du référentiel de EurepGAP, publiquement connu et qui agit en tant que représentant officiel d'EUREP et de ses entités. La communication formelle se fera par eux, et sera ensuite répercutée par les CB aux producteurs certifiés.

La communication est structurée à 3 niveaux différents :

- ♣ ·sur le principe d'intra net où sont connectés les CB, les TSC et le secrétariat de EurepGAP pour rassembler les feed back, les variations des interprétations, mais aussi discuter pour obtenir une harmonisation finale des supports et des formations obligatoires des CB
- ♣ ·des e-mails envoyés aux membres et associés pour informer sur les changements
- ♣ la publication sur le site WEB de EurepGAP et une lettre d'information pour annoncer les changements principaux
- ♣ la mise en place des changements est assurée par des modifications des accords contractuels de certification entre EurepGAP et chaque CB.

LA COMMERCIALISATION DE LEGUMES SOUS FORME DE PANIERS : ELEMENTS DE REFLEXIONS SUR LES QUANTITES A IMPLANTER

Charles Souillot (GAB 22)

avenue du Chalutier Sans Pitié - BP 332 - 22193 PLÉRIN CEDEX - 02 96 74 75 65

c.souillot@agrobio-bretagne.org 2

La commercialisation sous forme de paniers ne cesse depuis quelques années de se développer sous différentes formes. Que se soit sous la forme AMAP, avec l'engagement des consommateurs sur une période définie ou sur le principe de commandes hebdomadaires, ce mode de commercialisation représente une part de plus en plus importante des débouchés des producteurs. Il présente également comme avantage un potentiel d'évolution important, le consommateur étant séduit par ce concept à la fois pratique et pédagogique (redécouverte des saisons et de produits qu'il n'a pas l'habitude de consommer, création de liens avec le producteur ...). Il contribue également au développement des filières de proximité chères à notre réseau et a déjà permis de favoriser l'installation de porteurs de projets.

Si par de nombreux côtés, ce concept est séduisant, il engendre néanmoins des contraintes majeures liées à la production :

- La nécessité d'avoir de la marchandise de manière constante
- L'obligation de produits diversifiés 12 mois de l'année
- Augmentation de l'importance des cultures précoces et tardives

Cet article vise à présenter une démarche logique quant à la quantification et la conduite des surfaces à mettre en œuvre. L'exemple a été construit pour 40 et 70 paniers avec des cultures couramment rencontrées chez les maraîchers. Il est conseillé à chaque producteur de réaliser la même analyse avec ses objectifs de commercialisation, les espèces envisagées et les contraintes liées à son exploitation (sol, climat, matériel...).

1 DETERMINATION DES PARAMETRES

Le nombre de semaines de distributions de chaque espèce : il est déterminé en fonction des périodes de production possibles sur la partie nord de la France, en plein champ et sous abris froids, des possibilités de conservation et des habitudes de consommation.

Quantité par semaine : correspond à la quantité par légume pour trois ou quatre repas pour trois personnes.

Rendement / m² : traduit les rendements moyens observés chez les producteurs. Les sols, le climat, la pression parasitaire et les ressources en eau de chaque exploitation peuvent influencer le rendement de chaque culture de manière très importante. Les rendements observés pour l'ensemble des espèces se situent dans une fourchette relativement large. Ces valeurs constituent un repère mais il convient à chaque producteur de les adapter à son exploitation.

Estimation de la surface : elle est obtenue en divisant la quantité nécessaire par le rendement moyen majoré d'un coefficient de 30% pour les abris et le plein champ. Cette majoration correspond aux pertes souvent importantes sur des petites parcelles et à une marge de sécurité.

Engrais vert : ce pourcentage correspond à l'implantation d'un engrais vert tous les 4 ans sur l'ensemble des parcelles permettant d'agir sur la fertilité du sol, le stock d'adventices et les ravageurs des cultures de manière satisfaisante.

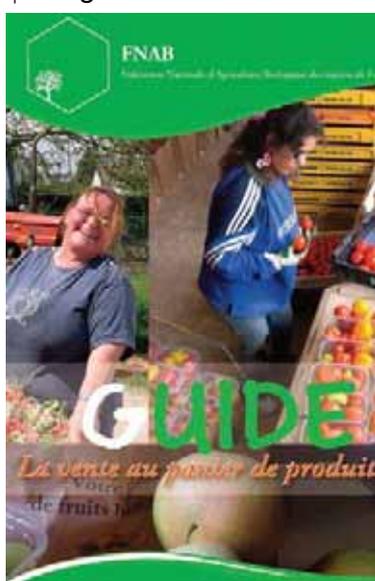
Chemins : Correspond aux bandes enherbées ou non permettant le passage des outils et aux bordures de serres. Ce pourcentage correspond à un plan d'exploitation comprenant des parcelles de 1000 à 2000 m² séparées entre elles par des chemins de 1.5 m de large.

La vente au panier de produits bio

Par Claire Touret (FNAB)

La F N A B, Fédération Nationale d'Agriculture Biologique des régions de France, a réalisé un guide présentant les expériences collectives de ventes au panier, qu'elles réunissent des consommateurs et un producteur autour d'une AMAP ou plusieurs producteurs confectionnant un panier commun.

Ce guide s'adresse aux agriculteurs biologiques, actuels et futurs. Il a pour but de présenter les



différents systèmes de vente au panier de produits bio, et de faciliter ces choix pour ceux qui voudraient s'y lancer : voici la vente au panier vue par des agriculteurs biologiques !

Dans les paniers bio, il y a des légumes, parfois un fruit, souvent un petit mot, et aussi beaucoup d'échanges, de solidarité, de partage entre ceux qui cultivent le plaisir de la terre et ceux qui en savourent les fruits... L'achat de paniers, c'est autant le plaisir de déguster des produits frais et de proximité, que la satisfaction de maintenir, voire de développer, une production locale. La vente au panier sur abonnement permet de construire une confiance et une solidarité entre les agriculteurs et les consommateurs. Elle offre des garanties, tout en exigeant des engagements.

En vente à la FNAB – Guide pratique « La vente au panier de produits bio » FNAB Mai 2007 - prix : 5 € l'exemplaire, 4 € à partir de 20 ex.

Surfaces sous abris nécessaires pour la production de 40 et 70 paniers hebdomadaires à 15 €

Espèce	nb de semaine de distribution	Quantité/ semaine	Unité	Quantité/ 40 Paniers	Unité	Quantité/ 70 Paniers	Unité	Rendement unité/m ²	Surface pour 40 paniers en m ²	Surface pour 70 paniers en m ²
Aubergine abris	8	1	Kg	320	Kg	560	Kg	5	83	146
Blette serre	4	1	Kg	160	Kg	280	Kg	1,5	139	243
Carotte primeur	4	1	Kg	160	Kg	280	Kg	2	104	182
Concombre abris	10	0,8	Kg	320	Kg	560	Kg	8	52	91
Courgette abris	3	1	Kg	120	Kg	210	Kg	2	78	137
Epinard abris	6	0,5	Kg	120	Kg	210	Kg	0,8	195	341
Haricot abris	3	1	Kg	120	Kg	210	Kg	2,5	62	109
Salades abris	4	2	pièces	320	pièces	560	pièces	6	69	121
Mâche	10	0,25	Kg	100	Kg	175	Kg	0,6	217	379
Melon	2	1	pièce	80	pièce	140	pièce	2	52	91
Poivron abris	5	2	pièces	400	pièces	700	pièces	5	83	146
Radis abris	4	1	Botte	160	Botte	280	Botte	3	69	121
Tomate	12	1	Kg	480	Kg	840	Kg	6	104	182
Surface de serre minimum à mettre en place avec ce schéma (cf tableau)									800	1200

Pour 40 paniers :

	Janvier					Février					Mars					Avril					Mai					Juin				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
Aubergine abris																														
Blette serre	70	70	70	70	70	70	70	70																						
Carotte primeur abris						105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105					
Concombre abris																														
Courgette abris												80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80					
Epinard abris	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
Haricot abris													65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65					
Salades abris																														
Mache	400	400	400	400	400	200	200	200	200	200	200	200	200	200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
Melon																														
Poivron abris																														
Radis abris						35	35	35	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70					
Tomate																														
	570	570	570	570	570	510	510	545	580	545	545	625	690	690	590	670	500	500	520	520	520	610	610	635	635					

	Juillet					Aout					Septembre					Octobre					Novembre					Décembre				
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				
Aubergine abris	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80				
Blette serre																														
Carotte primeur abris																														
Concombre abris	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55					
Courgette abris	80	80																												
Epinard abris																														
Haricot abris	65	65	65	65	65																									
Salades abris																														
Mache																														
Melon	50	50	50	50	50	50	50	50	50																					
Poivron abris	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90					
Radis abris																														
Tomate	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110					
	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530					

Surfaces en plein champ nécessaires pour la production de 40 et 70 paniers hebdomadaires à 15 €

Espèce	nb de semaine de distribution	Quantité/ semaine	Unité	Quantité/ 40 Paniers	Unité	Quantité/ 70 Paniers	Unité	Rendement unité/m ²	Surface pour 40 paniers en m ²	Surface pour 70 paniers en m ²
Blette	3	1	Kg	120	Kg	210	Kg	1,5	104	182
Chicorées	4	1	pièce	160	pièce	280	pièce	4	52	91
Epinard	4	0,5	Kg	80	Kg	140	Kg	0,8	130	228
Salades	20	1	pièce	800	pièce	1400	pièce	4,5	231	404
Oignon blanc	12	1	botte	480	botte	840	botte	3	208	364
Radis	8	1	Botte	320	Botte	560	Botte	3	139	243
Artichaut	4	1	Kg	160	Kg	280	Kg	0,8	260	455
Betterave	10	0,5	Kg	200	Kg	350	Kg	2	130	228
Carotte	18	1	Kg	720	Kg	1260	Kg	2,5	312	546
Céleri branche	3	0,5	Kg	60	Kg	105	Kg	1	78	137
Céleri rave	5	1	pièce	200	pièce	350	pièce	3	87	152
Brocoli	4	1	Kg	80	Kg	140	Kg	2	173	303
Chou de bruxelles	5	1	Kg	100	Kg	175	Kg	1	217	379
Chou fleur	4	1	pièce	160	pièce	280	pièce	1	208	364
Chou pommé	16	1	pièce	640	pièce	1120	pièce	2	416	728
Courgette	12	1	Kg	480	Kg	840	Kg	2	312	546
Echalote	5	0,25	Kg	50	Kg	87,5	Kg	1	65	114
Fenouil	4	0,8	Kg	128	Kg	224	Kg	1	166	291
Fraise saison	3	0,5	Kg	60	Kg	105	Kg	0,4	195	341
Fraise remontante	4	0,5	Kg	80	Kg	140	Kg	0,4	260	455

Surfaces en plein champ nécessaires pour la production de 40 et 70 paniers hebdomadaires à 15 €

Espèce	nb de semaine de distribution	Quantité/semaine	Unité	Quantité/40 Paniers	Unité	Quantité/70 Paniers	Unité	Rendement unité/m ²	Surface pour 40 paniers en m ²	Surface pour 70 paniers en m ²
Haricot	7	1	Kg	280	Kg	490	Kg	0,6	607	1062
Navet printemps	3	1	Botte	120	Botte	210	Botte	2	78	137
Navet Automne	7	0,5	Kg	140	Kg	245	Kg	2	91	159
Oignon jaune	10	0,5	Kg	200	Kg	350	Kg	2	130	228
Pissenlit	3	0,5	Kg	60	Kg	105	Kg	0,8	98	171
Poireau	18	1	Kg	720	Kg	1260	Kg	2	468	819
Pois	4	0,8	Kg	128	Kg	224	Kg	0,8	208	364
PdT primeur	2	1	Kg	80	Kg	140	Kg	1,5	69	121
Courges	10	1	Kg	400	Kg	700	Kg	2	260	455
PdT	20	1	Kg	800	Kg	1400	Kg	2	520	910
Endive	7	1	Kg	280	Kg	490	Kg	1,2	303	531
Persil	10	1	Botte	400	Botte	700	Botte	6	87	152
Petits fruits	4	0,25	Kg	40	Kg	70	Kg	0,4	130	228
Surface plein champ minimum à mettre en place avec ce schéma									6791	11885

Total culture (m²)	7591	13085
Engrais vert 20%	1518	2617
Chemins 15 %	1139	1963
Surface Totale (m²)	10248	17665

CONCLUSION

Le modèle ci-dessus correspond à 7 articles par semaine en moyenne sur l'année. Le choix des cultures et leur fréquence dans le panier ont été établis de manière à ce que la valeur totale du panier sur l'année soit légèrement supérieure à 540 € (48 paniers à 15 €) pour que le consommateur soit gagnant par rapport à un achat hebdomadaire au détail.

D'un point de vu technique, on peut constater que les cultures de garde sont réduites avec ce système (1050 m² pomme de terre, 800 m² poireau, 260 m² oignon, 550 m² carotte ... pour 70 paniers). En revanche un tel mode de commercialisation engendre une rotation rapide et une gestion très fine des abris. Les surfaces d'abris notifiées dans cette étude sont des surfaces minimums. Pour s'assurer un maximum de flexibilité il convient d'envisager 1000 m² et 1500 m² pour respectivement 40 et 70 paniers.

Enfin, la fréquence de distribution doit être particulièrement raisonnée. Deux distributions de 35 paniers à 2 ou 3 jours d'intervalle permettront une meilleure gestion des récoltes et limiteront les pertes occasionnées par le stockage ou la surmaturité des légumes très fragiles.

Cette simulation reste néanmoins un parti pris parmi d'autres, outre une réflexion sur les surfaces à mettre en place elle peut servir de base à la réalisation d'une étude adaptée aux objectifs et aux contextes de chaque exploitation.

ARBORICULTURE

DIFFERENTES STRATEGIES DE MAITRISE DE LA TAVELURE DU POMMIER

Christelle Gomez

GRAB antenne Rhône-Alpes, Domaine de Gotheron, 26320 St Marcel-lès-Valence

RESUME

La tavelure du pommier est une maladie qui peut être redoutable en verger de pommiers biologiques. Différents moyens existent afin de maîtriser la tavelure du pommier. La sélection variétale est une piste de progrès importante, devant permettre à terme une réduction significative d'intrants. L'accent est à mettre sur les mesures prophylactiques permettant de réduire l'inoculum primaire présent sur les feuilles tombées au sol à l'automne : interventions culturales à l'automne (broyage, balayage ou enfouissement des feuilles), utilisation de champignons antagonistes, produits alternatifs à l'urée pour favoriser la dégradation des feuilles et réduire la production d'ascospores (vinasse de betterave, aminosol et phosphonate de potassium). Ces différentes techniques de réduction de l'inoculum de tavelure peuvent être associées, de manière à limiter les épidémies de tavelure. Le cuivre étant un toxique accumulé dans les sols, la recherche de produits alternatifs efficaces ou de produits cupriques faiblement dosés est poursuivie. Ces recherches laissent entrevoir une piste intéressante avec le yucca et l'armicarb.

INTRODUCTION

La tavelure causée par *Venturia inaequalis* est une maladie qui peut être redoutable en verger de pommier. Différentes solutions existent afin de réduire les épidémies de tavelure. Je vous propose de faire un bilan de ces techniques et de voir leur intérêt dans la maîtrise de la tavelure en verger de pommiers biologiques.

1 SENSIBILITE VARIETALE

1.1 Résistance partielle et totale

La plantation de variétés présentant un fort niveau de résistance partielle à la tavelure (variétés peu sensibles) est à privilégier pour parvenir à mieux maîtriser cette maladie. En effet, différentes études ont montré, en l'absence de protection fongicide contre la tavelure, que le développement des épidémies sur ces variétés restait relativement limité (Brun *et al.*, 2002). L'avantage de ce type de résistance est qu'elle est durable, et donc non surmontable par de nouvelles races de tavelure comme cela a été le cas pour les variétés de pommiers présentant une résistance complète à la tavelure (gène Vf).

Rappelons qu'il est conseillé, afin de se prémunir des risques de contournement inhérents au caractère monogénique de la résistance à la tavelure des variétés RT, d'effectuer une protection fongicide réduite et limitée aux périodes de forte contamination et de mettre en place toute méthode préventive de lutte pour limiter l'importance de l'inoculum notamment en hiver pendant la phase de reproduction du parasite.

La plupart des variétés de pommiers peu sensibles à la tavelure sont d'anciennes variétés (Reinettes, Melrose, Colapuis...) et des variétés plus récentes (Jubilé, Pinova) dont le bon niveau de résistance partielle se maintient depuis longtemps.

1.2 Programme d'observation de variétés tolérantes et résistantes à la tavelure

Le GRAB suit depuis quelques années le comportement de variétés rustiques issues de conservatoires, dans des conditions semi-extensives et avec un faible niveau d'intrants. Dans ces

conditions, l'observation du comportement des variétés montre des différences de sensibilité aux différents pathogènes dont la tavelure.

2 MELANGES VARIETAUX

Dans différentes expérimentations, les mélanges variétaux ont montré leur efficacité pour réduire les épidémies de tavelure. Il a été démontré que l'association de variétés résistantes et de variétés sensibles permet de limiter le développement de la tavelure sur les variétés sensibles (Didelot *et al.*, 2000 ; Parisi *et al.*, 2002). Globalement, le mélange dans le rang a donné de meilleurs résultats par rapport au mélange en rangs alternés.

Concernant les mélanges variétaux avec des RT, il se pose la question de la durabilité du gène Vf dans le mélange. Il paraît donc nécessaire de prendre quelques précautions pour éviter les risques de contournement de la résistance par les races 6 et 7 de tavelure (traiter lors des risques graves et réduire l'inoculum).

3 REDUCTION DE L'INOCULUM PRIMAIRE PAR BROYAGE, RAMASSAGE OU ENFOUISSEMENT DES FEUILLES A L'AUTOMNE

Durant la saison hivernale, la tavelure se conserve principalement sur les feuilles mortes tombées au sol et celles-ci constituent donc la source de l'inoculum primaire, responsable des contaminations au printemps suivant. Les recherches sur les moyens de destruction de cet inoculum ont abouti à l'élaboration de méthodes destinées aux arboriculteurs. Plusieurs approches peuvent être envisagées.

3.1 Le broyage des feuilles

Le broyage de la litière à l'automne est conseillé car il accélère la décomposition des feuilles. Après la chute totale des feuilles (décembre-janvier), le broyage doit être effectué le plus finement possible. Différents essais ont été réalisés en France (CIREA Limousin, coopérative Perlum du Limousin), en Belgique (Creemers, 2002) et en Amérique (Sutton *et al.*, 2000). Les résultats montrent que le broyage permet de diminuer de façon significative le nombre d'ascospores projetées et soulignent l'intérêt d'utiliser des moyens simples et peu coûteux pour optimiser la maîtrise de la tavelure.

3.2 Le ramassage des feuilles de l'inter-rang associé à un enfouissement des feuilles laissées sur le rang

Le ramassage à l'automne des feuilles tombées au sol sur l'inter-rang associé à un enfouissement des feuilles laissées sur le rang présente également un effet positif sur la réduction des contaminations primaires. Le GRAB et l'INRA de Gotheron ont réalisé durant 2 années consécutives un essai dans un verger commercial biologique situé dans la Drôme, combinant ces 2 techniques de gestion de la litière (Gomez *et al.*, 2007) avec un retrait des feuilles situées sur l'inter rang à l'aide d'une balayeuse à gazon et un enfouissement par buttage des feuilles situées sur le rang avec une décavailleuse à disques. Rappelons que les 2 modalités comparées étaient une modalité « balayage-buttage » et une modalité « sans retrait et sans enfouissement des feuilles », avec une protection fongicide classique dans les 2 modalités. Les résultats ont montré une réduction de la sévérité de la maladie sur fruits de 74% et 68% respectivement, à la récolte 2003 et 2004, dans la modalité « balayage-buttage ». Il a également été observé une réduction de l'incidence sur fruits de 83% et 55% respectivement à la récolte 2003 et 2004 (tableau I).

3.3 Les outils disponibles pour réduire l'inoculum d'automne

Ces différentes techniques de gestion de la litière à l'automne ne doivent pas être négligées, d'autant plus qu'elles sont assez faciles à mettre en application, à une période de l'année plutôt calme (décembre) et elles prennent en moyenne 4 h/ha de temps de travail.

Mais quel outil utiliser ? Le retrait des feuilles suppose l'utilisation d'une machine adaptée. Les seules machines disponibles sur le marché sont les balayeuses destinées aux espaces verts. Le

broyage est dans l'immédiat plus facile à mettre en place puisque de nombreux arboriculteurs utilisent un broyeur pour détruire les bois de taille ou limiter la croissance de l'enherbement. Même si ces broyeurs effectuent un hachage grossier des feuilles, ils contribuent à accélérer leur décomposition. Des broyeurs andaineurs spécifiques au broyage des feuilles pour réduire l'inoculum d'automne sont développés depuis peu par plusieurs constructeurs, privilégiant un taux optimum de récupération des feuilles et un broyage très fin. Différents outils de gestion de la litière ont d'ailleurs été présentés à plusieurs reprises au GRAB et INRA de Gothenburg, au CEHM, à la Morinière, par la coopérative Perlim du Limousin..., suscitant l'intérêt d'un grand nombre d'entre vous. L'enfouissement des feuilles sur le rang lors des opérations de buttage, permet de compléter l'opération de broyage ou balayage des feuilles effectuée sur l'inter rang. Il ne doit pas être négligé puisque les feuilles tombées sur le rang représentent la majeure partie des feuilles au sol et leur élimination permet d'avoir un effet bénéfique supplémentaire sur la réduction de l'inoculum de tavelure. Les personnes équipées d'une décauilonneuse à disques peuvent effectuer un débattage juste avant la chute des feuilles, suivi d'un buttage réalisé après la chute totale des feuilles, afin de détruire les derniers adventices et d'enfouir les feuilles situées sur le rang, qui ne peuvent être broyées ou ramassées.

4 REDUCTION DE L'INOCULUM PRIMAIRE PAR DES CHAMPIGNONS ANTAGONISTES

Des études ont montré que l'utilisation de champignons antagonistes inhibant la formation des périthèces pouvait significativement réduire les projections d'ascospores de l'ordre de 80% (Carisse and Dexdne, 2002 ; Vincent et al., 2004). Les champignons antagonistes identifiés donnant les meilleurs résultats sont *Microsphaeropsis ochracea* et *Athelia bombacina*.

Il serait très intéressant d'associer le broyage ou le ramassage de la litière avec l'application de champignons antagonistes, de manière à optimiser la réduction de l'inoculum de tavelure.

5 PRODUITS ALTERNATIFS A L'UREE POUR STIMULER LA DECOMPOSITION DES FEUILLES

Les travaux de Créte du CEHM sur les pulvérisations d'urée à l'automne sur la frondaison en début de chute des feuilles ou au printemps sur la litière au sol ont montré l'efficacité de ces pulvérisations sur la dégradation des feuilles et la réduction de l'inoculum de tavelure. Cependant, l'urée n'est pas autorisée en agriculture biologique (Annexe II, R CEE/2092/91).

En 2004, le programme européen REPCO a été mis en place pour une durée de 4 ans. L'objectif du projet est de mobiliser plusieurs instituts de différents pays européens afin de développer des produits alternatifs au cuivre pour lutter contre 2 maladies cryptogamiques : le mildiou de la vigne et la tavelure du pommier. Le GRAB constitue l'un des partenaires testant en plein champ des produits alternatifs au cuivre pour lutter contre le mildiou de la vigne.

Au sein du programme REPCO, des travaux sont réalisés en Hollande depuis 2004 sur la recherche de produits alternatifs à l'urée pour stimuler la dégradation des feuilles et réduire la production d'ascospores. Différents produits appliqués sur feuilles à l'automne 2005 ont été comparés à l'urée (5%) et à un témoin non traité : vinasse de betterave à différentes concentrations (5 à 60%), acides aminés (aminosol, 1%), acides aminés (aminosol, 1.4%) + phosphonate de potassium (résistim, 3.5%). Les résultats ouvrent des perspectives intéressantes. Les produits ayant permis une meilleure dégradation des feuilles sont l'urée (92% de dégradation foliaire en février 2006) puis la vinasse de betterave à 40% (83% de dégradation foliaire en février 2006). Les traitements avec l'urée, la vinasse de betterave et le mélange aminosol + phosphonate de potassium ont montré des résultats similaires au niveau de la réduction de la production d'ascospores, avec une réduction qui était comprise entre 92 et 99%.

De plus, la même équipe a montré dans une autre expérimentation que les acides aminés (aminosol, 1%) et la vinasse de betterave favorisent la croissance des lombrics et tendent à améliorer leur consommation de feuilles et par conséquent la dégradation des feuilles et donc la réduction de l'inoculum de tavelure.

6 STRATEGIE D'ASSOCIATION DE METHODES DE LUTTE A EFFET PARTIEL POUR MAITRISER LA TAVELURE DU POMMIER

Ces différents essais précédemment cités sur les mélanges variétaux et la réduction de l'inoculum primaire de tavelure montrent des résultats très intéressants, mais l'association de ces différentes techniques est jusqu'à présent assez peu étudiée. Un essai est en cours d'étude depuis 2006, sur l'étude d'association de méthodes de lutte à effet partiel afin de maîtriser la tavelure du pommier. Cet essai est mis en place sur 2 sites différents et suivi par l'INRA de Gothenon et le GRAB pour l'essai réalisé dans la Drôme et par l'INRA d'Angers pour l'essai réalisé dans le Maine-et-Loire. Cette étude évalue l'intérêt d'associer différentes pratiques culturales permettant chacune de limiter la tavelure, à une variété peu sensible à la tavelure. Les pratiques culturales mises en place sont la réduction de l'inoculum d'automne (balayage et buttage des feuilles) et la plantation de mélanges variétaux (variété peu sensible en mélange avec une variété résistante à la tavelure). Un suivi est en cours.

7 REDUCTION DES DOSES DE CUIVRE ET PRODUITS ALTERNATIFS AU CUIVRE

En prévision de la réduction des doses de cuivre, des expérimentations ont été initiées depuis plusieurs années pour tester des produits alternatifs ou des produits à moindre teneur en cuivre.

7.1 Réduction des doses de cuivre

Différents produits ont été testés par la FREDEC Nord-Pas-de-Calais et le GABNOR en 2000 et 2001 sur un verger en production biologique dans le Nord-Pas-de-Calais, sur la variété Boskoop (tableau II). Les traitements ont été effectués tous les 7 jours pendant les contaminations primaires et renouvelés à partir de 20 mm de pluie. Les notations sur feuilles et sur fruits ont permis d'établir les niveaux d'attaques. Une analyse de la phytotoxicité a également été effectuée.

Les 2 années d'expérimentation ont permis d'établir des premières tendances :

- Les essais ont montré l'intérêt du microthiol (soufre micronisé) qui allie une efficacité non négligeable à une phytotoxicité moindre.
- Le comportement du cuivrol (engrais foliaire à base de sulfate de cuivre et d'oligo-éléments) est variable selon la quantité de cuivre apportée : à une dose de 2.8 kg/ha, des brûlures importantes ont pu être observées ; à une dose de 1.2 kg/ha, le niveau d'efficacité est moyen.
- Testé une seule année, l'aminocuire (engrais foliaire à base de sulfate de cuivre et d'acides aminés) montre une bonne efficacité dans les conditions de l'essai. Il permet de réduire de 4 à 5 fois la quantité de cuivre métal à l'hectare. Ce produit a également démontré son efficacité sur tavelure lors d'essais effectués en Italie.
- La bouillie nantaise (12 l/ha) présente une efficacité intermédiaire lors des 2 années d'essai.
- L'association cuivrol-purin de prêle présente une efficacité moyenne.
- Le fercuire (engrais foliaire à base d'oxychlorure de cuivre, de plantes et de lithothamne) est le produit présentant la moins bonne efficacité.

En 2003, le Ctifl de Prignonieux (24) a testé 2 formulations de cuivre (sulfate de cuivre et hydroxyde de cuivre) appliquées en stratégies préventive et curative et 3 modalités apportant des doses réduites de cuivre métal (sulfate de cuivre + acides aminés, aminocuire, cuivrol + ForMn 48). Les applications du cuivre en « stop », quel que soit la forme, n'ont eu aucun effet significatif, contrairement aux applications de sulfate de cuivre et d'hydroxyde de cuivre préventives, qui se révèlent efficaces. Dans cet essai, les acides aminés et le cuivrol + For Mn 48 n'ont pas apporté d'amélioration à la bouillie bordelaise.

Notons que les arboriculteurs suisses utilisent 150 g de Cu métal/ha combinés à 4 kg de soufre mouillable par traitement, à raison de 500 l/ha et souvent une ligne sur deux, avec des résultats intéressants.

7.2 Produits alternatifs au cuivre

7.2.1 *Bouillie sulfo-calcique*

La bouillie sulfo-calcique (mélange de chaux et de soufre), très utilisée en Italie, semble présenter une bonne efficacité sur la tavelure, jusqu'à 24 heures après le début de la contamination. Elle semble efficace en traitement « stop », après une pluie, sur feuillage encore humide. La plupart des références sur ce produit concernent des produits formulés homologués à l'étranger. Des essais d'application de bouillie sulfo-calcique en mode curatif (10-14 h après contamination) à 2 ou 1.5% confirment sur Elstar l'intérêt de cette stratégie sur la réduction des infections, par rapport aux stratégies préventives associant cuivre, soufre et bouillie sulfo-calcique.

7.2.2 *Argile*

L'emploi d'argile contre la tavelure, en complément d'autres produits, est une pratique assez courante en arboriculture biologique, notamment en Suisse et en Allemagne, en association avec le soufre à basses températures. Un surdosage perturbe la photosynthèse, pour cela il ne faut pas dépasser 7 kg/ha pour 1000 litres d'eau.

7.2.3 *Armicarb et yucca*

Des travaux sur l'Armicarb (bicarbonate de potassium) donnent de bons espoirs d'un contrôle intéressant avec ce produit. Les premiers travaux sur l'Armicarb remontent au début des années 1990 (essais en Amérique, dans l'Ohio, en 1992). L'Armicarb est comparé à des fongicides de synthèse (Captane) et à la bouillie sulfo-calcique. Les résultats par rapport au témoin non traité sont sans équivoque sur tavelure, maladie des crottes de mouche ou maladie de la suie (figure 1). Plusieurs essais ont été réalisés dans différents pays, il est homologué aux Etats Unis, une homologation est en cours en Suisse et en Allemagne. Il s'agit d'un très bon produit, non toxique, sans résidu et très efficace (tavelure et taches de suie sur pomme, oïdium de la vigne). Le Fibl a réalisé en 2004 et 2005 des essais avec l'Armicarb sur la tavelure et la maladie de la suie de la pomme, avec une efficacité équivalente à celle des références soufre et cuivre pour la tavelure (Tamm *et al.*, 2006). Les résultats de 2005 soulignent un gain d'efficacité de l'Armicarb lorsqu'il est associé au soufre.

Dans le cadre du programme européen REPCO (2004-2007), des chercheurs de l'université de Wageningen (Pays-Bas) ont testé diverses substances en laboratoire. Ils ont découvert que l'extrait de yucca protégeait la plante contre la tavelure. Des essais ont été réalisés chez des producteurs, dans des vergers bio aux Pays-Bas, avec pour objectif de trouver des produits alternatifs au cuivre. En 2006, différents produits appliqués de début avril à fin mai (7 traitements dans le verger commercial) ont été comparés à l'hydroxyde de cuivre (funguran-OH, 0.5 kg/ha), au soufre (thiovit jet, 4 kg/ha) et à un témoin non traité : extrait de yucca (7.5 l/ha), extrait de yucca (7.5 l/ha) + soufre (4 kg/ha), bicarbonate de potassium (armicarb, 5 kg/ha), bicarbonate de potassium (armicarb, 5 kg/ha) + soufre (4 kg/ha).

- Les résultats (tableau III) montrent que les traitements cuivre, yucca + soufre et bicarbonate de potassium + soufre présentent la meilleure efficacité, aussi bien sur feuilles que sur fruits. Il n'y a pas de différence significative entre ces traitements, excepté pour la sévérité sur fruits où le cuivre est significativement différent des 2 autres traitements avec une efficacité inférieure.
- Sur feuilles, le soufre utilisé seul est significativement moins efficace que le cuivre (incidence et sévérité). Par contre, sur fruits, le soufre n'est pas significativement différent du cuivre au niveau de l'incidence et de la sévérité.
- L'ajout de soufre augmente l'efficacité du yucca et du bicarbonate de potassium. Le soufre utilisé seul est significativement moins efficace que les mélanges.
- De plus, les modalités sans cuivre présentent l'intérêt de ne pas provoquer de russeting sur les fruits, contrairement au cuivre.

Ces découvertes représentent une avancée considérable pour les producteurs de pommes biologiques.

CONCLUSION

Nous disposons ainsi de différents moyens afin de maîtriser la tavelure du pommier. Il ne faut pas oublier bien évidemment l'intérêt de planter certaines variétés anciennes qui sont plus rustiques et donc peu sensibles à la tavelure. Pour des variétés plus sensibles (et même pour les moins sensibles d'ailleurs !), la réduction de l'inoculum d'automne n'est pas à négliger, bien au contraire. Il est important de penser à broyer ou balayer les feuilles tombées au sol tout de suite après la chute des feuilles et de compléter cette action d'un enfouissement par buttage des feuilles laissées sur le rang. Plusieurs outils sont d'ores et déjà à votre disposition. Différentes études laissent entrevoir d'autres techniques de réduction de l'inoculum primaire de tavelure, notamment avec l'utilisation de champignons antagonistes. De récentes études ont montré que la vinasse de betterave à 40% et le mélange acides aminés (aminosol) + phosphonate de potassium favorisaient la dégradation des feuilles et la réduction de la production d'ascospores. De plus, les acides aminés (aminosol) et la vinasse de betterave favorisent la croissance des lombrics et tendent à améliorer leur consommation de feuilles.

Ces différentes techniques de réduction de l'inoculum de tavelure peuvent être associées, de manière à limiter les épidémies de tavelure. Cela ne dispensera pas d'une protection au printemps mais contribuera à une meilleure réussite du programme de traitements et permettra souvent d'avoir peu de taches en fin de printemps et de supprimer les traitements d'été au soufre (défavorables aux auxiliaires).

Pour finir, la recherche de produits alternatifs au cuivre laisse entrevoir une piste intéressante avec les mélanges yucca + soufre et bicarbonate de potassium (armicarb) + soufre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRUN L., BOUCHER D., DIDELOT F., PARISI L., 2002 - Influence de la résistance partielle de différents cultivars de pommiers sur le déroulement des épidémies de tavelure. 4^{ème} Rencontres de Phytopathologie/Mycologie. Aussois, 13-17 mars 2002.
- CARISSE O., DEXDNEY M., 2002 - A review of non-fungicidal approaches for the control of apple scab. *Phytoprotection*, n°83, 1-29.
- CREEMERS P., 2002 - Sanitation practices to reduce apple scab inoculum in orchards. 6th International IOBC/WPRS Workshop of Pome Fruit Diseases. Lindau, Germany, 31 August - 05 September 2002.
- DIDELOT F., DELHAYE K., BRUN L., PARISI L., 2000 - Analysis of 1998 scab epidemic in an experimental apple orchard planted with cultivar mixtures. IOBC wprs Bulletin, n°23, 207-210.
- GOMEZ C., BRUN L., CHAUFFOUR D., DE LE VALLEE D., 2007 - Effect of leaf litter management on scab development in an organic apple orchard. *Agric. Ecosyst. Environ.*, n°118, 249-255.
- PARISI L., BRUN L., DIDELOT F., 2002 - Protection du pommier contre la tavelure. In : Programme PFI, rapport d'activité 2001. Action transversale n°67, INRA, mars 2002.
- SUTTON D.K., MACHARDY W.E., LORD W.G., 2000 - Effects of shredding or treating apple leaf litter with urea on ascospore dose of *Venturia inaequalis* and disease buildup. *Plant Dis.*, n°84, 1319-1326.
- TAMM L., AMSLER T., SCHARER H., REFARDT M., 2006 - Efficacy of Armicarb (potassium bicarbonate) against scab and sooty blotch on apples. Proceedings to the conference from 31st January to 2nd February 2006 at Weinsberg, Germany, Eco-Fruit, 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in OrganicFruit-Growing, 87-92.
- VINCENT C., RANCOURT B., CARISSE O., 2004 - Apple leaf shredding as a non-chemical tool to manage apple scab and spotted tentiform leafminer. *Agric. Ecosyst. Environ.*, n°104, 595-604.

Tableau I – Incidence et sévérité de la tavelure sur fruits à la récolte 2003 et 2004

	Récolte 2003		Récolte 2004	
	Témoin	Balayage-buttage	Témoin	Balayage-buttage
Sévérité sur fruits (nombre de taches / 20 fruits)	0.94	0.25	62	20
% de fruits tavelés	4	0.7	66	30

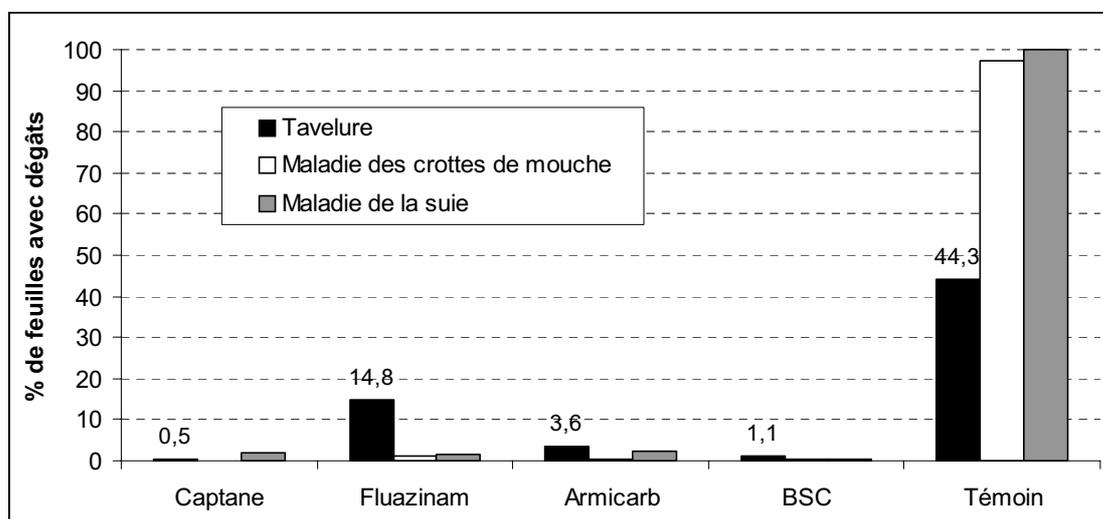
Tableau II – Modalités testées en 2000 et 2001

Modalités testées en 2000	Modalités testées en 2001
Témoin non traité	Témoin non traité
Cuivrol (2.8 kg/ha)	Cuivrol (1.2 kg/ha)
Microthiol (7.5 kg/ha)	Microthiol (7.5 kg/ha)
Aminocuire (2 kg/ha)	Cuivrol (1 kg/ha) + Purin de prêle (20%)
Bouillie Nantaise (12 l/ha)	Bouillie Nantaise (12 l/ha)
Ferticuivre (6 kg/ha)	Ferticuivre : Phytocuivre (3 l/ha) + Fertifeuille (5 kg/ha)

Tableau III – Incidence et sévérité sur feuilles et fruits pour les différentes modalités testées en 2006 en Hollande

Modalités	Incidence sur feuilles (%)	Sévérité sur feuilles (nombre de taches pour 200 feuilles)	Incidence sur fruits (%)	Sévérité sur fruits (échelle)
Témoin non traité	51.1 (d)	394.5 (c)	39.8 (e)	1.0 (d)
Cuivre 0.5 kg/ha	5.8 (a)	18.3 (a)	7.5 (abc)	0.2 (b)
Soufre 4 kg/ha	20.3 (c)	110.8 (b)	8.5 (bc)	0.2 (ab)
Yucca 7.5 l/ha	20.8 (c)	98.5 (b)	11.6 (cd)	0.2 (b)
Yucca 7.5 l/ha + soufre 4 kg/ha	6.1 (a)	25.0 (a)	5.1 (ab)	0.1 (a)
Bicarbonate de potassium 5 kg/ha	12.6 (bc)	48.0 (ab)	15.4 (d)	0.5 (c)
Bicarbonate de potassium 5 kg/ha + soufre 4 kg/ha	7.6 (ab)	34.5 (a)	3.3 (a)	0.1 (a)

Figure 1 – Pourcentage de feuilles avec des dégâts de tavelure, maladie des crottes de mouche et maladie de la suie, Ohio, 1992



LES IMPACTS DU RECHAUFFEMENT GLOBAL SUR LA PHENOLOGIE DES ARBRES FRUITIERS ET DE LA VIGNE : QUELLES CONSEQUENCES AGRONOMIQUES ?

Jean-Michel LEGAVE

INRA, UMR Développement et Amélioration des Plantes, 2 place viala - 34060 Montpellier
legave@supagro.inra.fr

RESUME

Le réchauffement global s'est accru en France depuis la fin des années 80 dans l'ensemble des bassins de production. Des impacts sur la phénologie de la floraison et du débourrement des arbres fruitiers et de la vigne ont été significativement mis en évidence sous forme d'avancées moyennes de dates de stades phénologiques. Depuis le début des années 2000, des évolutions phénologiques inhabituelles entraînant des conséquences défavorables pour la production ont été également observées, même si aucune statistique ne permet de dire que la fréquence de tels événements aurait augmenté sous l'influence du réchauffement. L'ensemble des impacts avérés et suspectés résulterait d'effets similaires sur les besoins physiologiques en froid et en chaleur des bourgeons floraux et végétatifs. Sur la base de ces observations et de leur interprétation par ces effets, étayée notamment par la modélisation, une réflexion globale est abordée mettant l'accent sur les risques d'aggravation de certains impacts et de leurs conséquences sous l'effet d'une satisfaction des besoins en froid plus souvent excessivement lente, à la suite d'automnes et d'hivers plus fréquemment excessivement doux.

INTRODUCTION

Le réchauffement global est désormais incontestable selon le groupe international des experts sur le changement climatique (GIEC ; International Panel on Climate Change, IPCC en anglais). En France, ce réchauffement s'est nettement accru depuis la fin des années 80. A titre d'exemple, la température moyenne annuelle a augmenté de 1°C entre la période 1976-1988 et la période 1989-2002 aussi bien à Angers, Bergerac qu'à Nîmes; cette évolution s'est toutefois produite avec de notables différences saisonnières sur lesquelles nous reviendrons par la suite (Tableau I). En fait, ce changement s'est produit de façon très similaire dans les pays européens voisins (Allemagne) et sous des latitudes plus basses comme celles du Japon (Chmielewski *et al.*, 2004; Kai *et al.*, 1993). Dans ce contexte mondial, les notations phénologiques ont fait l'objet d'un regain d'intérêt (rappelons qu'il s'agit de la détermination temporelle de stades d'évolution d'organes de la plante). En effet, notamment pour les arbres fruitiers et la vigne, ces évolutions sont essentiellement déterminées par la température dans les conditions courantes de production. Le plus souvent, ces notations portent sur l'évolution des bourgeons floraux vers la floraison, mais d'autres évolutions phénologiques peuvent être considérées, telles que celles des bourgeons végétatifs et des fruits. En outre, chez ces espèces, des changements dans le temps (appelés impacts) des périodes de floraison et de maturation des fruits sont susceptibles d'avoir des conséquences économiques préoccupantes, du fait des liens entre ces processus (floraison, maturation) et la production (intensité, calendrier, qualité), mais aussi de la pérennité des plantations.

Ainsi les observations phénologiques réalisées dans le passé constituent actuellement des données précieuses pour évaluer et comprendre les premiers impacts du réchauffement global. De même, la prédiction des impacts phénologiques à venir, sous l'effet d'un réchauffement croissant, représente désormais un challenge important afin de préparer les adaptations nécessaires, notamment une adaptation variétale à des températures à la fois plus chaudes et plus irrégulières. Cette présentation se limitera à informer sur les impacts phénologiques avérés ou suspectés en France pour la floraison et le débourrement végétatif, à préciser les effets physiologiques à leurs origines et à situer l'importance des conséquences agronomiques déjà observées. Sur la base de

cette analyse de la situation actuelle, nous évoquerons les réflexions et recherches en cours pour évaluer les risques d'aggravation de ces impacts, y faire face et, voire même, en tirer profit.

Tableau I – Exemple de variation des températures moyennes en France depuis la fin des années 80.

	Angers		Bergerac		Nîmes	
	1976-1988	1989-2002	1976-1988	1989-2002	1976-1988	1989-2002
Janvier	4,4	6,1	4,9	6,2	5,9	7,3
Février	5,3	6,9	6,3	7,4	7,3	8,5
Mars	7,5	9,3	8,3	10,1	9,7	11,7
Avril	9,7	10,4	10,8	11,5	12,3	13,1
Mai	12,9	15,0	14,1	16,5	15,9	17,6
Juin	16,7	17,3	18,0	18,8	20,0	20,9
Juillet	18,9	19,7	20,5	21,1	23,0	24,0
Août	18,2	20,2	19,6	21,6	22,3	24,2
Septembre	16,3	16,4	17,6	17,5	19,7	19,5
Octobre	12,7	13,1	13,9	14,4	15,1	15,7
Novembre	7,7	8,5	8,2	9,1	9,7	10,4
Decembre	5,9	6,3	6,1	6,9	6,9	7,7
Moyenne annuelle	11,4	12,4	12,4	13,4	14,0	15,1

1 MATERIEL ET METHODES

1.1 Base nationale de données phénologiques 'PhénoClim'

Depuis 2002, l'INRA, le Ctifl et divers organismes professionnels (Stations expérimentales régionales) se sont associés pour créer une base regroupant un maximum de notations phénologiques pour les principales espèces fruitières et la vigne, acquises dans le passé séparément par chacun de ces partenaires (Domergue et coll., 2003). Les données actuellement disponibles portent en grande partie sur la floraison et le débourrement végétatif dans les principaux bassins de la production fruitière et les principaux vignobles. Sur le plan variétal, des cultivars fruitiers et des cépages observés sur des durées relativement longues ont été étudiés de préférence afin de pouvoir déceler d'éventuelles tendances de changement d'évolution phénologique dans le temps. Cette base est gérée par l'unité INRA Agroclim du Centre d'Avignon.

1.2 Analyse statistique et Modélisation

Afin d'approfondir l'interprétation des séries chronologiques de données phénologiques concernant la floraison, en relation avec le réchauffement global, l'analyse statistique de ces séries a été confiée à des statisticiens spécialisés dans ce type d'analyse (collaboration avec le CIRAD). Par ailleurs, un logiciel de modélisation de dates de stades phénologiques a été utilisé afin de mieux comprendre les raisons d'éventuels changements phénologiques (logiciel 'Pollenoscope', collaboration avec le Centre de transfert de Montpellier SupAgro). Ce logiciel a en effet permis d'estimer la date de fin de la levée de dormance, dans un site donné pour une variété donnée, pour chaque année des périodes étudiées (la date de fin de la dormance étant une donnée essentielle pour comprendre les évolutions phénologiques, mais coûteuse à obtenir par voie expérimentale et donc très rarement disponible). Actuellement, cette analyse par modélisation a été limitée au pommier en utilisant trois séries régionales de dates de début de floraison (stade F1) présentes dans la base "PhénoClim" (Legave *et al.*, 2007). Enfin, concernant la vigne, l'unité INRA Agroclim du Centre d'Avignon a développé un nouveau modèle de prédiction du débournement et de la floraison à partir de nombreuses données de la base "PhénoClim" en utilisant le logiciel STICS (logiciel de simulation de culture, également développé à l'INRA d'Avignon). Ce modèle de prédiction a ensuite été utilisé pour simuler le débournement et la floraison sur la période 2070-2099 sur la base du scénario B2 d'évolution climatique (défini par l'IPCC) et en utilisant le modèle climatique Arpège de Météo-France (Garcia de Cortazar Aauri, 2006).

1.3 Recueil complémentaire de données phénologiques

En complément d'une recherche de tendances de changement phénologique concernant la floraison, des observations plus approfondies ont été recueillies de façon collective (INRA, Ctifl, Profession) en parcelles expérimentales et en vergers de production, par espèce, depuis le début des années 2000. En effet dans ce passé récent, des périodes particulièrement 'chaudes' ont été enregistrées relativement fréquemment aussi bien en France que dans des pays voisins (automne 2000 et 2006, été 2003, ...). Ce nouveau contexte a eu l'avantage de sensibiliser l'ensemble de la filière (recherche à production) à l'observation d'évolutions phénologiques 'inhabituelles' et à l'évaluation de leurs conséquences agronomiques.

2 RESULTATS ET DISCUSSION

2.1 Analyse de séries chronologiques de floraison et de débourrement

La constitution de séries chronologiques de dates de stades phénologiques pour les principales espèces fruitières et la vigne dans différents sites a révélé une tendance commune vers plus de précocité de la floraison et du débourrement végétatif durant un passé récent (des années 50 aux années 2000). De façon surprenante, cette tendance a présenté de fortes similitudes entre les espèces, les variétés et les sites (avancées moyennes en jour d'un même ordre, soit 7 à 11 jours depuis la fin des années 80). La Figure 1 illustre cette tendance pour le pommier 'Golden Delicious' dans trois sites à climats différents.

L'analyse statistique appliquée globalement aux séries fruitières les plus longues (pommier, poirier) a conduit à décrire la tendance observée en distinguant deux sous-périodes sur la période d'étude: une première sous-période des années 50 à la fin des années 80 et une seconde sous-période depuis la fin des années 80. Si des variations annuelles d'ampleurs comparables ont été observées pour ces deux sous-périodes, les dates moyennes de floraison de chacune d'elles sont en effet apparues significativement différentes, la seconde sous-période étant caractérisée par une date moyenne plus précoce. Les changements phénologiques observés vers plus de précocité se seraient donc produits sous forme de «rupture» et non de façon progressive sur la période d'étude. Selon l'analyse statistique, la phase de rupture la plus probable se serait située entre 1988 et 1989.

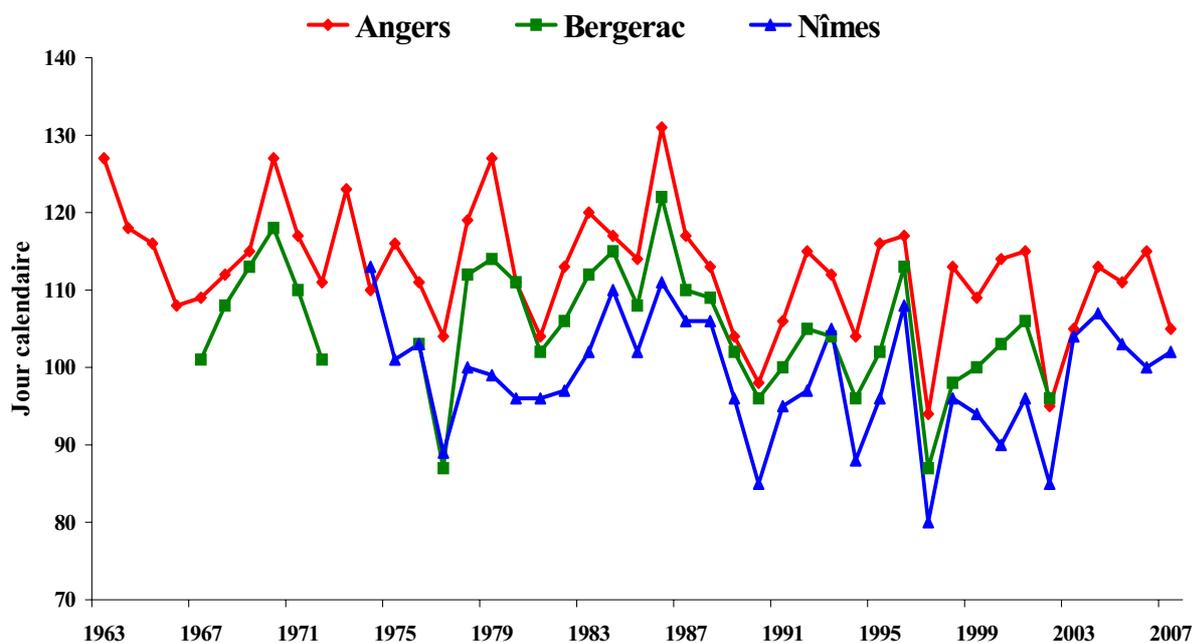


Figure 1 – Variation annuelle du début de floraison du pommier ‘Golden Delicious’ (stade F1) dans trois sites représentatifs de son aire de culture en France (source: INRA, Ctifl, Domaine de Castang).

2.2 Effets physiologiques à l’origine des avancées de floraison et de débournement

Sachant que le réchauffement global s’est également nettement accru depuis la fin des années 80 sur l’ensemble de la France, notamment depuis 1989 (Tableau I), les avancées de floraison et de débournement observées peuvent donc être considérées comme des conséquences (ainsi que des indicateurs) de cette récente évolution climatique.

Par ailleurs, la reconstitution par modélisation de séries chronologiques de dates de fin de levée de dormance des bourgeons floraux chez le pommier a fait apparaître un gradient de précocité décroissant du val de Loire à la basse vallée du Rhône (décalage moyen de 7 jours entre Angers et Bergerac et 4 jours de Bergerac à Nîmes sur la période 1976-2002). Ce résultat est apparu cohérent avec le fait que les températures automnales et hivernales (octobre à janvier) satisfont plus rapidement les besoins en froid pour lever la dormance à Angers qu’à Nîmes (Bergerac étant en situation intermédiaire). Sur cette base de cohérence des informations données par la modélisation, les dates estimées de levée de dormance ont été comparées sur les périodes 1976-1988 et 1989-2002. Cette comparaison a significativement révélé un retard moyen de levée de dormance d’environ 3 à 4 jours dans les trois sites. Cet allongement de la dormance traduirait une moindre rapidité à satisfaire les besoins physiologiques en froid depuis la fin des années 80. Malgré cet effet du réchauffement sur la dormance, l’avancée moyenne de floraison observée depuis la fin des années 80 (7 à 8 jours chez le pommier) s’expliquerait en définitive par une réduction prépondérante de la durée de la croissance florale s’étendant de la levée de dormance à la floraison. De l’ordre de 10 à 12 jours dans les trois sites, cette réduction serait due inversement à plus grande rapidité à satisfaire les besoins physiologiques en chaleur. Ce second effet aurait été prépondérant sous l’influence d’un réchauffement plus marqué en hiver (janvier à mars, correspondant à la phase de croissance) qu’à l’automne (octobre à décembre, correspondant à la levée de dormance) (voir Tableau I). Cette hypothèse de deux effets opposés du réchauffement depuis la fin des années 80 est schématisée sur la Figure 2 pour Golden Delicious.

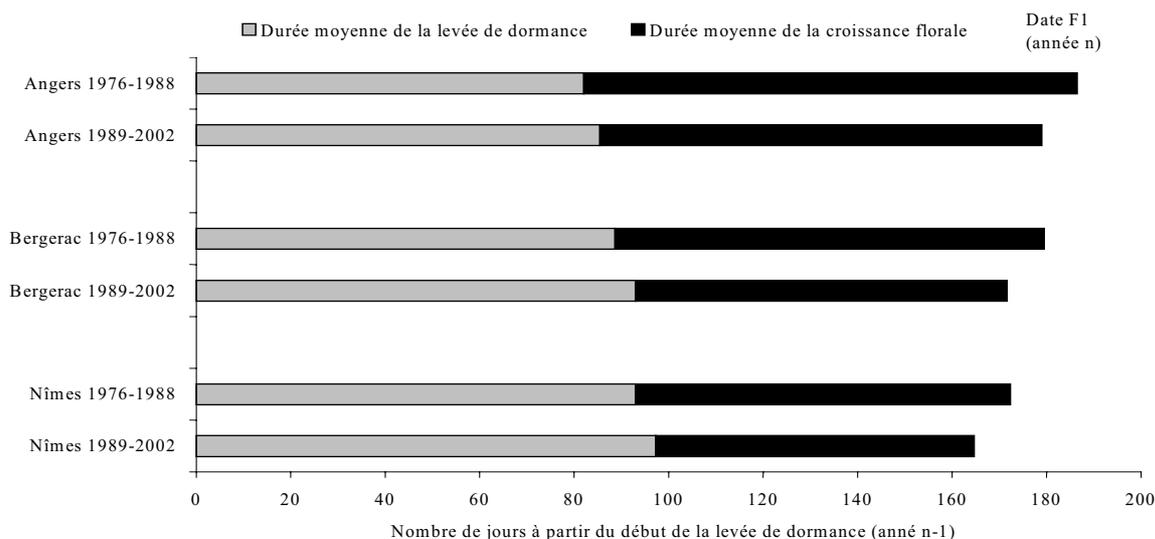


Figure 2 – Représentation des durées moyennes de levée de dormance et de croissance florale consécutive, pour des bourgeons floraux de Golden delicious, en fonction du site et de la période d'étude. Cette représentation a été établie sur la base d'un modèle sélectionné (Legave et al., 2007) en considérant une date constante de début de levée de dormance.

2.3 Conséquences agronomiques des impacts phénologiques avérés et suspectés

Les avancées moyennes de floraison et de débourrement demeurent actuellement d'ampleurs limitées, y compris pour des espèces comme le pommier pour lesquelles ces impacts sont considérés comme significatifs (voir précédemment). En outre, quelle que soit l'espèce, aucune relation significative n'a été démontrée entre cette avancée moyenne et une plus grande fréquence de dégâts par gel printanier. La fréquence du nombre de jours de gel présente d'ailleurs une tendance à la baisse le plus souvent significative depuis l'accentuation du réchauffement (selon Météo France; voir site de l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique, onerc.org).

Ainsi, les conséquences agronomiques les plus à redouter pourraient davantage provenir d'évolutions phénologiques, que nous qualifierons d'inhabituelles', observées depuis le début des années 2000, même s'il n'existe aucune statistique permettant de dire que la fréquence des telles évolutions aurait augmenté depuis la fin des années 80. Ces évolutions 'inhabituelles' résulteraient d'effets similaires à ceux évoqués pour expliquer les avancées moyennes de floraison (effets sur les besoins en froid et en chaleur, voir 2.2).

A titre d'exemple, on peut citer des observations de décalages excessifs de floraison entre variétés devant s'interpolliniser dans le Sud-Est de la France à la suite de l'automne 'doux' 2000 (Domergue et coll, 2004). La douceur inhabituelle de cet automne a conduit à satisfaire particulièrement lentement les besoins en froid. Ainsi, les différences variétales pour ces besoins se sont notablement exprimées entraînant des différences inhabituelles de durée de levée de dormance entre variétés et donc des décalages de floraison au printemps 2001, défavorables à la production par pollinisation croisée. Précisément, cette situation a été observée pour des variétés d'abricotier ayant fleuri trop tardivement par rapport à leurs pollinisateurs habituels, et présentant en outre une intensité de floraison réduite en raison d'un autre impact de l'automne doux 2000 (nécroses florales dues à d'autres effets de la température). Dans ces conditions, les producteurs ont dû intervenir par une pollinisation additionnelle (introduction de rameaux fleuris de variétés à floraison tardive).

Un autre cas d'évolution phénologique inhabituelle est un étalement excessif de la floraison chez des variétés relativement exigeantes en besoins en froid. Cela a été notamment observé pour des

variétés de cerisier dans le Sud-Est de la France à la suite de l'automne et de l'hiver 'doux' du cycle 2006-07, en comparaison d'un étalement nettement plus réduit à la suite d'un cycle automne-hiver 'froid' tel celui de 2005-06 (Tableau II). Dans ce cas, des conditions de douceur particulièrement prolongées ont induit des levées de dormance anormalement échelonnées entre les bourgeons d'une même variété conduisant à un étalement excessif de la floraison par un échelonnement de la satisfaction des besoins en chaleur. Les conséquences défavorables sur la production ont résulté à la fois d'une pollinisation insuffisante et d'un étalement excessif de la maturité de fruits.

Tableau II – Etalement (en jour) de la floraison de variétés de cerisier observées à Nîmes durant deux cycles à conditions de température contrastées en automne-hiver (2005-06, conditions 'froides'; 2006-07, conditions 'douces') (source : Ctifl Balandran)'

	2005-2006	2006-2007
Cultivar		
Earlise®	8	25
Primulat®	7	23
Coralise®	10	16
Bigalise®	8	13
Burlat	4	20

2.4 Prédications dans un futur lointain

Les simulations de la phénologie florale et végétative réalisées à l'INRA d'Avignon pour la vigne ont actuellement une visée limitée et exploratoire. Elles ne concernent en effet qu'une prédiction à long terme (la fin du siècle) compte tenu des modèles climatiques actuellement disponibles pour simuler les évolutions de température.

Sur la base d'un scénario de changement climatique prévoyant une augmentation relativement modérée de la température (2.6°C en moyenne), ces simulations prédisent une accentuation des avancées moyennes tant pour le débourrement végétatif que pour la floraison, dans des proportions sensiblement voisines suivant les vignobles et les cépages associés (Tableau III). En revanche, la levée de dormance serait sensiblement retardée (une dizaine de jours), ce qui revient à prédire l'existence de deux effets opposés du réchauffement global (satisfaction moins rapide des besoins en froid, et satisfaction plus rapide des besoins en chaleur mais de façon plus marquée pour expliquer les prédictions d'avancées de débourrement et de floraison).

L'interprétation des résultats de ces simulations apparaît donc identique à celle précédemment proposée pour expliquer l'avancée moyenne de floraison observée pour le pommier depuis la fin des années 80 (voir 2.2).

Tableau III – Différences en nombre de jours entre les dates moyennes de la période 1970-1999 (le passé) et la période 2070-2099 (le futur) pour trois stades phénologiques de la vigne et différents couples vignoble / cépage (d'après Garcia de Cortazar Aauri, 2006).

Stade	V. du Rhône Grenache	Languedoc Grenache	Bordelais Merlot	Cognac Ugni blanc	Bourgogne Pinot noir	Anjou Cabernet	Champagne Chardonnay
Fin de dormance	+11	+13	+12	+14	+12	+12	+14
Débourrement	-15	-10	-8	-12	-19	-17	-20
Floraison	-18	-19	-15	-18	-14	-12	-16

3 **CONCLUSION**

3.1 Réflexion globale

On peut raisonnablement considérer que des impacts du réchauffement global sur la phénologie se sont déjà manifestés chez les arbres fruitiers et la vigne sous forme d'une avancée moyenne de la floraison et du débourrement, même si des preuves de cette relation ne sont que d'ordre statistique. La conviction que l'on peut avoir à ce sujet s'appuie en grande partie sur un faisceau d'observations similaires tant en France que dans d'autres pays (avancées de stades phénologiques depuis la fin des années 80 pour de multiples espèces dans des régions diverses; Chmielewski *et al.*, 2004). Quoi qu'il en soit, ces avancées apparaissent actuellement relativement limitées et on peut s'interroger sur leurs réelles conséquences agronomiques à court et moyens termes.

Un risque accru de dégâts par le gel printanier semble limité (voir 2.3) en dépit d'une augmentation indirecte du risque biologique par avancée phénologique (Domergue et coll, 2004). Sans oublier que le risque de gel subsiste et peut localement avoir de graves conséquences économiques, soulignons encore que le risque climatique diminue significativement avec le réchauffement, ce qui en définitive ne permet pas de conclure à un risque accru de gel.

Il nous apparaît plus essentiel de focaliser l'attention sur les effets du réchauffement à l'origine des avancées phénologiques. L'hypothèse de deux effets opposés (moindre rapidité à satisfaire les besoins en froid et plus grande rapidité à satisfaire les besoins en chaleur) est sérieusement étayée par la modélisation. Elle est aussi cohérente avec l'analyse des variations annuelles d'époque de floraison et de débourrement sur des bases de tests biologiques de levée de dormance et de suivis de la croissance post-dormance (Legave, 2005). Par ailleurs, entre ces deux effets, une moindre rapidité à satisfaire les besoins en froid est sans aucun doute l'effet que l'on doit redouter dans l'avenir, si l'évolution climatique accroît son importance. En effet, trois considérations conduisent à cette perspective :

- des deux effets, il est celui qui est défavorisé par le réchauffement
- la levée de dormance chez les espèces à feuilles caduques est une phase indispensable à une évolution phénologique normale, et de fait, dans les conditions naturelles, son bon déroulement est assuré par des basses températures
- les différences génétiques de besoins thermiques au sein d'une espèce et entre espèces sont essentiellement des différences de besoins en froid, du moins dans le cadre de la variabilité génétique utilisée sous nos climats tempérés. Ceci explique largement les différences de précocité et d'adaptation entre les variétés et espèces.

Ainsi, les évolutions phénologiques 'inhabituelles' précédemment évoquées (voir 2.3) peuvent être considérées comme de premiers exemples où l'effet du réchauffement sur la levée de dormance se serait traduit par de réelles conséquences agronomiques négatives.

Dans l'avenir, la fréquence de tels événements sera fonction de l'accentuation du réchauffement et de la façon dont elle s'exprimera suivant les saisons. Une accentuation marquée en automne et début d'hiver entraînerait très probablement une plus grande fréquence des irrégularités phénologiques comme les décalages et étalement excessifs de la floraison et du débourrement. Dans les régions du monde dites à automnes et hivers 'doux', ces irrégularités sont chroniques et qualifiées de 'désordres physiologiques' pour des variétés cultivées dans nos régions tempérées.

Dans cette perspective, se pose donc la question du terme à partir duquel une telle situation serait effective en France. A ce stade de la réflexion, il faut souligner les principales difficultés pour répondre à cette question:

- en premier lieu, une grande incertitude sur l'évolution climatique (divers scénarios de l'IPCC, complexité à établir des modèles climatiques pour traduire les scénarios en évolutions climatiques)
- une forte insuffisance de caractérisation fine des paramètres génétiques à introduire dans les modèles phénologiques (multiples paramètres par génotype à établir sur la base de données observées, en nombre souvent insuffisant, voire inexistantes)

3.2 Les recherches en cours, les solutions durables

Ce vaste sujet ne peut progresser que par de multiples recherches et travaux engageant diverses disciplines (climatologie, phénologie, écophysiologie, modélisation, statistiques, génétique, agronomie) et de nombreuses collaborations dépassant le cadre national.

Plus particulièrement, l'INRA est engagé dans les actions suivantes:

- enrichir et valoriser la base de données "PhénoClim" (réseau de vergers et vignes observatoires, caractérisation variétale à long terme; collaboration avec le Ctifl, collaborations internationales)
- améliorer la modélisation (paramètres génétiques notamment) afin de pouvoir établir des simulations à l'échelle des régions de production pour des gammes variétales

Le domaine à explorer est encore plus vaste si l'on considère tous les autres aspects du développement soumis à l'influence de la température (calibre, maturation, qualité, coloration des fruits; maladies et ravageurs, ...).

A long terme, la voie génétique par sélection de variétés adaptées constitue la solution la plus durable. La vulnérabilité face au changement climatique apparaît très différente selon les espèces et variétés (faible pour le pêcher à très forte pour le cerisier, ...). Les choix régionaux devront sans doute être revus (espèces, gammes variétales), ce qui peut aussi offrir de nouvelles opportunités commerciales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHMIELEWSKI F.M., MÜLLER A. and BRUNS E., 2004. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121, 69-78.

DOMERGUE M., SEGUIN B., BACULAT B., LEGAVE J.M., et BRISSON N. 2003. Suivre l'impact du climat sur les arbres fruitiers et la vigne : la base de données PhénoClim. *INRA Mensuel*, 116, 11-16.

DOMERGUE M., LEGAVE J.M., CALLEJA M., MOUTIER N., BRISSON N. et SEGUIN B., 2004. Réchauffement climatique et conséquences sur la floraison. *l'Arboriculture Fruitière*, 578, 27-33.

GARCIA de CORTAZAR ATAURI I., 2006. Adaptation du modèle STICS à la vigne. Utilisation dans le cadre d'une étude du changement climatique à l'échelle de la France. Thèse Montpellier SupArgo, 347p.

KAI K., KAINURMA M., MURAKOSHI N. and OMASA K., 1993. Potential effects on the phenological observation of plants by global warming in Japan. *Journal of Agricultural Meteorology*, 48, 771-774.

LEGAVE J.M., 2005. Suivre et analyser l'évolution de l'époque de floraison des arbres fruitiers dans le contexte du réchauffement climatique. *INRA Mensuel*, 125, 5-7.

LEGAVE J.M., FARRERA I., ALMERAS T. and CALLEJA M., 2007. Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact on this trait. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* (in press).

APPROCHE DES EFFETS DE APPROCHE DES EFFETS DE LA NUTRITION DE LA PLANTE SUR LES INSECTES QUI S'EN NOURRISSENT ?

Gilles LIBOUREL

GRAB – Groupe de Recherche en Agriculture Biologique -

Site Agroparc – BP 1222 – 84911 AVIGNON CEDEX 9

Tél. : 04.90.84.01.70 – Fax : 04.90.84.00.37 Mail : gilles.libourel@grab.fr

RESUME

L'alimentation de l'arbre est souvent reconnue comme influant sur la sensibilité parasitaire mais cela est difficile à vérifier sur le terrain, car il est difficile de connaître d'une part, ce qui est mis à disposition du végétal par le sol et d'autre part, ce qui est réellement absorbé par la plante. Par ailleurs, les variations macro climatiques viennent également perturber les interprétations des phénomènes constatés.

Nous avons donc mis en place un dispositif simple permettant de vérifier si des pommiers sur un même lieu, plantés dans deux sols différents et dont l'entretien du sol est effectué selon deux modalités, amènent des comportements différenciés des pucerons.

Au terme des trois années d'observations, des différences (statistiquement significatives au seuil de 5%) apparaissent pour 3 dates entre les deux sols (2 fois dans un sens, 1 fois dans l'autre), et pour 7 dates entre les modes d'entretien du sol (le sol nu ayant systématiquement plus de pucerons que le sol enherbé avec du trèfle blanc).

INTRO

Tout le monde connaît l'adage selon lequel « les pucerons pullulent plus sur les plantes plus vigoureuses ». Cela sous entend une autre évidence souvent admise par de nombreux praticiens des végétaux, qui est qu'il y a une relation, presque de cause à effet, entre l'alimentation du végétal et sa sensibilité, notamment aux insectes piqueurs suceurs.

L'Agriculture Biologique est le dernier bastion où l'on essaye de tenir compte de cette donnée, tout simplement parce que les autres solutions ne sont pas suffisantes.

Mais malheureusement, bien peu de travaux viennent nous indiquer comment faire pour réduire cette sensibilité et nous en expliquer les mécanismes.

En commençant par quelques exemples bibliographiques, puis en développant les résultats d'une expérimentation menée au Grab de 2002 à 2004, nous essayerons de donner quelques pistes d'action sur cette problématique.

4 QUELQUES EXEMPLES BIBLIOGRAPHIQUES

4.1 Sur aubergines hors sol

Le passage de la solution nutritive de 10 à 16 meq de nitrate par L a eu comme conséquence une augmentation de la descendance du puceron *Macrosiphum euphorbiae* de 13% en 1ère génération, de 0% en 2ème génération et de 159% en 3ème génération.

4.2 Sur choux en pots

...Les chenilles de la piéride du chou qui se sont nourries sur des feuilles à basse concentration en azote, passent plus de temps par jour à se nourrir, et ont un développement plus lent. En

conséquence les prédateurs et parasites les trouvent plus facilement et sont donc plus efficaces. De plus le nombre de génération de piéride est inférieur.

4.3 Sur concombres et tomates

Diminution des dégâts de coléoptères par utilisation de vermicompost comparé à des fertilisations minérales.

5 L'ESSAI DU GRAB

5.1 Présentation

Lieu : parcelle GRAB Avignon

Matériel végétal : Smothee/9 EMLA : 48 arbres au total

Dispositif expérimental : arbres sous tunnel recouvert d'un filet et plantés en conteneurs

2 facteurs étudiés :

- nature du sol :
 - limon argileux calcaire
 - sable argilo - limoneux caillouteux légèrement acide
- entretien du sol :
 - sol nu
 - sol enherbé avec trèfle blanc

Fertilisation (tourteau de ricin) et irrigation (goutte à goutte et aspersion) identiques

5.2 Observations en 1^{ère} feuille

- niveau de présence d'*Aphis pomi* :
 - le 11 juin – pas de différences statistiques
 - le 26 juillet – pas de différence statistiques
 - le 3 octobre – il apparaît que les arbres en sol nu ont plus d'*Aphis pomi* que les arbres avec du trèfle (1,67 pousses occupées par arbre contre 0,33 en moyenne)

5.3 Observations en 2^{ème} feuille

8 comptages *Aphis pomi* ; 4 comptages puceron cendré infestation naturelle, 6 comptages puceron cendré suite à inoculation

- Pour *Aphis pomi*, le comptage du 11 mars fait apparaître un nombre moyen de pucerons par arbre très supérieur en sol nu par rapport au sol enherbé, 11,7 contre 0,7
- Pour *Dysaphis plantaginea*, le comptage du 24 avril fait apparaître en moyenne moins d'individus par arbre sur le sol limoneux par rapport au sol argilo-sableux (0,04 contre 0,25). Il s'agit là de l'infestation naturelle.
- Toujours pour *Dysaphis*, mais en inoculation artificielle, de nombreuses différences apparaissent avec une évolution des populations très différente selon le mode d'entretien du sol. Les chiffres ci-dessous sont des indices illustrant le nombre de pucerons

Tableau 1 – Indice du nombre moyen de puceron par arbre à différentes dates

	26/05	28/05	02/06	05/06
Enherbé	12,38	10,12	6,14	1,77
Nu	31,82	31,20	57,94	64,82

5.4 Résultats de la 3^{ème} feuille

6 comptages puceron cendré sur les foyers primaires, inoculation le 23 avril pour homogénéiser le dispositif, puis 12 comptages puceron cendré sur 1 foyer choisi par arbre.

5.4.1 Résultats sur foyers primaires

Le nombre moyen de foyers primaires du 20 avril est significativement supérieur pour les arbres en sol nu, 3,2 contre 1,5 pour les arbres en sol enherbé.

Il est important de noter que lors de la défoliation manuelle totale de l'essai le 20 novembre précédent, les arbres enherbés avaient des feuilles beaucoup plus nombreuses et plus vertes que ceux en sol nu.

5.4.2 Evolution de foyers choisis

Pour chaque date de comptage (12 au total), seules 2 dates apparaissent significativement différentes au seuil de 5%. Ce sont les dates du 19 et du 21 mai avec respectivement 190 et 199 pucerons en moyenne par foyer sur les arbres en sol limoneux calcaire contre 91 et 93 pour ceux en sol argilo-sableux.

Par contre si on observe le coefficient multiplicateur du nombre de pucerons entre le 26 avril et le 21 mai on s'aperçoit que l'entretien du sol est au moins aussi influent que la nature du sol.

Tableau 2 – Coefficient multiplicateur du nombre moyen de pucerons par foyer entre le 26/04 et le 21/05

Sol limoneux 3,9		Sol Nu 4,2
Sol argilo-sableux 2,7		Sol enherbé 2,6

5.5 Analyses de feuilles

2 analyses ont été réalisées : la 1^{ère} en fin de 1^{ère} feuille pour tenter de corréliser aux populations de *Dysaphis* au printemps suivant. La 2^{ème} au printemps de la 2^{ème} feuille pour tenter de corréliser à l'évolution des populations. Aucune relation n'a pu être établie. L'azote n'est jamais ressorti différent sur aucune modalité.

6 LIMITES DE L'ESSAI

- Forts effets micro climatiques, malgré la faible étendue du dispositif.
- Aucune différenciation dans la fertilisation et l'irrigation.
- Culture en pot éloignée des conditions pratiques
- Brièveté de l'essai

Mais 1^{er} essai connu de ce type sur arbres fruitiers.

CONCLUSION

Notre essai a permis de confirmer, dans une même situation climatique, que la nature du sol et la façon dont il est entretenu ont une influence sur les populations de pucerons *Aphis pomi* et *Dysaphis plantaginea*.

Les 2 facteurs observés (nature du sol et entretien du sol) modifient la nutrition de l'arbre et donc probablement certains mécanismes physiologiques qui pourraient expliquer les différences de comportement des pucerons.

Au niveau des enseignements pratiques, nous retiendrons l'effet important de l'entretien du sol, qui se révèle aussi important (voire plus) que la nature initiale du sol.

Et nous soulignerons l'intérêt de l'enherbement comme mode d'entretien, car il a permis à la fois un développement plus important des arbres et une moindre sensibilité aux pucerons.

MARAICHAGE

OPTIMISATION DU TRAVAIL DU SOL EN MARAICHAGE BIOLOGIQUE : INTERET DES PLANCHES PERMANENTES

Védie H.¹², Berry D.¹³, Leclerc B.¹⁴, Grébert D.¹⁵, Lhôte J.M.¹⁶
Helene.vedie@grab.fr

RESUME

La pratique des planches permanentes a été évaluée en France sur 4 parcelles cultivées en maraîchage biologique dans différentes conditions pédo-climatiques. Après 3 à 7 ans de pratique, les résultats sont assez contrastés selon le type de sol (plus ou moins sensible à la compaction), le matériel utilisé, le type de légume (planté ou semé, racine ou non) et la pression des adventices. La suppression du labour sur cet itinéraire a permis d'augmenter l'activité biologique et de diminuer jusqu'à 30% les temps de travaux.

INTRODUCTION

De 2005 à 2007, un programme sur l'optimisation travail du sol en agriculture biologique a été mis en place par 15 partenaires avec la coordination de l'ITAB. Il a été conduit en Grandes cultures et en Maraîchage, un comité de pilotage commun permettant une évaluation large et un enrichissement des diverses approches étudiées.

En maraîchage, le programme a été bâti sur l'idée initiale des TSL (Techniques Culturelles Sans Labour) et des travaux de Wenz et Mussler (culture sur planches avec passages de roues fixes non travaillés et utilisation préférentielle d'outils à dents). Le retournement et le déplacement latéral du sol par le labour étant la pratique de référence.

L'objectif de ce travail est de proposer des réponses aux questions suivantes : Peut-on supprimer le labour en maraîchage biologique ? Quelle sont les conditions de réussite du travail du sol en planches permanentes ? Quelles sont les conséquences sur la structure du sol et les résultats culturaux ? Qu'en est-il de la maîtrise des adventices et de la fertilité des sols ?

1 MATERIEL ET METHODES

Les dispositifs mis en place en maraîchage sont réalisés dans différentes régions de France (Provence-Alpes-Côte d'Azur avec le GRAB, Nord-Pas-de-Calais avec le PLRN, Poitou-Charentes avec l'ACPEL, Rhône-Alpes avec la SERAIL) afin de comparer plusieurs itinéraires techniques. Les essais sont réalisés sur des sites expérimentaux et chez des producteurs maraîchers, le but étant de comparer et d'intégrer une grande diversité d'itinéraires techniques dans des conditions pédo-climatiques et de cultures différentes (tableau 1). Sur chaque site, on compare un itinéraire de travail du sol en "planches permanentes" à 1 (ou 2) itinéraire "classique" :

- Itinéraire "planches permanentes" (PP) :

- passages de roues identiques à chaque intervention depuis le début de l'expérimentation.
- planche de culture (largeur 1,2 m à 1,5 m selon les sites) indemne de tout tassement lié aux passages d'outils.

Les outils non rotatifs, principalement à dents, sont utilisés préférentiellement sur cet itinéraire. L'actisol est l'outil de référence mais certains outils spécifiques ont été mis au point pour le travail sur les planches : "cultibutte" et "vibroplanche" sur le site A, "Matériel de Techniques Culturelles Simplifiées" sur le site D. La notion de « planches permanentes » diffère de celle de « buttes » par

¹² Groupe de Recherche en Agriculture Biologique GRAB, Site Agroparc, BP 1222, 84 911 Avignon cedex 9, France, E-Mail helene.vedie@grab.fr

¹³ SERAIL, 123 Chemin du Finday, 69126 BRINDAS, France, E-mail berry.serail@wanadoo.fr

¹⁴ ITAB, 149 rue de Bercy, 75 595 Paris cedex 12, France, E-mail blaise.leclerc@itab.asso.fr

¹⁵ PLRN, Route d'Estaires - F 62840 LORGIES, E-mail d.grebert@wanadoo.fr

¹⁶ ACPEL, Le Petit Chadignac, 17 100 SAINTES, E-mail acpel@wanadoo.fr

le fait que les passages de roues sont conservés d'une année sur l'autre, d'où la permanence des planches aux mêmes endroits.

- **Itinéraire "classique" (C) :**

- passages de roues aléatoires ;
- Le labour est la référence sur 3 sites (A, B et C) avec outils animés (rotobèche + cultivateur ou herse rotative). La herse rotative est la référence sur le site D.

Les mesures et observations, harmonisées sur les 4 sites, ont concerné : l'évolution de la fertilité physique (profils structuraux), chimique (analyses matière organique (MO), azote, phosphore, potasse, magnésium) et biologique (biomasse et activité microbienne, activité lombricienne), les résultats culturaux (rendement et qualité), la pression des adventices et les temps de travaux. Les principaux résultats sont présentés ici ; un document plus complet sera disponible à l'automne sur le site de l'ITAB (www.itab.asso.fr).

Tableau 1 : Présentation des 4 sites d'essais en maraîchage

(C* = Classique (itinéraire de référence) - PP* = Planches Permanentes)

	Rhône-Alpes	Nord	Charente	Provence
Site	A (producteur)	B (Station)	C (producteur)	D (station)
station	SERAIL	PLRN	ACPEL	GRAB
Essai depuis :	2001	2003	2005	2005
Type de sol	Limono-argilo-sableux, hydromorphe développé sur morènes	Limono-argilo-sableux, drainé	Limono-argilo-sableux	Limono-argileux développé dans des alluvions
Modalités	C* : labour +rotobèche + cultivateur PP* : cultibutte + vibroplanche	C 1 : labour + herse rotative C 2 : rotobèche + cultivateur PP : actisol + outils à dents	C : labour + herse rotative PP : actisol + outil à dents	C : herse rotative PP : actisol + "MTCS"
Nb répétitions	2	3	2	2
Successions culturales	2001 : poireau + engrais vert 2002 : laitue automne 2003 : carotte + engrais vert 2004 : chou automne 2005 : engrais vert + épinard 2006 : poireau	2003 : navet 2004 : carotte 2005 : pois + engrais vert 2006 : oignon 2007 : navet	2005 : carotte 2006 : poireau 2007 : pomme de terre	2005 : courge 2006 : melon + engrais v. 2007 : oignon et radis japonais

7 RESULTATS

7.1 Evolution de la fertilité physique

Cette évaluation repose essentiellement sur l'observation de profils culturaux (structure du sol et enracinement) à différentes dates sur chaque essai. Les profils réalisés montrent des résultats assez contrastés :

- **Sur le site B** (Nord), où les conditions pédo-climatiques sont assez difficiles, la structure est dégradée quel que soit l'itinéraire. Le profil est légèrement plus favorable sous l'itinéraire **C2** : "rotobèche". La situation est très proche **sur le site C** en Charente.
- **Sur le site A** (Rhône-Alpes), la structure de sol apparaît très satisfaisante en 2006 quel que soit l'itinéraire avec l'évolution suivante :
 - des compactations latérales, nettes sur les planches permanentes en 2004, ont disparu en 2006. Cette amélioration est liée à la pratique systématique des engrais verts en inter-culture et à la suppression du décompactage profond sur cet itinéraire.
 - Le profil apparaît plus favorable sur les planches permanentes en 2006, avec notamment des signes d'activité biologique et un enracinement de la culture plus importants.

- **Sur le site D** (Provence)

On assiste à une compaction importante de l'horizon cultivé sur la modalité PP dès 2006. La culture en butte sur cet itinéraire, associée à l'irrigation au goutte à goutte, a provoqué une prise en masse sur les 30 premiers centimètres de ce sol particulièrement sensible à ce phénomène (alluvions limoneuses). A partir de fin 2006, on a supprimé les buttes pour revenir en culture à plat, tout en conservant les passages de roues, mais le profil révèle la présence de mottes Δ et $\Delta 0$ (mottes compactées), qui témoignent des compactations antérieures.

L'évolution de la structure de sol sur les différents sites d'essais illustre parfaitement la diversité des situations en fonction des conditions pédo-climatiques et des rotations culturales. La maîtrise de l'itinéraire de travail du sol s'avère assez complexe sur les planches permanentes, notamment à cause de l'adaptation des outils disponibles à ce travail particulier. Contrairement aux grandes cultures, il y a peu d'outils types utilisables, et la maîtrise de l'itinéraire de travail du sol passe par différentes étapes de mise au point des outils et d'acquisition de savoir-faire. C'est sans doute une des raisons pour lesquelles l'antériorité de l'essai (6 ans) détermine nettement la réussite sur le site A.

Sur l'ensemble des sites, les planches permanentes assurent une meilleure reprise des sols au printemps.

7.2 Evolution de la fertilité chimique et biologique

- Le suivi réalisé sur les principaux **éléments fertilisants phosphore, potasse, magnésie**, ne montre aucune différence entre les modalités de travail du sol sur les 4 sites expérimentaux.
- La pratique des planches permanentes influe peu sur la **matière organique**, avec une légère augmentation du **C organique labile**. Elle favorise par contre le compartiment microbien et son activité mesurée par les minéralisations potentielles du carbone (C) et de l'azote (N), mettant en lumière une qualité ou une protection différente de la matière organique (tableau 2). Sur le site D, les différents indicateurs sont moins favorables sur l'itinéraire planches permanentes, en lien avec une structure nettement plus dégradée que dans la modalité classique.
- **Malgré des différences de structure de sol entre les modalités de travail du sol, on n'a observé aucune différence sur l'activité de la macro-faune (nombre d'orifices de galeries au niveau du plancher de travail du sol). On note cependant une structure d'origine biologique plus importante dans les profils culturaux les plus favorables (moins de tassements). La suppression du labour ne se traduit donc pas systématiquement par une augmentation de l'activité des macro-organismes après 3 à 6 ans malgré l'utilisation d'outils moins agressifs sur l'itinéraire planches permanentes**

Tableau 2 : Evolution de la Matière Organique, de la biomasse microbienne et des activités minéralisatrices : (C = Classique ; PP = Planches Permanentes)

Site (et profondeur)	A (0-25 cm)		B (0-25 cm)		C (0-12 cm)		D (0-25 cm)	
	C	P	C	P	C	P	C	PP
Carbone organique total (en g/kg)	3,6	5,3	5	4,8	7,1	8,6	5,1	14,
Carbone organique labile ¹ (en % du Carbone total)	8,1	0,2	1	3	4,4	1,1	4	22
Biomasse microbienne (en mg de Carbone/kg)	62 (b)	06 (a)	42 (b)	54 (a)	52	10	85	209
Minéralisation du Carbone (en mg/kg en 28 jours)	40 (b)	97 (a)	88	69	03	81	98	360
Minéralisation de l'azote (en mg/kg en 28 jours)	1,1	2,2	0,2 (b)	9 (a)	2,1	0,7	2,4 (a)	32,

¹ C organique labile : diamètre > 50 µm - a,b : différence significative (P<0,05, test de Newman-Keuls)

7.3 Résultats culturaux

- Globalement, le travail du sol en planches permanentes a donné des **résultats culturaux quantitatifs** équivalents aux parcelles labourées pour 3 sites sur 4 (tableau 3). Le rendement est inférieur sur le seul site D, où la structure du sol dégradée a eu des conséquences néfastes pour les cultures (enracinement et rendement inférieurs).
- **D'un point de vue qualitatif**, dans les planches permanentes, on note une plus grande hétérogénéité de levée dans le cas de cultures semées liée à la difficulté de préparer finement le sol avec des outils non rotatifs. Si la qualité des produits est équivalente pour la majorité des légumes, elle est inférieure pour les légumes racines qui sont davantage déformés, conséquence de la plus grande compaction de sol (3 sites/4, observations sur carottes et radis japonais, voir tableau 3).
- Au niveau de la **gestion des adventices**, la modification de travail du sol a eu pour conséquence :
 - Un salissement plus important des parcelles en planches permanentes, qui nécessite, pour 3 sites sur 4, un plus grand nombre d'interventions de désherbage. L'enherbement est particulièrement difficile à maîtriser sur les passages de roues, qui ne sont quasiment pas travaillés (griffonnage superficiel). Mais le temps de désherbage est quasiment le même que dans le travail classique.
 - Une différenciation des espèces sur le site B (Nord), avec un fort développement des vivaces (laiteron) qui nécessite un travail de désherbage plus fastidieux, avec des conséquences sur le développement de certaines cultures comme le pois.

Les résultats montrent que la suppression du labour se traduit inévitablement par une augmentation de l'enherbement qui n'a cependant pas de conséquences sur le développement de la culture. Il faudra cependant trouver des solutions (adaptation de matériel) pour gérer les adventices au niveau des passages de roues.

Tableau 3 : Synthèse des effets des itinéraires de travail du sol sur les résultats culturaux

(C = Classique ; PP = Planches Permanentes)

Mesures	Site A Rhône Alpes	Site B Nord	Site C Charente	Site D Provence
Développement des cultures	Pas de différence	Problème de levée sur carottes	Problème de levée sur carottes sur PP	Reprise plus hétérogène sur PP. En 2007, moins bon enracinement des oignons sur PP
Rendement	-1 ^{ère} année (poireau) : rendement inférieur sur les planches permanentes - années suivantes : sur PP, rendement > ou = à modalité C.	Inférieur en 2004 (carottes) et 2005 (pois) sur PP à cause d'une moins bonne levée et/ou d'un enherbement plus important	Rendements équivalents	Identiques en 2005 et 2006. Inférieurs en 2007 sur PP pour oignons et radis japonais à cause d'une structure de sol dégradée
Qualité des récoltes	Au moins équivalente sur PP	Pas de différence, sauf sur carottes	Pas de différence sauf sur carotte (racines + petites sur PP)	Pas de différences sauf sur radis japonais : +30% déformations sur PP
Sensibilité maladies/ravageurs	Pas de différences entre les modalités			

7.4 Résultats sur les temps de travaux

Sur les planches permanentes, les itinéraires de travail du sol privilégient les outils non animés par la prise de force du tracteur : ils permettent donc des vitesses d'avancement plus élevées, réduisant ainsi le temps passé aux opérations de préparation de sol. Le nombre d'interventions peut être plus élevé, mais globalement, on note un gain de temps. On observe également de meilleures conditions de reprise de sol sur les planches permanentes, ce qui limite le nombre de passages pour la préparation.

Sur le site A, le plus "ancien" dans le dispositif, le gain de temps est de 30% en moyenne sur 6 ans (tableau 4). Le maraîcher de ce site a d'ailleurs passé la totalité de son exploitation de 8 ha en planches permanentes. Outre le gain de temps, et d'énergie, il voit dans cette méthode de travail de nombreux intérêts en terme d'organisation du travail. Les conditions de travail du sol sont aussi meilleures avec cette technique car le sol se ressuyant mieux, les périodes de praticabilité du terrain sont plus étalées.

Tableau 4 : Synthèse des résultats des temps de travaux (C = Classique ; PP = Planches Permanentes)

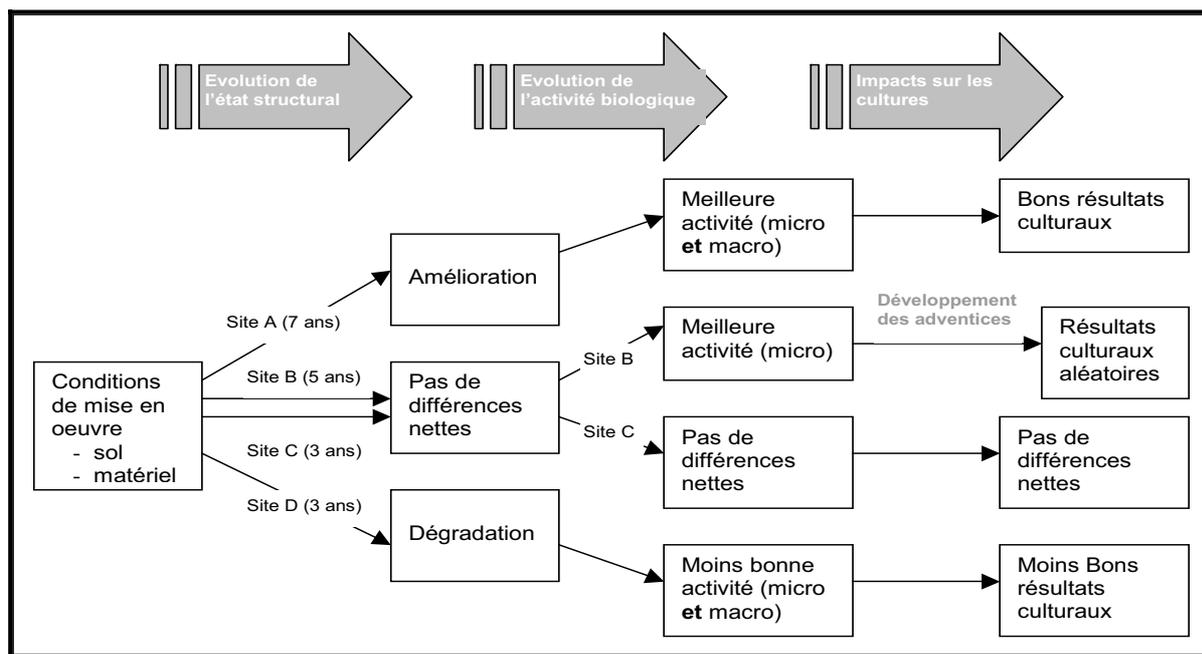
Mesures	Site A Rhône Alpes	Site B Nord	Site C Charente	Site D Provence
Temps de travaux	Gain de temps de 30% sur PP en moyenne sur 6 ans	Gain de temps de 20% sur PP en moyenne pour les opérations de préparation de sol	Equivalents entre modalités	Equivalents entre modalités
Observations		gain compensé par le temps passé au désherbage	Beaucoup de temps passé à l'adaptation du matériel sur PP	Pas de labour sur C Beaucoup de cultures paillées

8 DISCUSSION

Les conséquences de la modification de l'itinéraire du travail du sol selon les conditions pédo-climatiques et de culture observées dans notre étude sont résumées dans la figure 1 :

- **L'antériorité** de la mise en oeuvre des planches permanentes a une influence forte sur les résultats : on obtient des résultats mitigés ou négatifs sur les sites de 3 ans, alors que tous les indicateurs (évolution des propriétés physiques et biologiques du sol, résultats culturaux, économie de temps) évoluent favorablement sur le site de 7 ans. Il faut donc plusieurs années de « calage » avant d'obtenir des résultats satisfaisants : adaptation de l'itinéraire technique, utilisation de matériels de travail du sol adéquats (peu de matériels adaptés à cette pratique sont disponibles en maraîchage).
- **La nature du sol** est un facteur primordial : dans les sols dont la stabilité structurale est faible, comme sur le site D avec 66 % de limons, les interventions « profondes », jusqu'à 25 cm, sont indispensables sur les planches permanentes pour compenser les phénomènes d'auto-tassement.
- **La pression des adventices**, et notamment des vivaces, peut être un frein sérieux à la suppression du labour
- Enfin, une attention particulière doit être apportée à la **préparation du lit de semences** pour les légumes semés, dont l'affinement est difficile sans outil rotatif.

Figure 1 : Impacts de la pratique des planches permanentes sur la fertilité des sols et sur les résultats culturaux en fonction des conditions et de la durée de mise en oeuvre



CONCLUSION

La suppression du labour en maraîchage biologique apparaît tout à fait envisageable. Les résultats obtenus sur les sites B dans le Nord sur l'itinéraire "rotobêche" et sur le site A en Provence, où l'itinéraire "classique" ne voit l'utilisation que de l'actisol et de la herse rotative, l'illustrent parfaitement.

Le travail en cours sur l'évolution des pratiques de travail du sol en maraîchage biologique montre que la mise en œuvre de la technique des planches permanentes présente :

- **Des intérêts** : réchauffement, ressuyage, temps de travail, usure moindre du matériel, gestion des parcelles ...
- **Des difficultés** : matériel spécifique nécessaire, gestion des adventices plus difficile, incorporation malaisée des matières organiques fraîches, adaptation aux conditions pédoclimatiques, ...

Le travail du sol a un impact majeur sur le système de production en agriculture biologique. En modifier les pratiques influence l'ensemble de l'itinéraire technique cultural, jusqu'à la gestion globale des sols de l'exploitation. La mise en œuvre du changement de pratique doit chercher à répondre à un ou plusieurs objectifs définis (améliorer la structure, faciliter la reprise au printemps, réduire les temps de travaux, ...). Elle doit être progressive et continue pour faire face aux difficultés qui apparaissent.

Les travaux doivent se poursuivre pour étayer les résultats sur les potentialités agronomiques, économiques et écologiques de telles pratiques de travail du sol dans différents contextes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Berry D., Taulet A., 2006 : Les atouts des planches permanentes, Biofil n°44, janv.fév.2006
- Chaussod R., Houot S., Guiraud G., Hetier JM., 1988 : Size and turnover of the microbial biomass in agricultural soils : laboratory and field measurements. In D.S Jenkinson and K.A. Smith (ed.), Nitrogen efficiency in agricultural soils. Elsevier. p. 323-338
- Deveyer L. & al (2001) : Travail du sol en maraîchage biologique : méthode classique / Méthode Wenz-Mussler, ISARA / SERAIL, 28p.
- Roger-Estrade J., Richard G., Caneill J., Boizard H., Coquet Y., Défossez P., Manichon H., 2004. Morphological characterisation of soil structure in tilled fields : from a diagnosis method to the modelling of structural changes over time. Soil and Tillage Research. 79(1) : 33-49

BANDES FLEURIES EN CULTURES LEGUMIERES

Dominique BERRY

SERAIL – CDA69 – 123 Chemin du Finday
69126 BRINDAS – tel : 04.78.87.97.90 – Fax : 04.78.87.90.56

RESUME

L'implantation de bandes fleuries à proximité des cultures a pour objectif de créer un environnement favorable à l'attraction, au développement et au maintien de la faune auxiliaire afin de participer à la lutte biologique. Différentes expérimentations en cours dans le contexte des cultures légumières étudient le choix des espèces, l'impact sur la densité et diversité des arthropodes dans le milieu, les difficultés de mise en œuvre et les intérêts et limites de ces pratiques dans la réduction des dégâts de ravageurs des cultures. Les éléments techniques présentés sont tirés de travaux de différentes origines (FIBL en Suisse, FREDON Nord Pas de Calais, FREDON Centre, SERAIL – FREDON Rhône-Alpes).

INTRODUCTION

La pratique des bandes fleuries est une méthode de lutte biologique "indirecte" ; on parle aussi de lutte biologique par conservation. Elle vise à diversifier la flore pour augmenter la diversité de la faune et en particulier celle des auxiliaires parasites et prédateurs. Elle cherche à favoriser la diversité fonctionnelle.

Afin de recréer un milieu diversifié, il est possible d'intervenir à 2 niveaux :

- Améliorer la biodiversité à l'échelle du paysage (bosquets, haies, prairies permanentes)
- Améliorer la biodiversité à l'échelle de la parcelle (bandes fleuries)

1 OBJECTIF DE LA PRATIQUE DES BANDES FLEURIES

Les observations faites, entre autres, par Pfiffner et Luka au FIBL en Suisse montrent que les milieux non cultivés hébergent une faune plus riche et plus diversifiée que les parcelles en culture (figure 1).

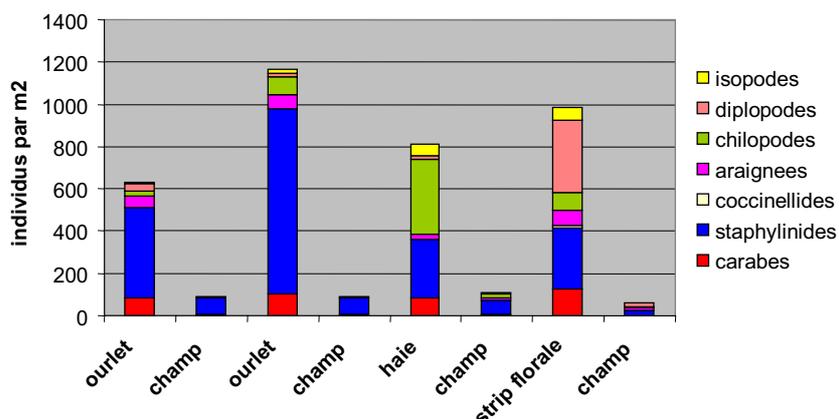


Figure 1 : la plupart des arthropodes passe l'hiver dans des habitats semi-naturels : des densités sensiblement supérieures d'arthropodes (la plupart auxiliaires) ont été trouvées dans différentes bordures de champs, comparativement à la culture adjacente (Pfiffner et Luka, 2000). Ourlet : bordure du champ

2 CHOIX DES ESPECES VEGETALES POUR CONSTITUER LA BANDE FLEURIE

Le choix des espèces végétales composant la bande fleurie peut se faire selon 2 stratégies :

- Soit une implantation annuelle ciblée pour favoriser un réseau trophique afin d'atteindre une cible spécifique (1 culture ou 1 ravageur en particulier). On fait alors appel à la notion de plante relais, le nombre d'espèces sera limité et la zone d'influence sera celle de la parcelle.
- Soit une implantation pluriannuelle généraliste pour favoriser l'ensemble des relations plantes herbacées / insectes, afin d'attirer des auxiliaires et de lutter contre des ravageurs multiples. Le mélange sera alors plus ou moins complexe, avec des annuelles, des bisannuelles et des vivaces. L'aménagement sera maintenu pendant plusieurs années (3 - 4 ans au moins) et assurera un quadrillage du parcellaire à l'échelle d'un groupe de parcelles.

Les différents travaux, réalisés sur le sujet pour le choix des espèces, se basent sur la recherche bibliographique, les observations de terrain et des inventaires faunistiques. Ils prennent en compte certains critères comme la fourniture de nourriture aux auxiliaires (pollen, nectar, proies, ...), la protection contre les prédateurs, le refuge hivernal, la rapidité d'installation, la précocité et l'étalement de la floraison,

2.1 Quelques exemples de mélanges fleuris

2.1.1 *Composition pour bande fleurie annuelle ciblée, pour la lutte contre les ravageurs des cultures de choux*

Le FIBL 2005 (Pffifner) propose les 7 espèces suivantes, semées à l'automne, avec une durée de vie de 1 an, et spécialement conçues pour favoriser les auxiliaires dans les cultures de choux :

Mélange fleuri FIBL 2005
<i>Ammi majus</i> (Ammi élevé) - <i>Anethum graveolens</i> (Aneth) - <i>Carum carvi</i> (Cumin) - <i>Centaurea cyanus</i> (Bleuet) - <i>Daucus carota</i> (Carotte sauvage) - <i>Papaver rhoeas</i> (Coquelicot) - <i>Pastinaca sativa</i> (Panais)

2.1.2 *Composition pour une bande fleurie annuelle ciblée spécialement contre les pucerons du chou*

Les FREDON Centre et Nord Pas-De-Calais ont travaillé sur différents mélanges :

CENTRE	NORD PAS-DE-CALAIS	
	2003	2004 - 2005
<i>Phacélie / Bourrache</i>	<i>Phacélie / Coquelicot / Carotte sauvage / Matricaire inodore / Achillée millefeuilles / Moutarde des champs</i>	<i>Ray-Grass Italien / Sarrasin / Trèfle rampant</i>

Les semis sont réalisés au printemps (avril – mai), la durée de vie est de 1 an et les espèces ont été choisies pour leur capacité à attirer les auxiliaires prédateurs et parasites des pucerons du chou.

2.1.3 *Composition pour une bande fleurie pluriannuelle, généraliste*

Ce mélange intégrant les espèces proposées dans différents travaux est testé en 2007 en relation avec une culture de choux. Il est composé de 17 espèces.

Mélange fleuri 2007 (Ets Bernard – LORAS)

Achillea millefolium - *Centaurea cyanus* - *Foeniculum vulgare* - *Hypericum perforatum* (Millepertuis) - *Leucanthemum vulgare* (Grande marguerite) - *Lotus corniculatus* - *Mentha piperita* - *Phacelia tanacetifolia* - *Trifolium pratense* (Trèfle des prés) - *Borago officinalis* (Bourrache officinale) - *Papaver rhoeas* - *Daucus carota* - *Fagopyrum esculentum* (Sarrasin) - *Ammi majus* - *Carum carvi* - *Pastinaca sativa*

2.1.4 Composition pour une bande fleurie annuelle ciblée contre les pucerons de la laitue
Testé en 2006 à la SERAIL il est composé de 6 espèces.

Mélange fleuri 2006 (Ets Bernard – LORAS)

Achillea millefolium (Achillée millefeuilles)- *Calendula officinalis* (Souci officinal) - *Centaurea cyanus* (Bleuet) - *Foeniculum vulgare* (Fenouil) - *Lotus corniculatus* (Lotier corniculé) - *Phacelia tanacetifolia* (Phacélie)

2.1.5 Composition pour une bande fleurie pluriannuelle, généraliste

Ce mélange observé à la SERAIL et chez quelques maraîchers depuis quelques années est composé de 31 espèces annuelles, bisannuelles et vivaces. Comment a été élaboré ce mélange ? Quelles conclusions ? Quelle évolution dans le temps ?

3 RESULTATS OBSERVES

Pour juger de l'intérêt des bandes fleuries, on peut apprécier la diversité des arthropodes hébergés par ces aménagements, en réalisant des inventaires faunistiques et tenter de mesurer les effets sur les ravageurs des cultures.

3.1 Inventaires faunistiques

Des inventaires faunistiques sont réalisés depuis plusieurs années sur les bandes fleuries implantées à la SERAIL. Le travail d'identification est réalisé par Emmanuelle BLANC de la FREDON Rhône-Alpes.

La figure 2 montre la diversité des arthropodes présents sur les 6 espèces de la bande fleurie en 2006. Cette diversité est différente selon les espèces, très importante sur la phacélie et plus restreinte sur le bleuet par exemple.

Des observations sur des bandes fleuries en place depuis 2 et 3 ans montrent que cette diversité se maintient au fil du temps malgré une réduction des espèces végétales en présence.

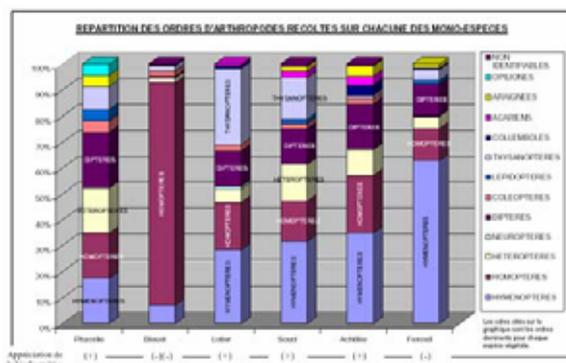


Figure 2 : Arthropodes recensés dans les bandes fleuries, par espèce en 2006

Au-delà de la diversité, on peut faire le constat que les bandes fleuries hébergent des arthropodes que l'on peut classer en 3 catégories en ce qui concerne leur activité vis-à-vis des cultures : ravageurs, auxiliaires ou neutres.

La figure 3 montre une répartition assez constante d'une année sur l'autre avec 35 à 45% d'auxiliaires parmi lesquels une majorité d'hyménoptères parasites. 40 à 55% des insectes sont potentiellement des ravageurs, qui ne sont pas nécessairement et systématiquement des ravageurs des cultures légumières.

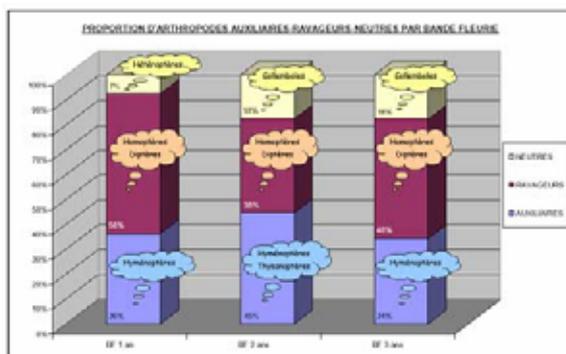


Figure 3 : Evolution de la répartition entre auxiliaires / ravageurs / neutres au cours des années

3.2 Impacts sur les ravageurs des cultures

L'objectif premier de la mise en place de bandes fleuries est évidemment la réduction des dégâts liés aux ravageurs des cultures. La démonstration de l'effet direct des bandes fleuries n'est pas toujours facile à mettre en évidence, à cause de l'interaction de l'environnement proche des parcelles.

3.2.1 Effet sur les Lépidoptères

Le FIBL en Suisse a mis en évidence un effet positif des bandes fleuries vis-à-vis des ravageurs du chou. Les figures 4 et 5 montrent l'augmentation du parasitisme des œufs de noctuelle et la réduction des dégâts liés aux différents lépidoptères sur des cultures de choux situées à proximité d'une bande fleurie.

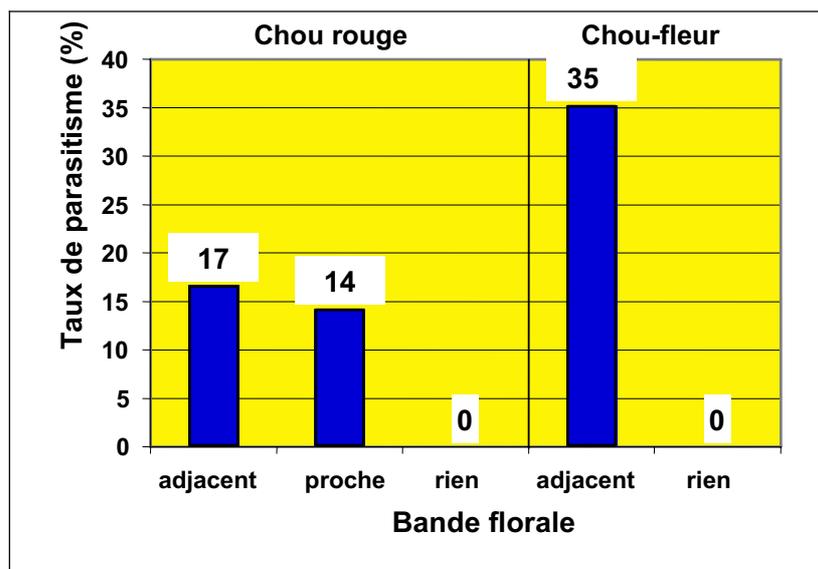


Figure 4 : Taux de parasitisme des œufs de noctuelle du chou *Mamestra brassicae* (Pfiffner, 2004)

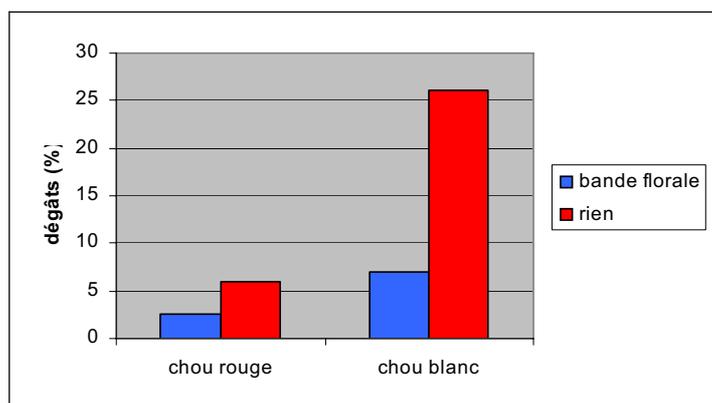


Figure 5 : Dégâts moyens dans des parcelles de chou avec ou sans bande florale (dégâts de piérides, noctuelles, teignes) (Piffner, 2004)

3.2.2 Effet sur les pucerons

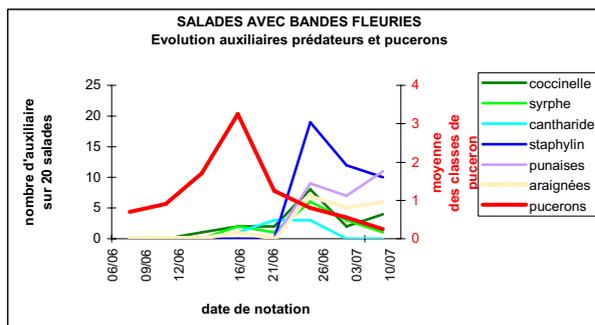
Les travaux de la FREDON Nord Pas-de-Calais ont fait apparaître la zone d'influence d'une bande fleurie en ce qui concerne les auxiliaires des pucerons du chou. La figure 6 montre que la densité d'auxiliaires présents sur la culture baisse fortement au-delà de 50 m de distance de la bande fleurie.



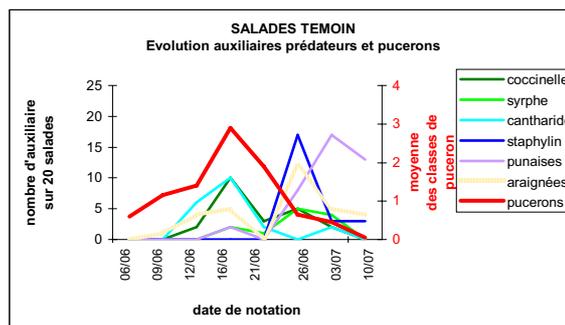
Figure 6 : Evolution des populations d'auxiliaires selon la distance de la bande fleurie (FREDON NPDC)

Le travail de Benoît RONZON à la SERAIL en 2006, dans le cadre de son Mémoire de fin d'étude de l'ENITA de Clermont (figure 7 et 8), démontre que la population de pucerons colonisant 100% des salades d'une parcelle, 2 semaines après la plantation, peut être totalement éradiquée par la seule activité des différents auxiliaires naturels. Le fait que le résultat soit identique en présence ou en absence de bande fleurie adjacente à la parcelle illustre l'influence d'un environnement riche et diversifié. Il laisse supposer que, dans le cas d'un environnement naturel pauvre à proximité des parcelles cultivées, l'implantation de bandes fleuries pourrait participer à la lutte biologique en attirant les auxiliaires naturels.

Figures 7 et 8 : Evolution comparée des populations de pucerons et auxiliaires



- avec bande fleurie



- sans bande fleurie

3.3 Quelques aspects pratiques

- ✓ **Implantation :** Elle peut se faire par semis direct. Il faut alors anticiper les problèmes d'enherbement par la mise en œuvre d'un ou plusieurs faux semis détruits thermiquement ou mécaniquement. Le désherbage préalable à la vapeur est également possible. La plantation de minimottes après un élevage en pépinière, sur paillage dégradé (30 mottes/m²) permet de s'affranchir des adventices tout en préservant la possibilité d'un resemis naturel des annuelles et bisannuelles. La mise en place se fera au printemps ou à l'automne pour obtenir la meilleure correspondance entre floraison et apparition des ravageurs sur la culture à protéger.
- ✓ **Entretien :** L'irrigation s'avère utile au développement et au maintien d'une bande fleurie efficace et diversifiée. Il est également nécessaire de maîtriser le développement latéral par broyage pour éviter une colonisation croissante du milieu et la concurrence aux cultures.
- ✓ **Pérennité :** On observe une réduction de la diversité des espèces au fil des années par effet de concurrence et limitation du renouvellement des annuelles. L'irrigation permet de limiter ce phénomène. Il a ainsi été observé à la SERAIL que sur 28 espèces plantées, il en restait seulement 18 en 2^{ème} année sans irrigation, mais 19 en 3^{ème} année avec irrigation.
- ✓ **Coût :** A titre d'exemple, le prix des semences d'un mélange de 31 espèces est de 70 €/kg pour une dose de semis préconisée variant de 0,5 à 1 kg pour 500 m² (soit 140 €/1000m²).
- ✓ **Des inconvénients à prendre en compte :** Le développement des adventices à proximité des bandes fleuries est plus important. Elles sont également un refuge très apprécié des limaces.

4 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les bandes fleuries prennent part à l'aménagement de l'environnement des parcelles cultivées, permettent d'attirer et de maintenir une grande diversité d'arthropodes et jouent le rôle de réservoir d'auxiliaires. Elles peuvent avoir un impact sur la réduction des dégâts en culture liés aux ravageurs et palier les carences en auxiliaires naturels dans un environnement "pauvre".

Des travaux complémentaires sont nécessaires pour adapter les mélanges ciblés, mieux évaluer le maillage efficace, mieux connaître les interactions entre flore et faune, et pour prendre en compte l'ensemble des effets liés aux modifications de l'environnement proche des parcelles cultivées.

FAVORISER LA BIODIVERSITE POUR PROTEGER SES CULTURES

M. LEGRAND, G.ROY

FREDON Nord Pas de Calais 21 Rue Becquerel BP 74 62750 Loos en Gohelle ;
mickael.legrand@fredon-npdc.com, gregory.roy@fredon-npdc.com

RESUME

La protection des plantes est une préoccupation majeure dans la conduite de la plupart des cultures et des légumes en particulier. Favoriser la biodiversité pour gérer les parasites et ainsi éviter de recourir aux insecticides est une alternative envisageable. L'implantation de bandes fleuries y contribue.

L'étude rappelle d'abord les quelques concepts de base pour favoriser la biodiversité. Il s'agit d'abord de bien connaître le milieu naturel et les besoins des auxiliaires, rechercher comment favoriser au mieux ces insectes auxiliaires, pourquoi et comment planter des bandes fleuries. Les résultats observables sont présentés ensuite : amélioration de la biodiversité végétale et animale, impact d'une bande fleurie sur les populations d'auxiliaires et de pucerons. Les avantages et limites de la technique sont finalement abordés ainsi que les perspectives d'étude.

INTRODUCTION

En l'absence de toute mesure de protection, les ravageurs des cultures légumières peuvent mettre en péril une partie voire même la totalité de la récolte, ainsi que la qualité des légumes produits. Les insectes auxiliaires des cultures peuvent réguler naturellement les populations de ravageurs mais leur intervention peut être (trop) tardive ou insuffisante. Il est donc nécessaire de contrôler le développement des parasites des cultures. Pour cela, il est tentant de recourir à l'utilisation d'insecticides car leur utilisation est simple, rapide, peu coûteuse économiquement et relativement efficace (tout au moins à court terme). D'où l'augmentation importante de l'utilisation de ce type de produits au lendemain de la seconde guerre mondiale.

Il existe un certain nombre d'insecticides d'origine naturelle (à base de pyrèthres, de roténone,...) potentiellement utilisables en Agriculture Biologique. Cependant, le cahier des charges de ce mode de production stipule clairement que la lutte contre les parasites doit être axée sur un ensemble de mesures et que l'utilisation de produits inscrits à l'annexe II du cahier des charges européens ne peut intervenir qu'en cas de danger immédiat pour la culture...et en dernier recours. Le contrôle des parasites ne peut donc s'envisager par un simple remplacement des produits de synthèse par des produits d'origine naturelle. Il est nécessaire de mettre en œuvre les moyens adéquats pour la protection des « ennemis » naturels des parasites.

C'est pourquoi la Fédération REgionale de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON) Nord Pas-de-Calais a mis en œuvre à partir de 2000, à la demande du Groupement des Agriculteurs Biologiques du Nord Pas-de-Calais (GABNOR) une étude visant à mettre au point des techniques de maintien et de développement des insectes auxiliaires des cultures (1).

1 CONCEPT ET METHODOLOGIE

1.1 Connaître le milieu naturel et les besoins des auxiliaires

L'objectif est de favoriser le développement des auxiliaires naturellement présents. Pour cela, la démarche a d'abord consisté à mieux connaître la faune présente. Pour des raisons de coût et de temps, l'expérience s'est focalisée sur les pucerons et leurs prédateurs, les pucerons faisant partie des ravageurs les plus nuisibles des cultures légumières, de par leur fréquence et leurs dégâts. Un inventaire des différentes espèces présentes a été réalisé dans le Nord Pas-de-Calais en 2000 et 2001 sur choux et salades. Les syrphes constituent l'essentiel des prédateurs de pucerons observés dans la région sur cultures légumières (TROUVE *et al.*, 2001). En effet, ils représentent, selon les années et les sites, de 65 à 92% des prédateurs sur salades, et de 83 à 97% des prédateurs sur choux. Avec onze genres observés, les syrphes présentent en outre une importante diversité biologique. L'étude a donc cherché à favoriser en premier lieu les syrphes. Alors que les larves sont prédatrices de pucerons les adultes sont floricoles et se nourrissent selon les espèces, de pollen et de nectar, éléments nécessaires à la maturation des ovocytes des femelles, à l'allongement de la longévité des adultes et à la capacité de prospection (SARTHOU, 1996). Les genres *Episyrphus*, *Sphaerophoria*, *Eupeodes* et *Syrphus* sont peu sélectifs et sont rencontrés sur de nombreuses plantes mais d'autres genres peuvent avoir des spécificités plus importantes. La taille des fleurs peut également avoir une influence. De nombreuses espèces sont des aphidiphages généralistes à l'état larvaire. Au cours de son développement, une larve de syrphe peut consommer 250 à 400 pucerons. Les larves recherchent une humidité ambiante située entre 70 et 90%.

1.2 Comment favoriser les auxiliaires ?

La monoculture, surtout sur des parcelles de grande taille, entraîne un appauvrissement du milieu (faible biodiversité végétale et animale). Ce milieu peut être recolonisé par des organismes à fort pouvoir de dispersion et de multiplication : les ravageurs des cultures et en particulier les pucerons correspondent très bien à cette définition.

Il faut donc augmenter la biodiversité du milieu pour augmenter le nombre d'auxiliaires. Le problème c'est le risque d'augmenter aussi la diversité des ravageurs. Il faudrait donc aménager des réservoirs à auxiliaires uniquement.

Les travaux menés par Debras, Cousin et Rieux expliquent les principes fondamentaux pour augmenter la richesse du milieu. Ces principes imposent de :

- choisir des essences riches : des espèces à structure complexe offrent davantage de refuges et de ressources, c'est en particulier le rôle des haies
- choisir des espèces bien représentées régionalement (notion d'espèces indigènes plutôt « qu'exotiques »)
- rechercher une diversité des essences et des strates : d'où la complémentarité entre haies et bande fleuries mais aussi basé sur le fait que lorsque l'on apporte un végétal, on apporte essentiellement plus d'auxiliaires que de ravageurs
- procéder à un évitement sélectif des plantes hôtes des ravageurs : plus les essences seront choisies parmi des familles botaniques éloignées de celle cultivées, plus on limite le risque d'apporter aussi un ravageur ou une maladie nuisible.

1.3 L'implantation de bandes fleuries

De 2003 à 2005 trois essais sont menés dans le Nord Pas-de-Calais afin d'étudier l'impact de bandes fleuries sur le développement des auxiliaires et des pucerons. En 2003 et 2004, les essais sont mis en place sur la parcelle biologique du Pôle Légume Région Nord (PLRN) à Lorgies (62), et en 2005 chez un producteur biologique aux Essars (62).

Le choix des espèces composant la bande fleurie répond à plusieurs critères :

- attirer les syrphes et les autres auxiliaires en général ;
- permettre une floraison la plus précoce et la plus durable possible ;
- attirer les auxiliaires mais éviter d'attirer des ravageurs phytophages

L'évolution de la composition de la bande fleurie de 2003 à 2004 dans le Nord Pas-de-Calais est notamment consécutive au dernier principe. En effet, il s'agit, selon le concept établi par DEBRAS *et al* (2001) de rechercher « une diversité optimale et non pas une diversité maximale ». A compter de 2004, les crucifères et les ombellifères seront ainsi évitées, les unes et les autres pouvant être les hôtes de ravageurs et maladies du chou ou de la carotte par exemple, comme l'indique SALAT (2005) à propos du choix des engrais verts utilisables en maraîchage biologique.

Les semis de bande fleurie ont lieu, selon les conditions météorologiques rencontrées chaque année et selon les sites, du 31 mars (en 2004 à Lorgies (62)) au 11 mai (en 2005 aux Essars (62)). Les densités varient de 20 à 22 Kg/Ha.

Tableau 1 : espèces végétales semées dans les bandes fleuries implantées de 2003 à 2005 dans le Nord Pas-de-Calais

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille botanique	Lorgies 2003	Lorgies 2004	Les Essars 2005
Phacélie	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Hydrophyllacées	oui	oui	oui
Coquelicot	<i>Papaver argemone</i>	Papaveracées	oui	oui	oui
Carotte sauvage	<i>Daucus carota</i>	Apiacées	oui	non	non
Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i>	Astéracées	oui	non	non
Matricaire inodore	<i>Matricaria maritima</i>	Astéracées	oui	non	non
Moutarde des champs	<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacées	oui	non	non
Sarrasin	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Polygonacées	non	oui	oui
Ray grass d'Italie	<i>Lolium perenne</i>	Graminées	non	oui	oui
Trèfle rampant	<i>Trifolium repens</i>	Fabacées	non	oui	non
Nombre d'espèces			6	5	4
Nombre de familles botaniques			5	5	4

2 RESULTATS OBSERVABLES

2.1 Biodiversité végétale

En plus des espèces semées, les bandes fleuries s'enrichissent de plusieurs espèces végétales indigènes. En moyenne plus de sept espèces végétales se développent spontanément au sein de la bande fleurie (LEGRAND *et al.*, 2006). Il s'agit par exemple de Bourse à pasteur (*Capsella bursapastoris*), de Chénopode blanc (*Chenopodium album*), de Laiteron des champs (*Sonchus arvensis*)... Ces espèces contribuent également à attirer les auxiliaires adultes lorsqu'elles sont en fleurs. La prolifération de ces espèces pourrait poser problème, notamment en cas de remise en culture après la bande fleurie mais sur les sites d'essais, elles ne se sont pas multipliées outre mesure étant donnée la concurrence des espèces implantées.

2.2 Biodiversité animale

En 2004 et 2005, respectivement neuf et douze espèces d'auxiliaires ont été inventoriées sur choux et sur la bande fleurie dans le Nord Pas-de-Calais. Nous pouvons observer une nette prédominance des syrphes avec huit espèces recensées sur les douze espèces de prédateurs rencontrées en 2005, et cinq sur neuf en 2004. Cette prépondérance est encore plus nette si l'on compare le nombre d'individus puisque pratiquement 93% de ceux-ci sont des syrphes en 2005, un peu moins de 70% en 2004.

Episyrphus balteatus, *Melanostoma millenum* et *Sphaerophoria scripta* prédominent nettement puisqu'elles représentent chacune environ 25% des effectifs en 2005.

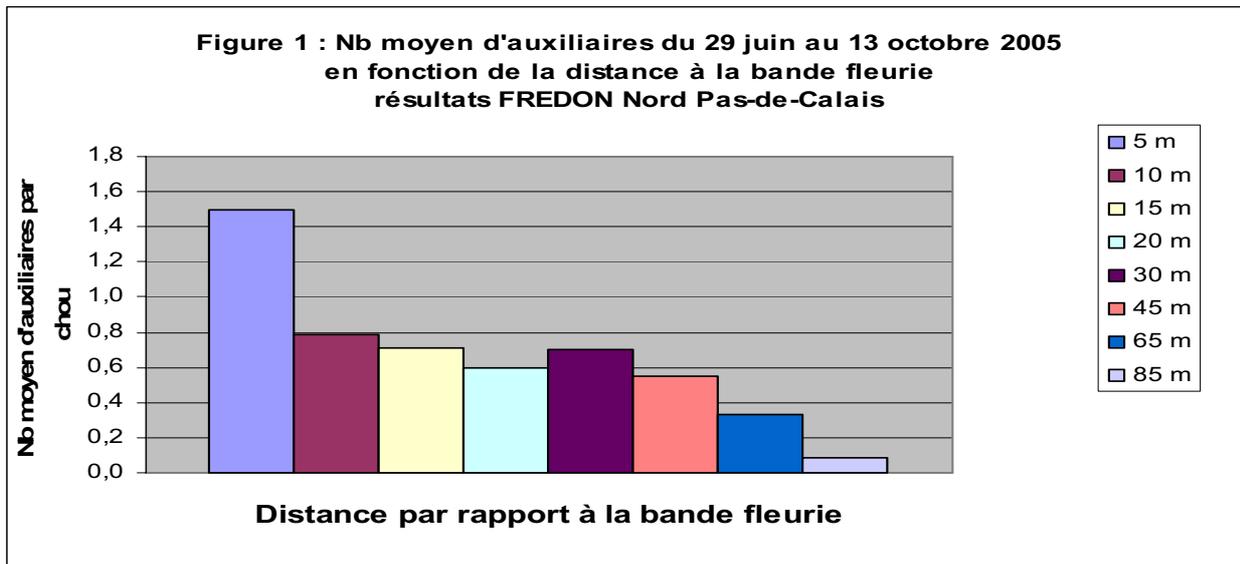
Par rapport à l'inventaire pratiqué en 2000 et 2001, six espèces n'ont pas été retrouvées : deux de syrphes (*Eupeodes corollae* et *Scaeva pyrastris*), une de chrysope (*Chrysoperla kolthoffi*) et trois de coccinelles (*Coccinella undecimpunctata*, *Hippodamia variegata* et *Scymnus rubromaculatus*). En

revanche, huit nouvelles espèces ont été identifiées : cinq de syrphes (*Melanostoma scalare*, *Pratycheirus tarsalis*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus vitripennis* et *Eupeodes luniger*), une de chrysope (*Chrysopa perla*) avec il est vrai un seul individu, et deux de coccinelles (*Propylea quatuordecimpunctata* et *Harmonia axyridis*), là encore avec seulement un individu chacune.

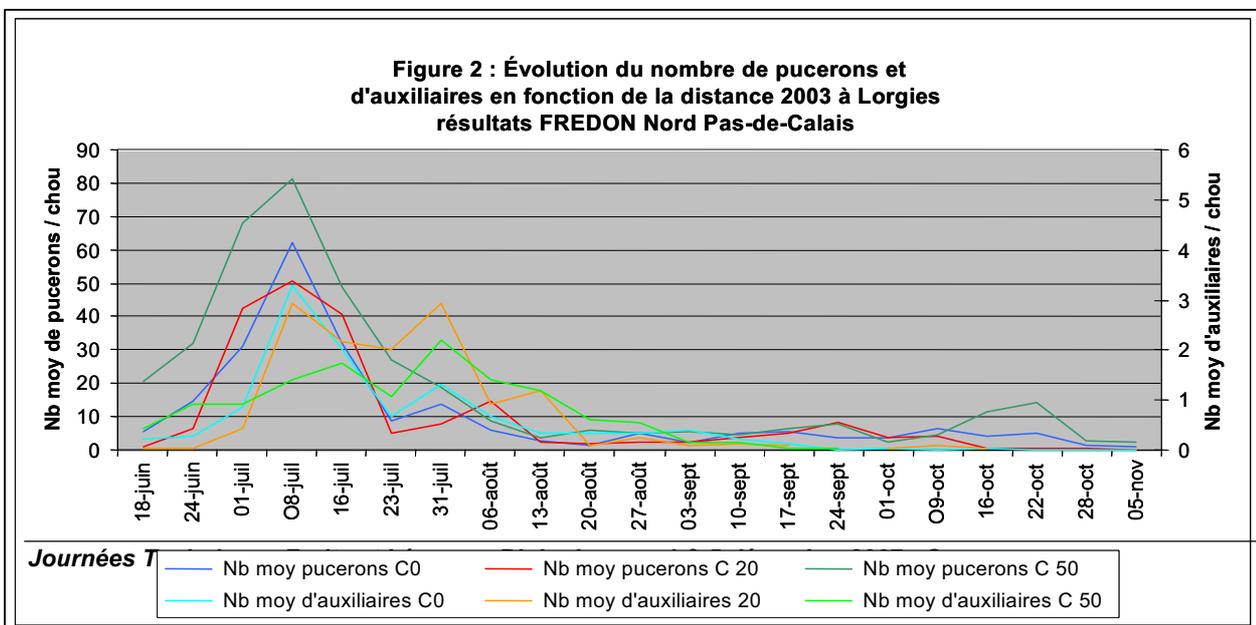
Impact de la bande fleurie sur les populations d'auxiliaires et de pucerons

Favoriser le développement des auxiliaires dans les bandes fleuries ne suffit pas. Encore faut-il vérifier que ces insectes se dispersent dans les cultures pour obtenir un impact sur le développement des pucerons. Une des difficultés de ce type d'expérimentation est qu'il n'existe pas de Témoin à proprement parler. Les observations ont été réalisées sur des placettes de choux en fonction de la distance par rapport à la bande fleurie.

Les notations montrent que, selon les sites et les années, il est possible d'observer une augmentation du nombre moyen d'auxiliaires à proximité de la bande fleurie. Il diminue progressivement de dix à cinquante mètres de la bande fleurie puis de façon plus importante au-delà.



Il existe une corrélation entre le nombre d'auxiliaires et le nombre de pucerons. L'implantation d'une bande fleurie permet d'attirer en plus grand nombre et plus précocement les auxiliaires. Ainsi à proximité immédiate, le pic de développement des auxiliaires peut être parfaitement simultané au pic de croissance des populations de pucerons (figure2) tandis que l'on observe un certain décalage pour la régulation des pucerons entre les deux populations au fur et à mesure que l'on s'éloigne du dispositif.



- C0 : choux situés à proximité immédiate de la bande fleurie
- C20 : choux situés à 20 mètres de la bande fleurie
- C50 : choux situés à 50 mètres de la bande fleurie

3 AVANTAGES ET LIMITES DE LA TECHNIQUE

L'implantation d'une bande fleurie permet d'obtenir des résultats dès la première année (essai de Lorgies en 2003).

L'effet de régulation des pucerons par les auxiliaires est d'autant plus fort que les pucerons sont nombreux. En revanche, lorsqu'il y a peu de pucerons, l'efficacité du dispositif est difficile à mesurer.

L'effet de la bande fleurie est observable jusqu'à 50 mètres. Il convient toutefois de relativiser cette donnée. En effet, pour des raisons expérimentales, nous n'avons implanté une bande fleurie sur les différents sites suivis que sur une seule bordure de parcelle. Or, pour favoriser au maximum les auxiliaires et leur permettre une plus grande dispersion au sein des cultures, il conviendrait autant que possible d'entourer les parcelles et de relier entre elles les différentes bandes fleuries de façon à aménager un environnement global favorable à la faune auxiliaire. De même il conviendrait pour plus d'efficacité de relier les bandes fleuries à d'autres structures réservoirs d'auxiliaires telles que les haies.

Les auxiliaires ont besoin de temps pour réduire significativement les populations de ravageurs. Dans les essais, le laps de temps entre le pic de développement des pucerons et la régulation des populations à un niveau acceptable est de l'ordre de deux semaines. L'intérêt sur certaines cultures à cycle court, comme les salades par exemple, s'en ressent donc parfois. Les cultures à cycle plus long, comme par exemple les choux, sont donc plus adaptées à la méthode.

La bande fleurie, pour être utile, doit être semée suffisamment précocement pour que la floraison ait lieu au plus tard au moment de l'arrivée des premiers pucerons.

La diversité floristique est importante. Le nombre d'auxiliaires, et surtout de syrphes est proportionnellement plus élevé sur les sites où est semé un nombre suffisant d'espèces (LEGRAND *et al.*, 2006).

Sur les essais mis en place dans le Nord Pas-de-Calais, aucun effet secondaire néfaste n'a été observé. Cependant, le développement d'adventices à proximité des bandes fleuries et la présence de limaces au sein de celles-ci sont signalés dans certains essais (BERRY D., 2007).

Depuis 2006, la FREDON Nord Pas-de-Calais accompagne des producteurs dans la mise en place de bandes fleuries sur leurs exploitations. Certaines questions se posent encore pour affiner la technique. De nombreux mélanges sont proposés dans le commerce (auprès de semenciers) ou dans le cadre d'initiatives d'aménagement ou de protection de l'environnement. Leur coût peut varier énormément. Certains mélanges sont par exemple fournis gracieusement (en particulier dans le cas des initiatives d'aménagement de l'environnement). De fait, certains d'entre eux nous paraissent d'ores et déjà trop « pauvres » (composés essentiellement d'espèces appartenant à une ou deux familles botaniques au maximum) pour jouer pleinement leur rôle, voire « risqués » pour être implantés sans crainte à proximité de parcelles maraîchères (les mélanges essentiellement à base d'astéracées par exemple). D'autres mélanges nous paraissent trop « riches », car visant une biodiversité maximale. Les coûts peuvent atteindre dans ce cas des sommes « astronomiques » : jusqu'à 2.1€/m² du fait de l'introduction d'espèces coûteuses à produire comme la carotte sauvage par exemple. Pour autant, dans ce cas, leur composition est, pour la plupart, susceptible d'être modifiée de façon à conserver leurs avantages tout en diminuant les risques et les prix.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES D'ETUDE

Au risque de décevoir, il ne nous semble donc pas possible, ni même opportun, de proposer un mélange unique de bande fleurie pour aider à maîtriser les ravageurs des cultures, tout comme il n'existe pas un modèle unique de haie. La biodiversité ne saurait se satisfaire d'uniformité ! Nous l'avons vu, les mélanges doivent être fonction du type de cultures présentes sur l'exploitation et dans l'environnement immédiat, de la région de production, des auxiliaires majoritairement présents, du type de sols, etc.

En outre il serait illusoire de penser que la composition des mélanges implantés reste fixée : elle évolue dans le temps avec la flore naturellement présente, les conditions agro-météorologiques... L'important est de respecter les critères essentiels évoqués pour la composition de la bande fleurie. Le tableau ci-dessous présente quelques exemples de mélanges fleuris pouvant être retenus. Ils pourront être enrichis et modifiés selon les exigences et les goûts de chacun.

Tableau 2 : exemples de mélanges fleuris utilisables en fonction des cultures avoisinantes

Essence	Quantité en Kilogrammes et prix pour un hectare						
	Chou	Salade	Pois	Maraichage	Cultures Céréalières	Pomme de Terre	Arboriculture fruitière
Bourrache	3	3	3	5	3	2,8	2,8
Phacélie	1,3	1,3	1,3	2,5	1,3	1,3	1,3
Sarrasin	6	6	6	10	6	5,5	5,5
Carotte sauvage	2,5	2,5	2,5		2,5	2,2	2,2
Soucis	4		4		4	4	4
Tréfle blanc	1,6	1,6			1,6	1,6	1,6
Moutarde		1,25	1,25		1,25	1,1	1,1
Eschscholzia varié	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,2	2,2
Dactyle	2,5	2,5	2,5	3		2,2	2,2
Poid total du mélange en Kg	23,4	20,65	23,05	23,5	22,15	22,9	22,9
coût total HT en €	454,34	369,71	448,11	302	445,21	419,91	419,91

Notre objectif est à présent de poursuivre l'évaluation de l'impact de différents mélanges sur les auxiliaires prédateurs mais aussi parasitoïdes, ainsi que sur les abeilles, afin d'aider le producteur à choisir objectivement.

De même, il serait utile de mesurer l'évolution de la flore et de l'enherbement pendant la mise en place de la bande fleurie et au cours de l'année suivante en cas de remise en culture.

Ces incertitudes ne remettent pas en cause le potentiel offert par ce type de dispositif. Favoriser la biodiversité pour contrôler préventivement les parasites des cultures, voilà bien un concept qui permet de concilier agriculture et environnement. Planter des bandes fleuries permet d'aider à protéger ses cultures, mais attention cela ne dispense surtout pas d'observer les parcelles et d'intervenir en cas de danger immédiat en dernier recours.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme. 2001. Les syrphes prédateurs de pucerons. Pôle Phytosanitaire de Loos-en-Gohelle. Fiche technique 2001/04.
 BERRY D. Bandes fleuries en cultures légumières. Rencontre technique production légumière intégrée en sol. Balandran – 7 juin 2007.

DEBRAS J.F, COUSIN M., RIEUX R., 2001. Principes de base pour la création de haies-réservoirs d'auxiliaires. *Phytoma*. La défense de végétaux – N°536 Mars 2001, 26-31.

LEGRAND M., MARTY P., MERIEAU M., ROY G., THIBAUT J., 2006. - Recherche de techniques de maintien des prédateurs de pucerons en cultures légumières. 3^{ème} Conférence Internationale sur les Moyens Alternatifs de Protection des Cultures. Lille – 13,14 et 15 mars 2006.

SALAT A., 2005 – Engrais verts en maraîchage bio : critères de choix et conditions de réussite. *PHM-Revue Horticole*-n°469 Mai 2005.

SARTHOU, 1996. Synthèse bibliographique sur les syrphidés, Sujet de Thèse.

TROUVE C., PINET V., OSTE S., LEGRAND M., 2001. Inventaire des pucerons et de leurs prédateurs en cultures biologiques de pommiers, de salades et de choux ; principales techniques favorisant leur maintien. Forum national fruits et légumes biologiques et bilan du programme interrégional Nord Pas-de-Calais/Kent « Agrobiologie Transmanche ». Bouvines les 11 et 12 décembre 2001 : 13-20

(1) : financement de l'étude :

- a. de 2000 à 2004 : programme financé par l'Etat et le Conseil Régional Nord Pas-de-Calais (XII^{ème} contrat de plan) et mis en oeuvre par la FREDON Nord Pas-de-Calais en partenariat avec la DRAF-SRPV ;
- b. depuis 2005 par l'Union européenne (40%) et le Conseil Régional Nord Pas-de-Calais (60%) (programme interrégional « Transorganic»).

MAITRISER LE MILDIOU DE LA POMME DE TERRE EN PRODUCTION BIOLOGIQUE

Julien BRUYERE

Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON)
Nord Pas-de-Calais

265 rue Becquerel – BP74 - 62750 Loos-en-Gohelle

Tél : 03-21-08-64-99 – Fax : 03-21-08-64-95 - julien.bruyere@fredon-npdc.com

INTRODUCTION

Le mildiou de la pomme de terre, causé par le champignon pathogène *Phytophthora infestans*, reste la principale préoccupation des producteurs de pommes de terre, notamment en production biologique. En effet, des attaques importantes de mildiou sur le feuillage peuvent avoir de lourdes conséquences sur le rendement des cultures de pomme de terre, surtout lorsque ces attaques sont précoces (jusqu'à 50% de pertes, voire plus). Au démarrage de la campagne 2007, les conditions climatiques favorables (températures douces, humidité...) ont été réunies pour engendrer une contamination précoce des cultures par un inoculum primaire déjà présent sur les repousses, tas de déchets, Par la suite, ces périodes de contaminations se sont succédées, quasi continuellement, entrecoupées d'épisodes de lessivages importants : en Nord Pas-de-Calais, des procédures de dérogation à la limite réglementaire des 6 kg de cuivre métal par hectare ont été engagées afin de faire face à l'épidémie. Mais tout d'abord, avant d'engager efficacement une lutte contre ce champignon, il faut le connaître, et savoir le reconnaître au champ. Nous verrons donc dans un premier temps les principales caractéristiques de son cycle biologique, puis les éléments de reconnaissance de ses symptômes. Ensuite, nous passerons en revue les mesures prophylactiques essentielles qui sont à la base du raisonnement de lutte contre ce ravageur. Enfin, nous ferons un point sur les expérimentations conduites sur cette problématique, notamment concernant l'utilisation des résistances variétales et les recherches d'alternatives au cuivre. Ces travaux sont notamment le fruit d'un travail transfrontalier, entre la France et la Belgique, dans le cadre d'un programme Interreg intitulé « VETAB » (*Valoriser l'Expérience Transfrontalière en Agriculture Biologique*)

1 CONNAITRE ET RECONNAITRE LE MILDIOU

1.1 Principaux éléments du cycle du mildiou de la pomme de terre

Le cycle du mildiou de la pomme de terre, causé par le champignon *Phytophthora infestans*, peut se résumer en trois grandes phases successives.

1.1.1 *Durant l'hiver : conservation du champignon.*

Les spores de *Phytophthora infestans* passent l'hiver sous forme de mycélium, portés par les tubercules infectés restant dans le sol, entreposés en tas de déchets (écarts de triage), mis en conservation, ou encore sur les tubercules utilisés comme semence.

1.1.2 *Au printemps : foyers primaires de la maladie.*

Au printemps, les spores de mildiou passe de leur lieu d'hivernage aux premières plantes isolées qui apparaissent : ce sont les repousses présentes en parcelles, ou sur les tas de déchets. C'est pour cette raison que la gestion des repousses de pommes de terre est primordiale dans la lutte contre le mildiou, de même que celle des déchets de pommes de terre. (*voir le paragraphe « mesures prophylactiques essentielles et bases de raisonnement de la lutte contre le mildiou en production biologique »*).

1.1.3 Infection des cultures de pommes de terre

Les repousses et autres déchets de pommes de terre assurent le relais entre l'hivernage et la parcelle de pommes de terre. Au sein de celle-ci, les premiers symptômes de mildiou apparaissent sporadiquement dans la parcelle, en général d'abord sur les feuilles, puis éventuellement sur les tiges. Si les conditions météorologiques propices au développement de la maladie sont réunies et persistent, ces symptômes peuvent s'étendre très rapidement, et en deux ou trois semaines, la grande majorité des plantes peut être atteinte.

Plus globalement, l'évolution du mildiou en production biologique, comme en production conventionnelle, peut se résumer en deux étapes :

- *l'apparition de la maladie dans la parcelle*. Le plus souvent, celle-ci est repoussée par le producteur biologique avec l'application à titre préventif d'un fongicide à base de cuivre. Il est également essentiel de respecter quelques mesures préventives simples pour éviter l'apparition et la diffusion du champignon (voir chapitre suivant). Par ailleurs, c'est pour décaler au maximum cette échéance de la première intervention fongicide qu'il est recommandé de s'appuyer sur une variété de sensibilité moindre aux attaques précoces de mildiou, tout en restant vigilant : des visites régulières sur la parcelle, en complément de la consultation de bulletins techniques (par ex. les Avertissements Agricoles du Service de la Protection des Végétaux) sont recommandées.
- *la phase épidémique*, correspondant à la multiplication des symptômes dans la parcelle, qui sera d'autant plus rapide que les conditions favorables seront réunies (hygrométrie saturante, températures inférieures à 30°C). L'implantation d'une variété moins sensible peut permettre, dans ce contexte, de ralentir l'extension des symptômes et de limiter les interventions fongicides, afin de se conformer à la limitation actuelle de 6 kg de cuivre métal par hectare et par an.

1.2 Comment reconnaître le mildiou au champ ?

Le mildiou peut être observé en cours de végétation sur l'ensemble des organes aériens de la pomme de terre :

- **sur les bouquets terminaux**, où l'on observe un brunissement des feuilles du bourgeon terminal avec un léger recroquevillement, qui peut ensuite évoluer vers un dessèchement progressif.
- **sur les tiges**, qui, lorsqu'elles sont infectées, présentent des nécroses de couleur brun violacée. Par temps humide, ces nécroses se couvrent, dans la plupart des cas, par un duvet blanc grisâtre. Les tiges touchées restent le plus souvent rigides et facilement cassantes, à l'inverse des symptômes de pourritures d'origine bactérienne.
- **sur les feuilles**, où l'apparition de taches brunâtres auréolées d'un liseré vert clair sur sa face supérieure marque l'attaque du champignon. Au niveau de la face inférieure, sur le pourtour des taches, un feutrage blanc grisâtre apparaît par temps humide, ce qui permet de distinguer le mildiou d'autres symptômes (brûlures, botrytis...)



Brunissements sur bouquets terminaux



Nécrose de couleur brun violacé sur tige



Taches brunâtres auréolées d'un liseré vert clair sur la face supérieure



Sur la face inférieure des feuilles, un feutrage blanc grisâtre est présent sur le pourtour de la tache

De plus, à la récolte, ou quelques semaines après, des symptômes de mildiou peuvent également être observés sur les **tubercules** : ils se caractérisent par des taches irrégulières gris bleu, qui brunissent par la suite. Une coupe du tubercule laisse alors apparaître de larges taches brunes.

2 MESURES PROPHYLACTIQUES ESSENTIELLES ET BASES DE RAISONNEMENT DE LA LUTTE CONTRE LE MILDIOU EN PRODUCTION BIOLOGIQUE

En production biologique, la lutte contre le mildiou repose majoritairement sur le respect de mesures élémentaires, mais essentielles, ayant toutes le même but : ne pas créer de conditions favorables au développement du champignon.

2.1 Avant la plantation

Tout d'abord, avant même la l'implantation de la parcelle de pommes de terre, il est primordial de pratiquer une bonne gestion des tas de déchets ou écarts de triage. Il faut éviter d'épandre les déchets de pomme de terre sur les parcelles au printemps, qui seront à l'origine des repousses assurant le relais des contaminations primaires par le champignon, tout comme les tas de déchets non gérés. Dans certaines régions, comme le Nord Pas-de-Calais, la lutte contre les repousses sur tas de déchets est obligatoire et fait l'objet d'arrêtés préfectoraux. Le bâchage complet du tas de déchets est une méthode efficace pour éviter les repousses et la dissémination de l'inoculum.

Les repousses de pommes de terre dans la culture suivante sont également des foyers potentiels d'infection primaire pour le mildiou, tout comme elles constituent un « réservoir » pour les virus et les ravageurs. La lutte prophylactique contre le mildiou se raisonne alors sur l'ensemble de la rotation, et la destruction systématique de ces repousses permet de limiter le potentiel d'infection en début de saison.

Le choix d'une variété moins sensible au mildiou (voir chapitre 3), dans la mesure du possible (demande du consommateur, contraintes contractuelles, ...), permet également de freiner la progression de cette maladie épidémique au sein de la parcelle.

En plus de ces précautions concernant plus spécifiquement le mildiou de la pomme de terre, il ne faut pas négliger le respect des règles valables pour de nombreuses maladies causées par des champignons pathogènes. Elles concernent notamment l'environnement parcellaire (proscrire les zones trop humides, essayer le plus possible d'isoler les parcelles de même culture les unes des autres, utiliser des semences certifiées, favoriser l'aération des cultures, ne pas implanter dans les zones où le traitement sera difficile voire impossible, ...).

2.2 Pendant la culture

Une fois la culture implantée, la vigilance ne doit pas être relâchée : une surveillance régulière de la parcelle est nécessaire, et enlever les pieds douteux et les isoler dès leur arrachage dans un sac permet de ne pas disséminer l'inoculum dans la parcelle. En cas de pulvérisation, la vérification des raccords de rampes et des bordures de parcelles permet de s'assurer que toute la surface de la culture soit correctement couverte. La consultation des bulletins techniques de type Avertissements Agricoles permet également d'adapter la protection en informant des périodes « à risque » de contamination par le champignon. L'application d'un fongicide ne peut, en effet, être que préventive car majoritairement basée à l'heure actuelle sur l'usage du cuivre, qui bloque la germination des spores à la surface des feuilles, et n'a aucune action curative.

2.3 Raisonnement de l'usage du cuivre en production biologique

Probablement le plus ancien fongicide connu, le cuivre reste principalement utilisé dans la lutte directe contre le mildiou sur le feuillage. Toutefois son emploi sans restriction n'est pas sans danger pour les sols, car son accumulation progressive entraîne l'apparition de phénomènes de toxicité en sols acides, ainsi que le déséquilibre de l'activité biologique des sols. C'est pour ces raisons que depuis le 15 mars 2002, la réglementation communautaire sur l'usage du cuivre en production biologique a évolué : jusqu'au 31 décembre 2005, l'usage du cuivre a été autorisé dans la limite maximale de 8 kg de cuivre métal par hectare et par an. *Depuis le 1^{er} janvier 2006, cette limite a été ramenée à 6 kg de cuivre métal par ha par an.*

Le cuivre a une action préventive contre certains champignons, en inhibant la germination des spores. C'est une action de contact, empêchant une primo-inoculation, mais n'aura pas d'effet curatif sur un foyer existant. La persistance d'action des fongicides cupriques dépend de deux paramètres :

- l'adhésivité (résistance au lessivage)
- la solubilité des composés cupriques.

Cette persistance d'action est d'environ deux à trois semaines, mais la partie du végétal qui a poussé après le traitement n'est pas protégée. Cela oblige, en période de croissance active, à renouveler le traitement si les conditions favorables à la maladie sont réunies.

La ***bouillie bordelaise*** (spécialité à base de sulfate de cuivre à 20% de cuivre métal) reste le principal fongicide cuprique utilisé dans la lutte contre le mildiou. Comme tout produit à base de cuivre, c'est un produit de contact, à action préventive sur la germination des spores. Il présente toutefois l'avantage d'avoir une relativement bonne tenue au lessivage (25 mm de précipitations cumulées, ou 20 mm si elles sont continues). Des expérimentations conduites par la FREDON Nord Pas-de-Calais en 2000 et 2001 ont mis en évidence que des réductions de doses de cuivre sont possibles, sans perte d'efficacité lorsque la pression en mildiou est faible à moyenne : les résultats sont équivalents entre la Bouillie Bordelaise appliquée à 4 kg/ha (*800 g de cuivre métal*) et à 2 kg/ha (*400 g de cuivre métal*). Toutefois, en situation de forte pression et de niveau de

risque important (nombreuses sorties de taches en parcelle par exemple), la bouillie bordelaise pulvérisée à 4 kg/ha reste nécessaire.

En outre, dans ces situations de risque important, d'autres formes de cuivre sont utilisables : ***l'hydroxyde de cuivre*** ou ***l'oxychlorure de cuivre*** présentent l'avantage d'avoir une action « choc » sur la germination des spores, en assurant une libération rapide des ions cuivre qu'ils contiennent. Néanmoins, leur faible résistance au lessivage et surtout leur concentration de 50 % de cuivre métal réserve leur usage aux situations de risque important, sous peine d'atteindre rapidement le « seuil » des 6 kg de cuivre métal.

3 CHOIX VARIETAL ET ALTERNATIVES AU CUIVRE : LE POINT SUR LES EXPERIMENTATIONS

Depuis 2002, une dynamique transfrontalière de recherche en production biologique s'est créée entre le Nord Pas-de-Calais, et les provinces de Flandre occidentale et du Hainaut, en Belgique. Intitulé VETAB, pour « Valoriser l'Expérience Transfrontalière en Agriculture Biologique », ce programme Interreg s'est notamment intéressé à la lutte contre le mildiou de la pomme de terre en production biologique. De 2002 à 2007, des expérimentations ont ainsi été mises en place aussi bien en France et en Belgique, en condition de production biologique. A l'heure du bilan, les enseignements sont multiples : tout d'abord, les possibilités de réduction de doses de cuivre pour lutter contre le mildiou ont été validées, ensuite, un bon nombre de produits alternatifs ont pu être testés et, enfin, le comportement de nombreuses variétés face au mildiou sur le feuillage a pu être évalué en production biologique.

3.1 Utiliser la résistance variétale pour lutter contre le mildiou en production biologique

Avec pour objectif de rechercher les variétés commerciales présentant une résistance suffisante du feuillage au mildiou, et de mesurer sa durabilité dans le temps, des vitrines variétales ont été implantées de 2002 à 2006 au sein de parcelles biologiques de pommes de terre en France et en Belgique. Les attaques de mildiou sur le feuillage sont alors quantifiées par des notations hebdomadaires afin d'établir un classement des variétés selon leur résistance au mildiou (voir le tableau ci-dessous, regroupant la synthèse des observations réalisées durant ces cinq années d'expérimentation).

Tableau 1 : Synthèse pluriannuelle réalisée d'après les vitrines implantées en France et en Belgique, par les partenaires du projet VETAB impliqués dans les expérimentations en pommes de terre

Variété	Résistance au mildiou du feuillage	Type culinaire	Variété	Résistance au mildiou du feuillage	Type culinaire
Agata	Faible	Chair ferme	Junior	Moyenne à forte	Chair ferme
Agnès	Moyenne à forte	Toutes fins	Kuroda	Moyenne	Toutes fins
Agria	Faible	Toutes fins	Laura	Moyenne	Toutes fins
Alowa	Forte	Chair ferme	Marfona	Faible à moyenne	Chair ferme
Alpha	Faible à moyenne	Toutes fins	Markies	Moyenne à forte	Toutes fins
Appell	Moyenne à forte	Frais	Naturella	Moyenne à forte	Frais
Astérix	Faible	Toutes fins	Nicola	Moyenne	Chair ferme
Bambino	Moyenne	Chair ferme	Novella	Faible	Toutes fins
Belana	Faible à moyenne	Chair ferme	Orla	Faible à moyenne	Toutes fins
Binije	Faible	Toutes fins	Presto	Faible	Chair ferme
Biogold	Moyenne à forte	Toutes fins	Raja	Moyenne	Toutes fins
Bondeville	Moyenne à forte	Frais	Ramos	Faible	Toutes fins
Charlotte	Faible	Chair ferme	Recolta	Faible à moyenne	Toutes fins
Cilena	Faible	Frais	Remarka	Moyenne à forte	Toutes fins
Claret	Faible à moyenne	Chair ferme	Roberta	Moyenne	Industrie
Derby	Faible à moyenne	Toutes fins	Rubiastra	Faible à moyenne	Chair ferme
Désirée	Faible à moyenne	Toutes fins	Santana	Faible à moyenne	Industrie
Ditta	Faible à moyenne	Chair ferme	Santé	Moyenne	Toutes fins
Donna	Très faible à faible	Toutes fins	Sarpo Mira	Forte à très forte	Toutes fins
Dorée	Faible	Frais	Spirit	Moyenne à forte	Toutes fins
Eden	Forte	Chair ferme	Steffi	Faible à moyenne	Chair ferme
Exempla	Faible à moyenne	Frais	Terra Gold	Moyenne	Toutes fins
Fresco	Faible	Toutes fins	Toluca	Forte à très forte	Chair ferme
Gasore	Forte	Toutes fins	Tomensa	Faible	Toutes fins
Gloria	Moyenne	Toutes fins	Triplo	Faible à moyenne	Toutes fins
Gourmandine	Moyenne à forte	Chair ferme	Valor	Forte	Chair ferme
Innovator	Faible	Toutes fins	Verity	Faible à moyenne	Toutes fins
Juliette	Moyenne à forte	Chair ferme	Voyager	Moyenne à forte	Toutes fins

3.2 Recherche de produits alternatifs à l'usage du cuivre

Dans le cadre du programme Interreg VETAB, un programme d'expérimentation a également été mis en place avec pour objectif d'apporter des solutions aux producteurs face à la limitation de l'usage de cuivre, afin de réduire son accumulation dans les sols, à 6 kg de cuivre métal par hectare. Ces essais ont comparé l'aptitude de différentes substances, non issues de produits de synthèse chimique, à protéger le feuillage contre les agressions du champignon.

Après un premier criblage in vitro sur feuille détachée, réalisé par un des partenaires du programme, le Centre Wallon de Recherches Agronomiques, les produits ayant présenté une efficacité suffisante au laboratoire ont été comparés au champ. Au total, ce sont 37 produits qui ont été testés en laboratoire. Certaines de ces spécialités sont déjà commercialisées à l'étranger, le plus souvent en faisant valoir un effet positif sur le renforcement de la vigueur de la plante, et parfois même en faisant mention d'un effet de stimulation des défenses naturelles réduisant la sensibilité aux maladies. Toutefois, la plupart d'entre elles ne sont pas homologuées en Europe pour le moment pour la protection des pommes de terre contre le mildiou. Ces résultats d'expérimentations ne tiennent donc pas lieu de préconisations d'utilisation en parcelle.

A l'issue du test en laboratoire de l'ensemble de ces produits, 11 ont montré un intérêt suffisant pour être retenus pour des tests au champ afin de comparer leur efficacité face à celle de la bouillie bordelaise (3 kg/ha). Ces essais ont été mis en place tout au long de ce projet par les

différents partenaires du projet VETAB impliqués dans les expérimentations pommes de terre. Certains produits ont également été testés comme additifs à la bouillie bordelaise. Le tableau ci-dessous regroupe les principaux produits testés ainsi qu'une évaluation de leur efficacité.

Tableau II : Principaux produits testés au champ, retenus après les tests de laboratoire

Nom	Type de produit	Dose de cuivre métal	Efficacité observée au champ*
Référence Bouillie Bordelaise (B.B.) 3 kg/ha	sulfate de cuivre	600 g/ha pour une dose appliquée de 3 kg/ha de produit	Référence
Ecoclearprox + B.B.	eau oxygénée stabilisée + B.B.	0 g/ha pour l'Ecoclearprox	Pas d'amélioration p/r à la B.B. utilisée seule
Glutex CU 90	hydroxyde de cuivre (dose réduite)	400 g/ha pour une dose appliquée de 4 l/ha de produit	Comparable à la B.B.
MycoSin	argile sulfurée, extrait de prêle	0 g/ha	Pas d'efficacité apparente
Penta Cu 55	sulfate de cuivre pentahydraté	7 g/ha	Pas d'efficacité apparente
Pom-PK + B.B.	acides aminés, oligosaccharides, flavonoïdes	0 g/ha pour le Pom-PK	Pas d'amélioration p/r à la B.B. utilisée seule
Proval PK2	phosphanate potassique	0 g/ha	Comparable à la B.B.
Proval PK2 + Solucuire	phosphanate potassique + tallate de cuivre	5 % (utilisé à 2 L/ha) pour le solucuire	Efficacité significativement supérieure à la B.B.
Solucuire	tallate de cuivre	6 % (utilisé à 2 L/ha)	Efficacité intermédiaire
Splinter + B.B.	acides aminés + B.B.	0 g/ha pour le Splinter	Pas d'amélioration p/r à la B.B. utilisée seule
Ulmasud B	poudres de roches et argiles	0 g/ha	Pas d'efficacité apparente
Zonix	rhamnolipides (surfactant biologique)	0 g/ha	Comparable à la B.B.

* Essais conduits dans le cadre du programme Interreg VETAB (2002-2007) pour l'ensemble des partenaires du projet impliqués dans les expérimentations pommes de terre

Il ressort de ces tests qu'à l'heure actuelle, seuls trois produits seraient capables d'offrir une efficacité équivalente à la bouillie bordelaise (à 3 kg/ha) pour lutter contre le mildiou en production biologique. Parmi ces trois produits, deux sont totalement alternatifs au cuivre, puisque Proval PK2 et Zonix ne contiennent pas cet élément.

A noter que la plupart de ces produits ne sont pas homologués pour un usage fongicide sur la culture de pomme de terre en production biologique, Plus d'informations sur ces produits, et sur l'ensemble des produits testés en laboratoire, sont disponibles dans la fiche technique « Produits alternatifs au cuivre », éditée par les partenaires du projet VETAB.

CONCLUSION

L'importance de l'épidémie de mildiou durant la campagne 2007 a eu pour conséquence de remettre en avant les lourdes conséquences que cette maladie peut avoir sur la culture de pommes de terre. Le développement épidémique « explosif » de cette maladie la rend très difficile à combattre lorsque l'épidémie est déclarée en parcelle : c'est pour cette raison que la lutte contre cette maladie, notamment en production biologique où les moyens de lutte en parcelle sont restreints, passe prioritairement par une stratégie d'évitement de l'implantation du parasite dans la parcelle. Le choix d'une variété moins sensible à la maladie est un des premiers critères à prendre en compte, néanmoins il ne doit pas faire baisser la vigilance et la surveillance de la culture, les résistances variétales sont en effet susceptibles d'évoluer dans le temps, par le biais de mécanismes de contournement par le champignon. Concernant la recherche d'alternatives au cuivre, les premiers résultats sont encourageants avec certains produits qui ne contiennent pas de cuivre, ayant montré une efficacité similaire à la bouillie bordelaise. Néanmoins, ce type de spécialité ne permet que de freiner l'extension des symptômes en parcelle, et le respect des mesures prophylactiques reste la base essentielle de la lutte contre le mildiou, en permettant de réduire la quantité d'inoculum primaire responsable de la plupart des contaminations de début de saison.

BIBLIOGRAPHIE

- B. Dupuis (CRA-W), D. Michelante (CRA-W), C. Dereycke (CARAH), C. Ducatillon (CARAH), J. Bruyère (FREDON), L. Dubois (SRPV), S. Duvauchelle (SRPV), I. Vuylsteke (PCBT), L. Delanote (PCBT), fiche technique « *Produits Alternatifs au cuivre - Criblage au laboratoire de remplacement du cuivre pour la lutte contre le mildiou en*

production biologique (2002-2006), et essais d'efficacité au champ (2004-2006) » éditée dans le cadre du programme Interreg III VETAB.

- J. Bruyère (FREDON), C. Dereycke (CARAH), B. Dupuis (CRA-W), I. Vuylsteke (PCBT), fiche technique « *Essais pommes de terre – Utiliser la résistance variétale pour lutter contre le mildiou en production biologique (synthèse 2002-2006) »* éditée dans le cadre du programme Interreg III VETAB.

- FREDON Nord Pas-de-Calais, fiche technique « *Mesures prophylactiques essentielles et bases de raisonnement de la lutte contre les principaux ravageurs et maladies de la pomme de terre »*

POMME DE TERRE

Apports de la génétique à la bio

Intérêts et limites

Le programme de recherche CIAB/ACTA "Ideobiopote" (Idéotypes Bio Pomme de terre) a pour objectifs d'identifier et de définir des idéotypes (= géotypes "idéaux") de pommes de Terre pour la production biologique française. Les trois projets qui se sont succédés depuis 1999 ont ciblé spécifiquement trois aspects clés des modes de production :

- 1) les critères d'adaptation de la pomme de terre à la production biologique, afin de définir des idéotypes variétaux et ainsi rationaliser le choix parmi les cultivars existants, puis, éventuellement, engager des travaux de création variétale spécifique ;
- 2) l'évaluation d'un schéma de production de plants en système bio depuis l'origine du plant et sans recours aux techniques de micro propagation *in vitro* ;
- 3) une première approche de la gestion des attaques de rhizoctone brun en production biologique.



Évaluation variétale pomme de terre, essai bloc.

Par Roland Pellé¹, Mathieu Conseil², Julien Bruyère³, Jérôme Lambion⁴, Fabrice Tréhorel⁵, Jean-Michel Gravouelle⁶, Philippe Laty⁷, Yves Le Hingrat⁷, Emmanuel Guillery⁸, Didier Andrivon⁹, Jean-Eric Chauvin¹, François Le Lagadec², Daniel Ellissèche¹

La réussite d'une production biologique de pomme de terre suppose la maîtrise technique de la culture et une bonne gestion des ravageurs, garantes d'une bonne productivité, et l'aptitude à la conservation des tubercules.

La hiérarchie des affections qui touchent la production de pomme

de terre biologique est différente de la production conventionnelle, mais c'est également le cas d'un site de production à l'autre. Le mildiou (*Phytophthora infestans*), d'importance marginale en zone continentale, est le principal facteur limitant en zone océanique. Le rhizoctone brun (*Rhizoctonia solani*) est un champignon présent dans la plupart des sols et transmis par les tubercules de semences.

La production biologique de pomme de terre repose essentiellement sur des variétés sélectionnées sur des critères d'adaptation à une agriculture conventionnelle recourant à de

¹ Unité Mixte de Recherche Amélioration des Plantes et Biotechnologies Végétales - APBV -, équipe "Pomme de Terre"

² Inter Bio Bretagne (IBB)

³ Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles des cultures (FREDON) du Nord-Pas-de-Calais

⁴ Groupement Régional d'Agriculture Biologique (GRAB) d'Avignon

⁵ Aval Douar Beo

⁶ ARVALIS Institut du Végétal

⁷ Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre

⁸ Association des Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre (ACVNPT)

⁹ Unité Mixte de Recherche Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes - BiO3P-, équipe "caractérisation et gestion durable des résistances"

nombreux intrants et choisies en fonction de leur importance commerciale. Leur succès en production biologique est variable et dépend de l'utilisation de traitements cupriques et d'itinéraires techniques adaptés, permettant de compenser leur niveau généralement faible de résistance au mildiou. Ces variétés ne répondent pas toujours aux exigences des producteurs biologiques en matière d'aptitude à la conservation ou de qualité culinaire. De plus, faute de plants issus d'un schéma spécifique bio, les producteurs utilisent encore des plants issus de sélection conventionnelle et multipliés, pour la dernière génération seulement, selon un itinéraire technique bio.

Quels idéotypes variétaux de pomme de terre pour l'AB ?

Entre 2000 et 2002, le comportement de 96 cultivars et génotypes INRA a été évalué en conditions de culture biologique sur la PAIS¹⁰. Dans le matériel de départ, choisi pour couvrir une large gamme de caractères (précocité, résistance au mildiou, aptitude à la conservation...), certains cultivars ont montré une relative adaptation à la production biologique. Le principal résultat de cette étude est que les variétés les plus résistantes au mildiou du feuillage sont les plus productives, les plus aptes à la conservation, et les plus tardives. Le principal facteur limitant de cet essai mené en climat océanique est le mildiou. En conditions continentales (Allemagne), une autre étude a mis en évidence l'importance de la nutrition azotée des plantes en tant que facteur limitant de la production de pommes de terre biologique.

Afin de compléter la description

¹⁰ PAIS : PLATEFORME AGROBIOLOGIQUE D'INTER BIO BRETAGNE À SUSCINIO (MORLAIX - FINISTÈRE)



Différence de sensibilité variétale au mildiou du feuillage. A gauche variété tolérante au mildiou, à droite variété sensible.

La production biologique de pomme de terre repose essentiellement sur des variétés sélectionnées sur des critères d'adaptation à une agriculture conventionnelle recourant à de nombreux intrants et choisies en fonction de leur importance commerciale.

d'idéotypes variétaux de pomme de terre adaptés à l'agriculture biologique, il est donc apparu nécessaire de mener une expérimentation en plusieurs lieux, en prenant également en considération les caractères de qualités et les résistances aux virus. Cette étude a donc été réalisée dans 5 départements (22, 29, 45, 62, 84) pendant 2 ans, dans des conditions agro-climatiques diverses. Elle porte sur 9 cultivars présentant une gamme variée de précocité et résistance au mildiou du feuillage, et cultivés selon 2 modes de production (itinéraire "production de plants" ou itinéraire "production de pomme de terre de consommation").

Dans les essais "consommation", les résultats mettent en évidence un effet lieu (influence du terroir et/ou des pratiques culturales), et des interactions génotype x environnement, en particulier pour certains caractères de qualité (teneur en matière sèche et en sucres réducteurs, noircissement après cuisson, *Figure 1*). En climat océanique, favorable au développement du mildiou, les variétés choisies pour leur résistance se sont avérées les plus productives et donc les mieux adaptées (*Figure 2*). Dans d'autres lieux, des différences de

précocité et de productivité apparaissent (*Figure 3*), ce qui signifie que d'autres caractères sont impliqués.

Éléments pour un schéma de production de plants bio

Dans les essais "plants", le taux de contamination par PVY (virus Y de la pomme de terre) varie de 0 à 8% (= qualité très moyenne des plants) en fonction du lieu et de la variété, ce qui confirme l'importance de ces deux facteurs pour la réussite d'un schéma bio de production de plants.

Une étude précédente, comparant l'origine des plants et plusieurs variétés, avait montré qu'il est possible de produire des plants bio (au moins pendant une ou deux générations), et que la qualité sanitaire des plants produits (notamment en ce qui concerne le PVY) est indépendante de l'itinéraire technique (bio ou conventionnel).

Ces résultats mettent cependant en évidence la nécessité de se placer dans des conditions agro-climatiques favorables à la production de plants, de prendre en compte les différences de sensibilité variétale aux viroses, et de mettre en œuvre des pratiques culturales limitant les risques de contamination par divers ravageurs (utilisation de plants prégermés par ex.).

Maîtriser le rhizoctone : un défi difficile

Le rhizoctone brun (*Rhizoctonia solani*) est une préoccupation grandissante pour les producteurs bio de pomme de terre. C'est la seconde contrainte parasitaire après le mildiou. Une enquête et des prélèvements ont montré qu'une très grande majorité des parcelles et des lots de tubercules s'avèrent infestés par *R. solani*. La contamination d'un sol sain par la simple plantation de tubercules infectés, même faiblement, augmente la difficulté de mettre en place des mesures prophylactiques. Aucune méthode ne s'avère pour le moment efficace pour lutter contre ce parasite.

Discussion

● Caractères clés d'un idéotype de pomme de terre bio

Le but de notre étude était d'identifier les caractères clés de l'adaptation de la pomme de terre à la culture biologique à partir de l'expérimentation d'un certain nombre de variétés, ce qui permet aussi de savoir si certaines d'entre elles sont performantes pour ce type de culture et en fonction du terroir. Les caractères définis *a priori* en fonction des spécificités de l'agriculture biologique (résistance au mildiou, aptitude à la conservation, maturité) ont confirmé leur importance. Ainsi, la tolérance au mildiou d'une variété influence fortement le rendement brut, et sans doute la conservation. L'importance mondiale du mildiou et les restrictions d'usage des produits fongicides cupriques obligeront à faire de la résistance à ce parasite un critère de choix variétal, dans les zones au climat favorable aux attaques précoces et sévères. Le type de maturité que devrait posséder un génotype pour sa bonne adaptation à l'agriculture biologique pose question. La tardiveté influe sur la vigueur des plantes, et sur la résistance au mil-

diou (capacité à développer de nouvelles feuilles après une attaque de mildiou). Les variétés tardives sont également plus productives. Les inconvénients de ces variétés à cycle végétatif long et tubérisation tardive semblent pondérés du fait d'une moindre fertilisation en agriculture biologique. L'étude multi-locale montre par ailleurs des variations dans l'échelonnement des maturités en fonction des lieux et des pratiques. Des différences de tolérances à certains stress abiotiques (sécheresse,

déficit en éléments minéraux..) semblent modifier l'échelonnement habituel des maturités. Des études complémentaires (sur plusieurs années, lieux et variétés) sont nécessaires pour vérifier cette hypothèse.

CONTACTS
 Roland.Pelle@rennes.inra.fr,
 mathieu.conseil@educagri.fr

● **Sélectionner des variétés de pomme de terre pour l'AB ?**
 La sélection de variétés adaptées à l'agriculture biologique nécessite de revoir la hiérarchie des caractères à sélectionner et de se préoccuper d'améliorer les ca-

Figure 1 - Variabilité de la teneur en matière sèche des tubercules chez 9 variétés de pomme de terre - expérimentées dans 3 lieux en conditions d'agriculture biologique (2006)

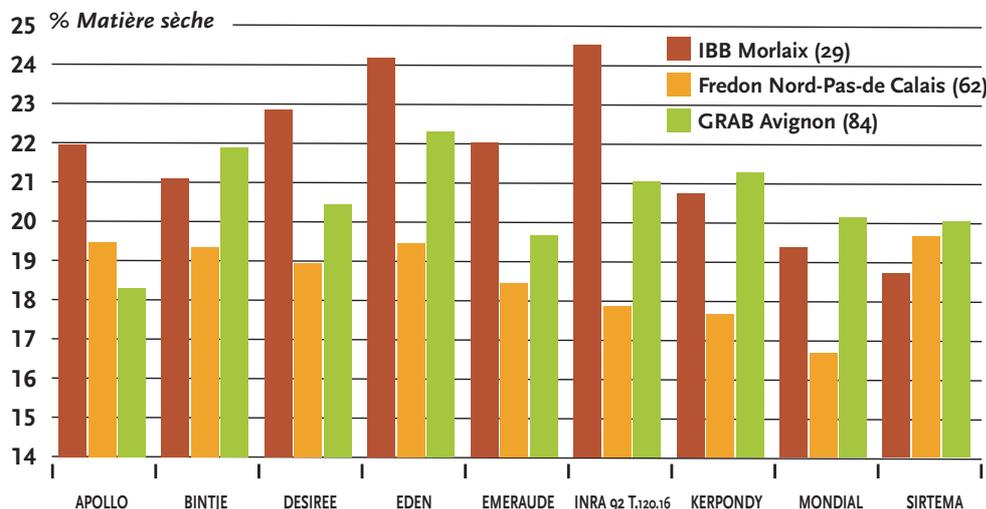
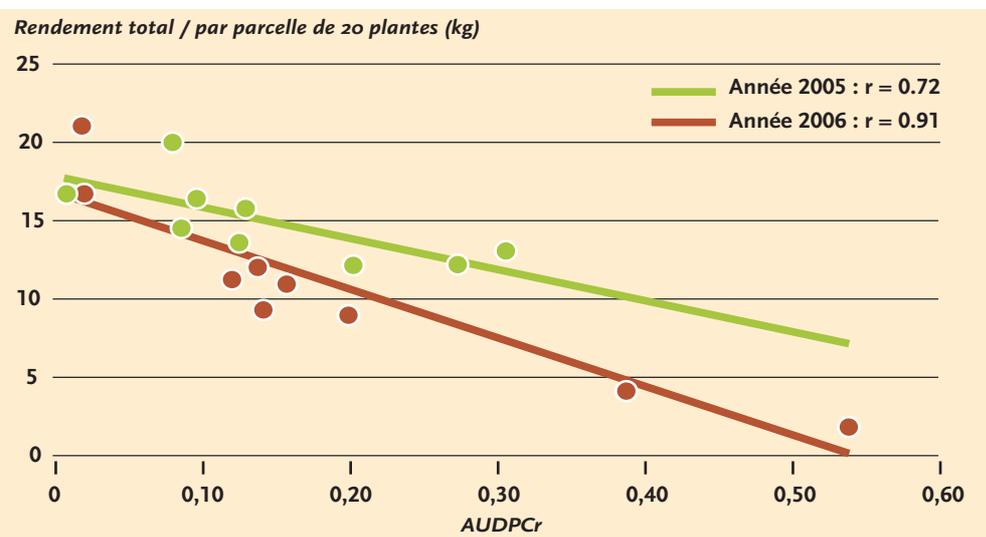
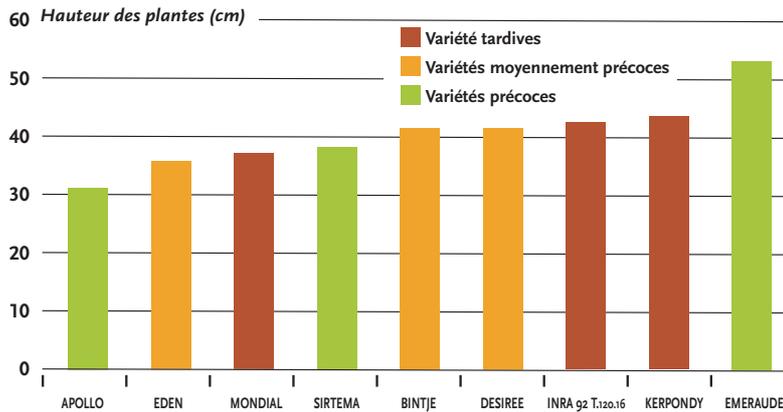


Figure 2 - Corrélation entre résistance au mildiou et rendement total chez 9 variétés de pomme de terre expérimentés dans des conditions d'agriculture biologique en climat océanique (Suscino, 2005 et 2006).



Une aire sous la courbe de progression de la maladie (AUDPCr) faible traduit un bon niveau de résistance alors qu'une valeur élevée indique une forte sensibilité. Une corrélation est d'autant plus forte que son coefficient r est plus proche de 1.

Figure 3 - Hauteur finale des plantes de 9 variétés de pomme de terre en conditions d'agriculture biologique (GRAB Avignon, 2006).



La hauteur des plantes traduit la durée de leur cycle de végétation. En agriculture conventionnelle, les plantes des variétés tardives sont les plus hautes ; ce n'est pas le cas dans la situation ci-dessus.

ractères de résistance avant de sélectionner pour les caractères commerciaux (aspect). Par ailleurs, certains problèmes parasitaires, tels que ceux liés au rhizoctone, ne peuvent être résolus par la voie génétique, du fait de la variabilité étroite et des niveaux de résistance très faibles chez la pomme de terre.

de ces plants soit acceptable. Pour cela, le niveau de résistance des variétés aux contaminations virales sera un facteur déterminant : c'est donc un caractère de plus à prendre en compte dans le choix des variétés à cultiver ou dans la définition des idéotypes

Conclusion

Cette étude se basait sur deux hypothèses. Celle des chercheurs était que la génétique pouvait contribuer à la réussite de l'agriculture biologique, en particulier par l'apport de résistances aux bioagresseurs et de tolérances aux stress agro-climatiques. Celle de professionnels était que des variétés existantes ou nouvelles pouvaient être adaptées et performantes si elles sont choisies en fonction de leur tolérance aux facteurs limitants présents dans un terroir donné. Nos résultats plaident en faveur d'une création variétale dédiée, sur la base d'au moins deux idéotypes, afin d'apporter à l'agriculture biologique des variétés plus performantes et spécifiques. Mais le marché bio est aujourd'hui limité et peine à attirer l'intérêt des sélectionneurs. Parmi les recherches à poursuivre, à côté de l'amélioration génétique de la résistance aux bioagresseurs de la pomme de terre, la nutrition minérale (en particulier la dynamique de l'azote) et l'alimentation en eau sont à étudier. Pour garder toute leur pertinence et leur efficacité à ces recherches, les collaborations en réseau ont montré leur efficacité et sont à pérenniser. De ces recherches dédiées à l'agriculture biologique pourrait émerger un concept de cultivar économe contribuant à la durabilité des productions végétales et au respect des équilibres agro-environnementaux. Sur l'autre plan de notre hypothèse, l'étude multilocale mériterait d'être approfondie et développée sur un nombre plus important de sites afin de pouvoir comparer, non seulement l'adaptation de variétés existantes aux milieux et aux terroirs, mais encore d'engager des travaux sur une meilleure connaissance d'un troisième facteur (non étudié ici), qui est l'importance des itinéraires techniques en agriculture biologique.

● Faisabilité d'un schéma de production de plants bio

Un schéma de production de plants bio nécessite d'installer les cultures dans un environnement défavorable à la pullulation des parasites et ravageurs et en particulier à celle des pucerons disséminateurs des maladies à virus. Il faut bien sûr que le matériel végétal issu des générations précédentes soit d'un très haut niveau de qualité sanitaire. L'intégration du bouturage *in vivo* à la place du bouturage *in vitro* paraît possible, mais il nous manque une expérimentation de longue durée pour définir le nombre maximal de générations possibles dans un schéma de production de plants intégralement bio. Il s'agit là de maintenir un état sanitaire correspondant aux normes réglementaires de certification pendant un nombre de générations suffisamment élevé pour que le coût de revient

PAYZONS FERME



Les pionniers du plan bio depuis 1980

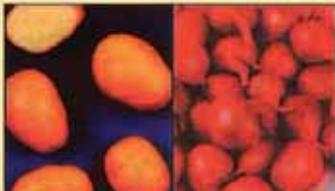


32 variétés de pomme de terre.
(aniel, apollo, ariane, belle de fontenay, bf 15, binjtr, catarina, charlotte, claustar, désiré, eden, émeraude, fin de siècle, fleur de mai, frégate, gourmandine, josé, kemere, kerpondy, naturella, nicola, ostara, ratte, rosa, rosabelle, roseval, rubis, safrane, sirtema, spunta, viola, et quelques vieilles variétés de collection).

9 Producteurs de plant de pomme de terre et de semences d'échalotes.
Origine Bretagne-certification GNIS.

Productions issues de l'agriculture biologique.
Certification ECOCERT et QUALITÉ France.

4 variétés de plan d'échalote :
(longor, mikor, jermor, vigarmor)



Pomme de terre de consommation à partir du mois de SEPTEMBRE.
Livraison sur toute la France.

LES DEUX CROIX-56300 NEULLIAC
Tél.: 02 97 39 65 03 - Fax: 02 97 39 64 93
e-mail : payzons.ferme@wanadoo.fr

LA PROTECTION CONTRE LA MOUCHE DE LA CAROTTE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE : QUELS MOYENS ?

F. Villeneuve(1), M. Legrand(2) , G.Roy(2)

(1) : Ctifl - Centre de Lanxade 24530 Prignonrieux, villeneuve@ctifl.fr

(2) : FREDON Nord Pas de Calais 21 Rue Becquerel BP 74 62750 Loos en Gohelle ;
mickael.legrand@fredon-npdc.com

RESUME

La mouche de la carotte (*Psila rosae*) est le ravageur le plus redoutable pour les cultures de carotte en provoquant principalement des dégâts souterrains. L'insecte hiverne sous forme de pupes dans le sol et a trois vols successifs par an. Dans les parcelles, seules les femelles sont présentes en fin de journée. Ce ravageur peut effectuer son cycle sur la quasi-totalité des apiacées cultivées ou sauvages. Le risque est évalué à partir de piégeages dans les parcelles qui renseignent sur les périodes de vols. Par contre, la qualité du piégeage pour les deuxième et troisième vols, est insuffisante pour connaître le risque exact à la parcelle. Les stratégies de protection vont dépendre du type de carotte et des cycles culturaux. De nombreuses techniques de protection ont été testées avec plus ou moins d'efficacité : résistance variétale, semis sous couvert, changement de date de semis, utilisation de substances répulsives, filets de protection, barrières verticales...

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'agriculture biologique, la protection contre les mouches des légumes est particulièrement difficile. D'abord ces ravageurs présentent des biologies spécifiques rendant difficile la mise en œuvre des moyens traditionnels de protection. Ensuite, la prévision des risques est singulièrement délicate. Pour les producteurs de carotte, la mouche de la carotte est un ravageur très fortement préjudiciable aux cultures.

Depuis de nombreuses années des recherches ont été effectuées pour trouver des moyens de protection suffisamment efficaces et compatibles avec le mode de production.

1 SYMPTOMES ET DEGATS

La mouche de la carotte engendre des dégâts souterrains ayant pour conséquences visibles une modification du comportement de la plante : perte de vigueur, jaunissement des feuilles de la base et rougissement du feuillage. Ce phénomène, propre à toutes les manifestations parasitaires sur la carotte, oblige à examiner attentivement l'évolution de la racine.

Sur toutes jeunes carottes, les attaques de mouche peuvent provoquer la destruction des jeunes plantes, un arrêt de croissance et la déformation des racines qui deviennent courtes, étranglées et/ou fourchues.

Sur jeune carotte, le premier symptôme s'observe sur les radicules et se caractérise par des points rouille à l'extrémité de la racine. Ces points rouille, que l'on peut repérer quinze jours après le début du vol des mouches adultes, correspondent en fait aux attaques du premier stade larvaire. Par la suite, au fur et à mesure de leur développement, les larves du deuxième et troisième stade établissent dans l'axe principal de la carotte un réseau de mines qui sont, généralement, réparties sur toute la racine, ou plus superficielles à proximité du collet à l'automne. Au printemps et au début de l'été les galeries ne s'accompagnent généralement pas de pourritures secondaires. Par contre à l'automne et l'hiver, les galeries présentent une coloration noirâtre liée au développement de pourritures diverses.

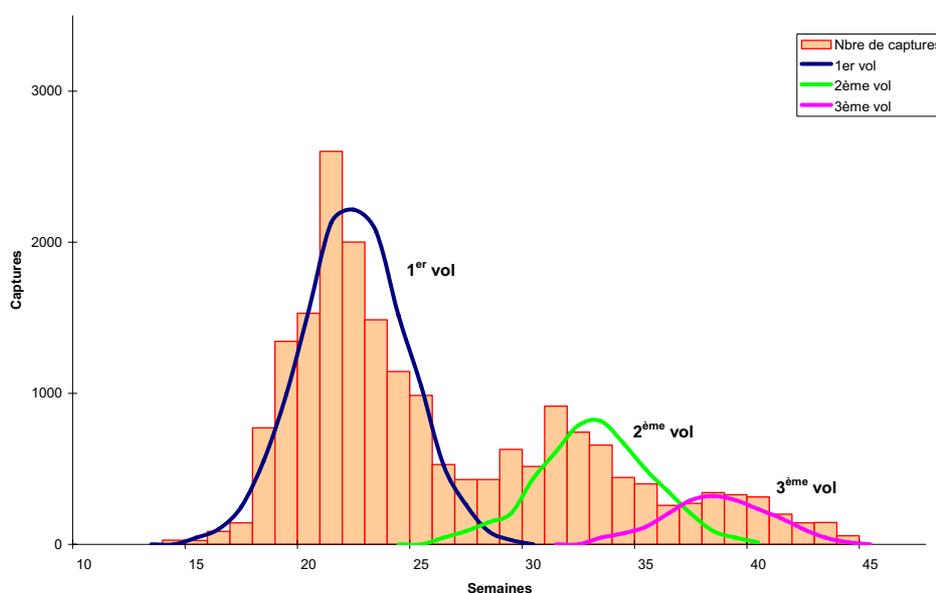
2 ELEMENTS DE BIOLOGIE

La mouche de la carotte, de quatre à cinq mm de long, est facilement reconnaissable : un corps noir brillant, des pattes entièrement jaunes pâles, des ailes hyalines plus longues que l'abdomen à nervures jaunâtres, une tête brun rougeâtre.

Les œufs blancs mesurent 1 mm sur 0,4 mm. On les trouve généralement en groupes ou isolés, à l'intérieur des crevasses du sol et exceptionnellement dans le sillon supérieur du pétiole de la carotte. Les femelles ont une bonne fécondité (42 ovarioles en 1 fois) et sont capables de pondre une seconde série d'œufs, voire une troisième lorsqu'elles trouvent une alimentation riche en protéines, soit un total maximum de 120 œufs par femelle. Le temps d'incubation de l'œuf est de l'ordre de 5 à 15 jours en fonction de la température (129 degrés-jours avec pour base zéro 3,1°C). La première ponte peut être prête dès le 2^e jour, la deuxième dès le 6^e et la troisième vers le 12^e (Brunel, 1979). Le comportement de ponte a été assez bien étudié : la femelle est attirée par la couleur du feuillage de la carotte ; elle identifie la plante par les substances volatiles émises par les feuilles ainsi que par les poils sensoriels situés sur ses pattes et à l'extrémité de son abdomen. Après avoir reconnu la plante, la femelle volette de feuille en feuille et vers le sol où elle dépose alors ses œufs. La distance de ponte par rapport à la plante peut atteindre 40 à 60 cm soit la totalité de l'interligne d'une culture de carotte. Les œufs sont extrêmement sensibles à des températures supérieures à 25°C qui provoquent une forte mortalité (Freuler *et al.*, 1982).

Les jeunes larves sont attirées à la fois par les racines qui émettent du CO₂ (Städler, 1971), mais aussi par des substances volatiles émises par les racines des plantes hôtes (Jones et Coaker, 1977). La larve âgée mesure en fin de développement entre 8 et 10 mm de long. Elle se trouve dans les galeries au cœur même de la racine de la carotte. Quoique peu mobile, elle est capable de passer d'une racine à une autre. En fin de développement, les larves quittent leurs lieux de croissance pour se transformer en nymphes dans le sol à quelques centimètres de la racine. La durée des stades larvaires à 20°C est de 8,2 jours pour le premier stade L₁, de 12,1 jours pour le deuxième stade L₂ et de 19,3 jours pour le troisième L₃. La température optimale de la L₁ est de 17-18°C, alors qu'elle est de 13-15°C pour la L₃ (Städler, 1971).

Figure 1 : Vol de la mouche de la carotte dans l'Ouest de la France, somme des captures *Psila rosae* de 1963 à 1975, Brunel, 1992.



La mouche de la carotte hiverne sous forme de puppe dans le sol. La puppe brun jaunâtre mesure environ 5 mm sur 1,2 mm et présente un méplat à la partie antérieure. Les premiers adultes peuvent émerger dès le mois de mars lorsque la température du sol est supérieure à 11,5-12°C, mais le premier vol s'échelonne, selon les régions et les conditions climatiques, d'avril à juin. Le

deuxième vol (adultes de la première génération) a lieu en juillet-août. Le troisième et dernier vol s'échelonne de fin août à début novembre si les conditions climatiques sont favorables. Seules les femelles se déplacent et vont dans les parcelles de préférence en fin de soirée, avant de retourner dans les zones abris à la tombée du jour.

La température optimum de développement se situe entre 18 et 22°C. Les vols sont nuls pour des températures inférieures à 7°C ou supérieures à 25°C et les vols sont réduits par temps sec ou très venteux.

Les capacités de vol sont loin d'être négligeable, les travaux de R. Collier ont montré de capacités de déplacement de l'ordre de 2 km.

3 CONDITIONS ET FACTEURS FAVORISANTS

Les risques d'attaques sont d'autant plus importants que la culture de carotte est faite plusieurs années de suite sur une aire limitée (parcelles contiguës) avec présence d'un environnement favorable (présence de haies de feuillus). La présence de haies semble favoriser le comportement des mouches adultes en permettant le rassemblement des sexes. Aussi, certains chercheurs préconisent de privilégier la culture sur des parcelles de grandes dimensions. Par ailleurs, l'insecte profite également des facteurs qui sont favorables à la culture : sol frais, riche en matières organiques et se réchauffant facilement. Les travaux d'Ellis ont mis en évidence les capacités de la mouche de la carotte à effectuer son cycle sur la quasi-totalité des Apiacées qu'elles soient sauvages ou cultivées. La présence d'Apiacées durant toute l'année concourt au développement de toutes les générations de mouches et favorise l'apparition de pullulations importantes selon un cycle de sept-huit ans. Le nombre des ravageurs est limité lorsque le temps entre deux cultures limitrophes est le plus long possible.

L'expérience montre l'importance du premier vol, sur l'intensité des risques liés aux 2^{ème} et 3^{ème} vols. Si les mouches du premier vol ne trouvent pas de conditions favorables pour leur développement (absence de plantes hôtes, conditions climatiques trop chaudes et sèches...) les générations suivantes sont largement plus faibles, sans être nulles.

Les étés chauds et secs ne favorisent pas cet insecte. Pour se protéger, notamment lorsque la température est supérieure à 22 °C, il déclenche un arrêt de développement (dit "quiescence"), qui permet aux pupes d'attendre des températures plus favorables à leur développement.

4 LA PREVISION DES RISQUES : UN ART DIFFICILE

La protection contre ce ravageur passe par la détection des vols de mouche de la carotte qui varient fortement en fonction des années, des conditions climatiques du moment et de l'environnement des parcelles. Aujourd'hui cette prévision des risques peut se faire en utilisant un modèle mathématique basé sur la biologie de la mouche et les données météorologiques mais le piégeage, reste indispensable.

4.1 Les pièges chromatiques

Le piégeage a été largement étudié dans différents pays : France, Suisse, Allemagne, Pays-Bas, Grande-Bretagne, Danemark, Pologne, Canada... Il existe un certain consensus sur la technique à appliquer. La technique de piégeage est basée sur l'attractivité des couleurs. La couleur jaune bouton d'or (ICI 229) est la plus efficace, mais il existe plusieurs teintes de pièges commercialisés. Actuellement, pour des raisons de facilité, il est convenu en Europe d'employer 5 pièges par parcelle (maximum 2 ha) répartis sur une ligne de 10-12 m à une distance de 5 à 7 m de la bordure de la parcelle.

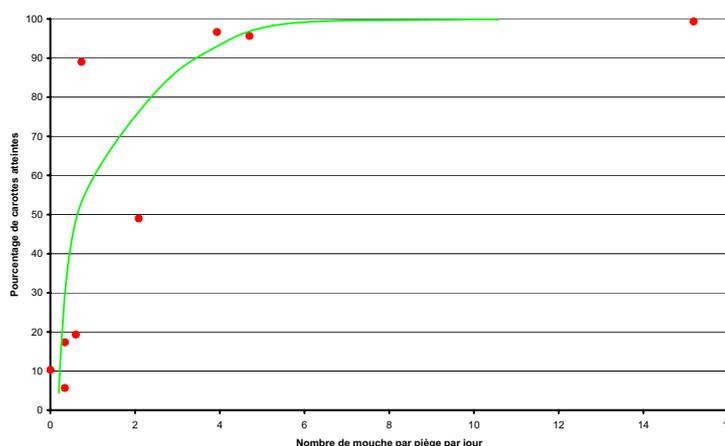
Le piège à glu, plaque de 20 X 20 cm, est placé sur un piquet au-dessus du feuillage (10 cm). Lorsqu'il y a présence de haies en bordure, il est possible d'incliner à 45° les pièges et d'engluer la face inférieure (face au feuillage). Par contre, la comparaison effectuée depuis 3 ans par le Sileban

montre qu'il n'y a pas de différence de niveau de piégeage entre un piège incliné et un piège vertical englué sur les 2 faces. En l'absence de haies, il est préférable que le piège soit vertical, face au vent dominant. Pour faciliter les relevés, il est possible de fixer une feuille de plastique rigide qui est engluée et renouvelée à chaque lecture, ce qui réduit les problèmes de nettoyage des plaques et facilite l'identification.

Ces pièges, régulièrement relevés (une à deux fois par semaine), permettent de donner une information sur la présence relative des populations en place tout au long de l'année. La courbe de vol, ainsi obtenue, offre la possibilité d'assurer une prévision des risques sur la base d'un niveau d'insectes capturés et de la date de récolte.

Des comptages de mouches en vol dans les parcelles ont montré que les captures pouvaient varier de 5% à 1‰ en fonction des conditions météorologiques (Brunel et Rabasse, 1975). Il faut bien se rappeler que le piégeage est passif, et malheureusement il n'existe pas de relation établie entre les niveaux de capture par le piégeage et d'une part, la population existante, et d'autre part, les dégâts. Pour exemple, dans un essai mené au Sileban en 1998 qui consistait à exposer des parcelles pendant une période de 7 jours aux vols de mouches, et en l'absence de traitements, nous avons eu plus de 90% de carottes véreuses avec des effectifs de mouches piégées allant de 0,7 mouche par piège par jour jusqu'à 15,2 mouches par piège par jour.

Figure 2 : Relation entre le nombre de mouches capturées et le pourcentage de dégâts en l'absence de traitements, résultats Ctifl/Sileban



De nombreux facteurs vont intervenir :

- Une culture de carotte ne présente pas la même attractivité tout au long de la culture. L'attractivité est maximum lorsque les feuilles de carotte atteignent 5 à 20 cm de hauteur (Brunel, 1971).
- A stade de développement identique, les différentes Apiacées cultivées ne présentent pas le même niveau d'attractivité. En septembre, lorsque les carottes ont atteint le développement foliaire maximum, le panais est plus attractif que la carotte (Brunel, 1971).
- Des observations en laboratoire tendent à montrer que la ponte est stimulée lorsque les mouches sont nombreuses.
- Les insectes sont capables de pulluler lorsque les conditions climatiques sont propices, y compris tôt ou tard en saison (Brunel, 2001).
- La plus grande attractivité de la culture de carotte se situe entre 1 et 6 heures avant le coucher du soleil. Les conditions optimales de ce rythme endogène sont : température entre 18 et 20°C, humidité relative 75%, vitesse du vent inférieure à 3 Beaufort et lumière présentant une proportion importante de longueurs d'ondes supérieures à 550 nm (= soleil bas) (Wakerely, 1963 ; Brunel et Rahn, 1971). Néanmoins, une certaine activité peut être observée le matin vers 7h00, mais nettement moins importante qu'en soirée (Städler, 1972).

- Le déplacement vers les cultures se fait de préférence à une altitude de vol de 80 cm (Städler, 1972).

Diverses études ont été menées pour améliorer le piégeage (positionnement des pièges, adjonction de substances attractives, piège girouette...).

4.2 Les modèles mathématiques

Aujourd'hui, il existe, au moins, 3 modèles de prévision des risques de mouche de la carotte : un modèle anglais appelé Morph mis au point par R. Collier et qui est accessible sur le site du HRI de Wellesbourne (accès payant). Ce modèle a été expérimenté dans le Nord de la France par la FREDON Nord-Pas de Calais. Les simulations du modèle permettent d'intégrer la date d'exposition de la culture et de prévoir correctement les périodes de vols. Le piégeage reste toutefois indispensable. D'un point de vue méthodologique, le nombre de mouches piégées est en général insuffisant pour décrire la totalité des prévisions de vols. Un modèle développé par la société hollandaise Plant Plus (DACOM Plant service) est également disponible dans une offre globale de prévisions des risques. Pour le moment ce modèle ne semble pas donner satisfaction dans le Sud-Ouest (Poissonnier, Com. Pers.). Enfin il existe un modèle allemand, Swat, élaboré par M. Hommes qui est accessible gratuitement via Internet. De nombreux travaux sont en cours sur ce modèle. Un minimum d'adaptation des seuils est nécessaire pour avoir un bon calage dans les diverses zones de production. Les premiers résultats montrent que c'est un très bon complément du piégeage, en particulier lorsque les niveaux de piégeage sont faibles (Villeneuve *et al.*, 2006 ; Poissonnier *et al.*, 2007).

LES STRATEGIES DE PROTECTION

Les stratégies de protection contre la mouche de la carotte ont fait l'objet de nombreuses recherches tant sur le plan des méthodes chimiques que des méthodes alternatives, en particulier du fait de la difficulté de mettre en place une protection efficace.

Compte tenu de la difficulté de se protéger contre la mouche de la carotte à l'aide d'insecticides, en production biologique comme en production conventionnelle avec des substances chimiques, des recherches ont porté depuis longtemps sur les techniques alternatives.

En agriculture biologique, l'objectif des stratégies de protection doit être avant tout de retarder autant que possible l'exposition de la culture au ravageur en particulier au vol de 1^{ère} génération, puis si nécessaire d'en limiter l'incidence. Pour cela diverses techniques ont été testées ou sont encore en cours d'évaluation. Elles s'appuient sur les principales caractéristiques biologiques du ravageur.

4.3 L'éloignement des zones fortement infestées

Nous l'avons vu, le nombre des ravageurs est limité lorsque le temps entre deux cultures est le plus long possible. Ainsi, lorsque cela est réalisable (par exemple par des échanges de terres), il conviendra d'éloigner les parcelles des zones fortement infestées l'année précédente.

4.4 La date de semis

Les carottes semées après le 15 juin échappent aux attaques de la première génération ce qui peut avoir comme conséquence de diminuer le risque sur les 2^e et 3^e vols, sans l'annuler. Néanmoins, pour approvisionner le marché précocement avec des carottes de qualité cette recommandation est difficile à suivre.

4.5 L'utilisation de filets de protection

Moyennement quelques précautions, cette technique peut donner de bons résultats,. Outre le coût important de cette technique et les problèmes de tenue au vent, les essais effectués par le Sileban et la Sérail montrent des problèmes d'étiollement des cultures, de carottes plus courtes, et dans certains cas, des problèmes phytosanitaires foliaires plus importants (Lepaumier *et al.*, 2000 ;

Lepaumier *et al.*, 2001 ; Verolet J.F. et Thicoïpe J.P., 2001 ; Demeusy et Berry 2005 a). Les voiles rendent également fastidieuses les interventions de désherbage. Afin de limiter ces inconvénients, l'utilisation des voiles peut être limitée aux périodes de vols, notamment en ciblant le premier vol. Les essais mis en œuvre dans le Nord Pas-de-Calais montrent qu'il est alors possible de retarder le vol de 2^{ème} génération et d'en limiter l'amplitude mais pas de l'annuler complètement. Cette technique permet d'éviter de laisser en place les filets pendant les périodes les plus chaudes de la saison, ce qui peut s'avérer très préjudiciable pour la culture.

Tableau 1 : effet sur le 2^{ème} vol en fonction de la durée de protection contre le 1^{er} vol (essais FREDON Nord Pas-de-Calais 2005)

site	Dates du 1 ^{er} vol	Date de retrait des voiles	Début du 2 ^{ème} vol
Nampont St Martin	19/5 ->23/6	Pas de voile	11/7
Guînes	16/6->27/6	Pas de voile	14/7
Vron	23/5->20/6	Pas de voile	25/7
Les Essars (AB)	22/4->1/7	25/5	22/7
Bois-Grenier (AB)	10/5->8/7	15/7	9/8
Clairmarais	6/5->17/6	28/7	16/8

Cette technique est difficile à appliquer aux parcelles de grande taille.

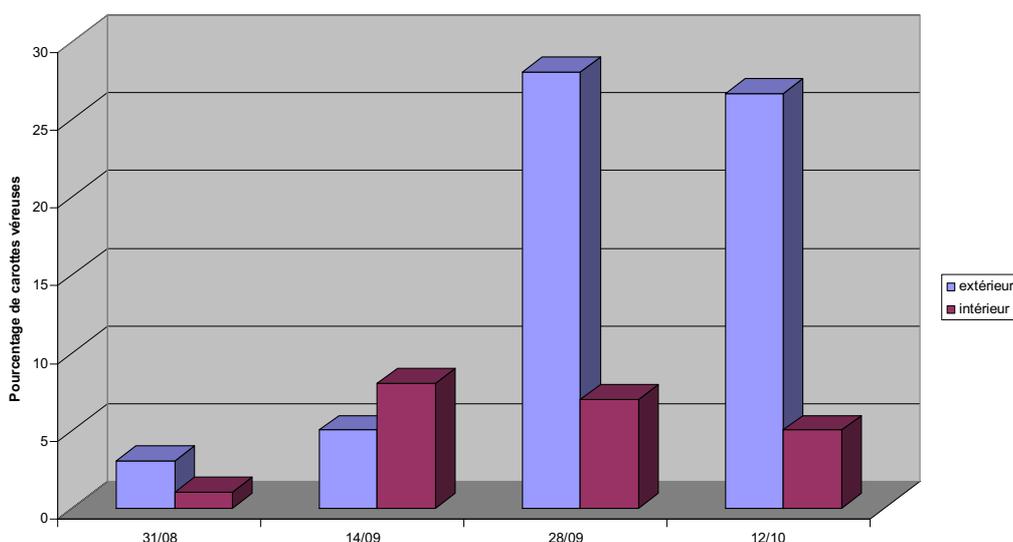
4.6 L'utilisation de substances répulsives

L'utilisation de substances répulsives a été tentée (Heliosol ou décoction de poireaux) mais les résultats obtenus ne sont pas probants (Lepaumier *et al.*, 2000, Lepaumier *et al.*, 2001).

4.7 L'utilisation de filets périphériques verticaux

Compte-tenu de la particularité de vols de la mouche de la carotte, faible altitude au-dessus des cultures (Städler, 1972), des chercheurs canadiens (Vernon et McGregor, 1999) et suisses (Wyss et Daniel, 2004) ont supposés qu'en dressant un obstacle sur leur route avec un surplomb (barrières verticales), il était possible de protéger les cultures. Les premiers résultats en France ne sont pas toujours probants : outre le coût très élevé, la protection s'avère parfois insuffisante avec des difficultés de tenue au vent (Demeusy et Berry 2005 b). Les résultats peuvent toutefois être très prometteurs comme ce fut le cas dans le Nord Pas-de-Calais en 2006. En Allemagne des résultats similaires ont été trouvés.

Figure 3 : évolution des attaques de mouche de la carotte sur l'essai de protection périphérique Clairmarais 2006 - résultats FREDON Nord Pas-de-Calais



4.8 Les cultures associées

L'idée est de mettre en place 2 cultures différentes pour réduire les risques, en particulier en modifiant l'attractivité de la culture. Les tentatives françaises n'ont pas données de résultats satisfaisants : dans le cas d'association avec des oignons, les carottes fendues sont plus nombreuses et l'on enregistre une réduction du calibre (Verolet, 2000 ; Demeusy et Thicoïpe, 2002).

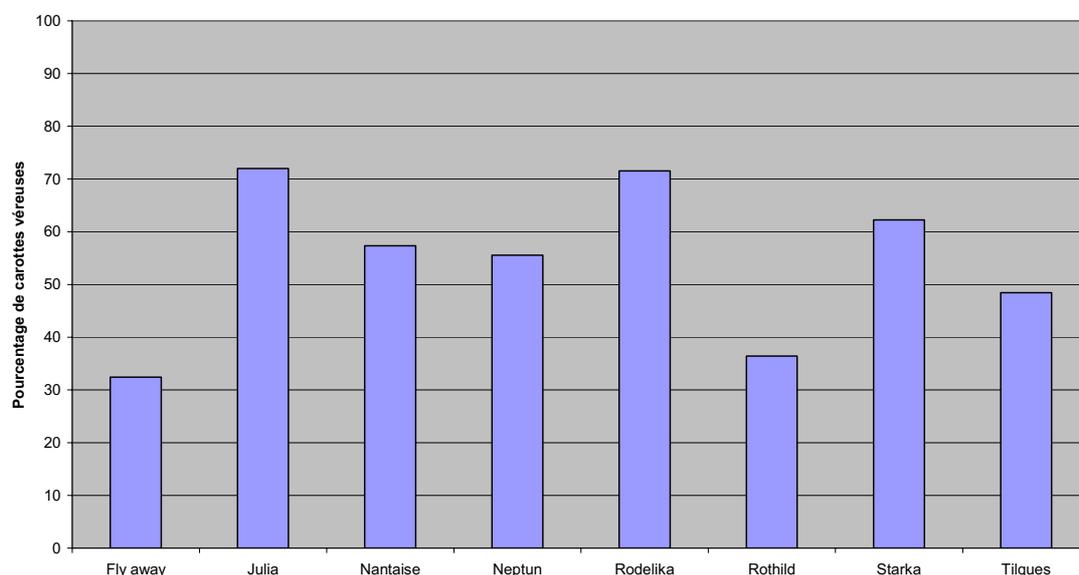
4.9 Le semis sous couvert

Cette technique consiste à implanter la culture de carotte en même temps ou après qu'une autre plante destinée à "dissimuler" l'odeur des carottes (culture de céréales par exemple). Cette deuxième culture est détruite rapidement avant que ne puisse se mettre en place une concurrence trop importante. Cette technique peut permettre d'éviter la protection au moment de l'implantation de la culture et n'a pas été expérimenté en France. Des résultats encourageants ont été obtenus aux U.S.A. (Muehleisen *et al.*, 2002).

4.10 Les variétés résistantes ou tolérantes

Des travaux ont été entrepris depuis de nombreuses années sur la recherche de variétés résistantes à la mouche de la carotte, ils ont permis de mettre en évidence des gènes de résistance dans des espèces sauvages proches de la carotte cultivée telles que *Daucus capillifolius*. Aujourd'hui quelques variétés d'intérêt commercial présentent une résistance intéressante mais qui reste très partielle, et d'un niveau insuffisant pour se passer de protection. En outre les résultats peuvent être contradictoires pour certaines variétés d'une année sur l'autre. Une des limites réside dans la difficulté à mettre en place des screening permettant de discriminer correctement les variétés et les lignées.

Figure 4 : évaluation de la tolérance variétale
essai FREDON/PLRN 2005



4.11 L'utilisation des auxiliaires : rôle des parasites et prédateurs

Cette voie a, pour le moment, été peu explorée, d'une part du fait que peu de parasitoïdes ou prédateurs ont été mis en évidence sur la mouche de la carotte, et d'autre part de par la difficulté à mettre en œuvre ce type de protection en plein champ.

Parmi les parasitoïdes, la littérature signale un coléoptère Staphylinidés *Aleochara* sp. (ce dernier n'a jamais été trouvé dans les populations de pupes prélevées dans l'Ouest de la France) et deux hyménoptères : *Dacnusa gracilis* et *Loxatropa* sp. ; seul le premier a été rencontré, quoique rarement, dans les zones de production de l'Ouest de la France (Brunel, 2002). Les prédateurs

généralistes comme les carabes et les staphylins peuvent être observés et s'alimenter d'œufs et des premiers stades larvaires.

Actuellement des travaux sont en cours en Belgique avec des tentatives de protection à l'aide d'*Aleochara*. Pour être mise en œuvre, une telle protection demande de répondre aux questions suivantes :

- quel auxiliaire ?
- réussite de la production en masse ?
- quelles stratégies d'apport ?
- comment fixer les auxiliaires dans les cultures à protéger ?
- coût de la protection ?

CONCLUSION

Aujourd'hui malgré les nombreuses études menées sur la mouche de la carotte, il s'avère que la prévision des risques ne donne pas entière satisfaction en particulier pour avoir une bonne idée de l'intensité des 2^e et 3^e vols. Il apparaît que l'utilisation conjointe du piégeage et d'un modèle améliore nettement la situation (Poissonnier *et al.*, 2007).

Les expérimentations de ces dernières années ont mis en évidence de nouvelles techniques de protection donnant de bons résultats (éloignement des zones d'infestation, décalage des dates de semis, utilisation de voiles contre la première génération...) et de nouvelles pistes d'étude (semis sous couvert...). Il faut toutefois reconnaître que les stratégies sont surtout utilisables sur des parcelles de dimension réduite, ce qui reste fréquemment le cas en Agriculture Biologique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brunel E., 1971. Influence de la plante hôte (espèce et stade végétatif) sur les captures de *Psila rosae* Fab. (Diptera, Psilidae) au moyen de pièges jaunes. *Meded. Rijksf. Landbouw.*, 36 : 241-249
- Brunel E., 1979. Etude de l'ovogenèse de *Psila rosae* Fab. (Diptera, Psilidés) : rôle de la température, de l'alimentation et de la plante-hôte. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 11 : 227-246
- Brunel E., 2001. La mouche de la carotte : biologie, écologie et lutte. *Réflexions sur les variations de population du Nord au Sud. INRA mensuel*, 110 : 5- 8
- Brunel E., Langouet L., 1970. : Influence de caractéristiques optiques du milieu sur les adultes de *Psila rosae* Fab. (Diptera, Psilidae) : attractivités de surfaces colorées, rythme journalier d'activité. *C. R. Soc. Biol.*, 164, 1638-1644.
- Brunel E., Rahn R., 1971. Mise en évidence du rythme nyctéméral chez différents Diptères Muscidés et Psilidés. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 16 : 350
- Brunel E., Rabasse J.M., 1975. Influence de la forme et de la dimension de pièges à eau colorés en jaune sur les captures d'insectes dans une culture de carotte, cas particulier des diptères. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 7 : 345-364
- Brunel E., Blot Y., Renoult L., 1994. Vers une prévision du niveau des populations de mouche de la carotte (*Psila rosae* Fab., Diptère, Psilidae). In *First International Workshop on Carrot*, Caen Sept. 15-16 1992, Villeneuve (F.) et Leteinturier (J.) éd., Acta Hort, 354 : 177-184
- Demeusy J., Berry D., 2005a. Carotte – plein champ printemps/automne : test de nouveaux filets anti/insectes – mise en évidence des effets secondaires. C.R. d'essai Adabio-Sérail, 4p.
- Demeusy J., Berry D., 2005b. Carotte – plein champ : Test de filets verticaux (clôture ant-insectes) contre la mouche de la carotte. C.R. d'essai Adabio-Sérail, 2p.
- Demeusy J., Thicoipe J.P., 2002. Cultures associées : lutte contre la mouche de la carotte. C.R. d'essai Sérail-Adabio, 1p.
- Ester A., Neuvel J., 1990. Protecting carrots against carrot root fly larvae (*Psila rosae* F.) by filmcoating the seeds with insecticides. *Proc. Exper. & Appl. Entomol.*, 1: 49-56
- Finch S., Collier R., Smyth J.B., 2001. Insecticidal control of carrot fly. HDC, factsheet 08/01, 4p.
- Freuler J., Fischer S., Bertuchoz P., 1982. La mouche de la carotte, *Psila rosae* F. (Diptera, Psilidae) I. biologie. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 14 : 71-79
- Jones O.T., Coaker T.H., 1977. Oriented responses of carrot fly larvae, *Psila rosae*, to, plant odours, carbon dioxide and carrot root volatiles. *Physiol. Entomol.*, 2 : 189-197
- Lepaumeir B., Bourdet D., Bellamy P., 2000. Carotte en agriculture biologique : protection contre la mouche. C.R. d'essai Sileban-Ctifl, 2p.

- Lepaumeir B., Bourdet D., Bellamy P., Bosc J.P., 2001. Carotte en agriculture biologique : protection contre la mouche. C.R. d'essai Sileban-Ctifl, 3p.
- Muehleisen D.P., Bary A., Cogger C., Johnson A., Miles C.A., Carkner T., Ostrom M.R., 2002. Alternative management strategies for the carrot rust fly (*Psila rosae* Fab.). Poster Washington State University, 2p.
- Poissonnier J., Sclaunich E., Euzen A., Plas S., Bouvard D. Nardi L., Valema B., 2007. Mouche de la carotte : prévision des vols avec le modèle SWAT. Présentation au rencontre phytosanitaire légumes Ctifl SPV, Lanxade, 30-31 janvier 2007
- Städler E., 1971. Über die Orientierung und das Wirtswahlverhalten der Möhrenfliege, *Psila rosae* F. (Diptera, Psilidae). II Larven. *Z. ang. Ent.*, 69 : 425-438
- Städler E., 1972. Über die Orientierung und das Wirtswahlverhalten der Möhrenfliege, *Psila rosae* F. (Diptera, Psilidae). II Imagines. *Z. ang. Ent.*, 70 : 29-61
- Vernon R.S., McGregor, 1999. Exclusion fences reduce the colonization by carrot rust fly, *Psila rosae* (Diptera: Psilidae). *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 96:103-109
- Verolet J.F., 2000. Cultures associées pour lutter contre la mouche de la carotte. C.R. d'essai Sérail-Adabio, 2p.
- Verolet J.F., Thicoïpe J.P., 2001. Test de nouveaux filets anti/insectes – mise en évidence des effets secondaires. C.R. d'essai Adabio-Sérail, 3p.
- Villeneuve F., Bosc J.-P., Poissonnier J., 2006. Contre la mouche de la carotte, un changement de méthodes de protection et de prévisions des risques. *Infos-Ctifl*, 218 : 36-39
- Wakerely S.B., 1963. Rhythmic activities of adult carrot fly (*Psila rosae* Fab. Diptera, Psilidae) with particular reference to oviposition. *Ent. Exp. Appl.*, 6 : 268-278
- Wyss E., Daniel C., 2004. Attaques en rase-mottes dans les cultures maraichères biologiques suisses. *Alter-agri*, 67 : 11-12