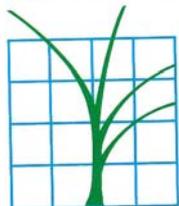


Arras
jeudi 7 février



Ctifl



ITAB

Institut Technique de
l'Agriculture Biologique

2008

Rencontre
technique

PROGRAMME DETAILLE

8 h 30 Accueil des participants

9 H INTRODUCTION, Alain DELEBECQ et Marie DOURLENT, ITAB

9 H 15 SESSION 1 : AGRONOMIE ET DESHERBAGE Animation : Frédéric REY, Itab

- 09 h 15 ■ Travail du sol en maraichage biologique : intérêt des planches permanentes – Hélène VEDIE (GRAB)
- 09 h 35 ■ Désherbage par faux semis – Dominique BERRY (CA 69 / SERAIL)
- 09 h 55 ■ Désherbage thermique en cultures légumières biologiques– Jérôme CRENN (SECL)
- 10 h 15 ■ Amélioration de la conduite culturale de variétés anciennes de tomates en AB– Maët LE LAN (CA 56)

10 h 35 Pause

11 H 00 SESSION 2 : MATERIEL VEGETAL Animation : Christian PORTENEUVE, Ctifl

- 11 h 00 ■ Elevage de plants de choux – Stéphane LEMENN (CA 29)
- 11 h 20 ■ Tolérance variétale du poireau à la rouille – David GREBERT (PLRN)
- 11 h 40 ■ Intérêts et limites des apports de la génétique à la production biologique de la pomme de terre - Mathieu CONSEIL (IBB)
- 11 h 55 ■ Bilan des expérimentations conduites sur la pomme de terre dans le cadre du projet VETAB - Julien BRUYERE (FREDON Nord Pas de Calais)
- 12h 15 ■ Présentation du PCBT, structure et expérimentations bio en Flandre – Lieven DELANOTE (PCBT)

12 h 30 Déjeuner bio à la FNPE

- 14 h ■ Présentation de la collection des ressources génétiques d'endive
Michel MARLE et Patricia SANVICENTE (Ctifl - FNPE)

14 H 20 SESSION 3 : MALADIES ET RAVAGEURS Animation : Christian ICARD, Ctifl

- 14 h 20 ■ Combinaison de moyens de lutte contre les nématodes à galles – Hélène VEDIE (GRAB)
- 14 h 40 ■ La maîtrise naturelle du puceron cendré du chou-fleur en Nord Bretagne – Christian PORTENEUVE (Ctifl / SECL)
- 15 h 00 ■ Biodésinfection en Rhône-Alpes – Christian ICARD (Ctifl / SERAIL)
- 15 h 20 ■ Biopesticides : une démarche novatrice avec l'université de Lyon I – Christian ICARD (Ctifl / SERAIL)

15 h 40 Pause

16 H 10 SESSION 4 : QUALITE DES PRODUITS ET COMMERCIALISATION Animation : Bruno TAUPIER-LETAGE, Itab

- 16 h 10 ■ Produire des légumes biologiques, c'est possible : valorisation de l'expérience transfrontalière en agriculture biologique de 2005 à 2007– Mickaël LEGRAND (FREDON Nord Pas de Calais)
- 16 h 30 ■ Qualité nutritionnelle des légumes biologiques – Bruno TAUPIER-LETAGE (ITAB).

17H00 CONCLUSION - Daniel VESCHAMBRE, Ctifl

SOMMAIRE

Programme détaillé	1
Sommaire	3

SESSION 1 - AGRONOMIE ET DESHERBAGE

Optimisation du travail du sol en maraîchage biologique : Intérêt des Planches Permanentes	7
Désherbage par couverture du sol avant culture	13
Désherbage thermique en cultures légumières biologiques	17
Amélioration de la conduite culturale de variétés anciennes de tomates en AB	25

SESSION 2 - MATERIEL VEGETAL

Elevage de plants de choux	35
Tolérance variétale du poireau à la rouille	41
Intérêts et limites des apports de la génétique à la production biologique de la pomme de terre	45
Bilan des expérimentations conduites sur la pomme de terre dans le cadre du projet vetab	53
L'expérimentation légumière bio en Flandre	59

SESSION 3 - MALADIES ET RAVAGEURS

Combinaison de moyens de lutte contre les nématodes à galles	65
La maîtrise naturelle du puceron cendre du chou (<i>Brevicoryne brassicae</i>) en nord bretagne	73
Biodésinfection en Rhône-Alpes : résultats 2007	79
Biopesticides : Exemple de la démarche en Rhône-Alpes avec <i>Fallopia spp.</i>	85

SESSION 4 - QUALITE DES PRODUITS ET COMMERCIALISATION

Produire des légumes biologiques, c'est possible : valorisation de l'expérience transfrontalière en agriculture biologique de 2005 à 2007	91
La qualité nutritionnelle des légumes biologiques	97

SESSION 1

AGRONOMIE ET DESHERBAGE

OPTIMISATION DU TRAVAIL DU SOL EN MARAICHAGE BIOLOGIQUE :

INTERET DES PLANCHES PERMANENTES

Védie H.¹, Berry D.², Leclerc B.³, Grébert D.⁴, Lhôte J.M.⁵

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" :

1.1 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

¹ Groupe de Recherche en Agriculture Biologique GRAB, Site Agroparc, BP 1222, 84 911 Avignon cedex 9, France, E-Mail helene.vedie@grab.fr

² SERAIL, 123 Chemin du Finday, 69126 BRINDAS, France, E-mail berry.serail@wanadoo.fr

³ ITAB, 149 rue de Bercy, 75 595 Paris cedex 12, France, E-mail blaise.leclerc@itab.asso.fr

⁴ PLRN, Route d'Estaires - F 62840 LORGIES, E-mail d.grebert@wanadoo.fr

⁵ ACPEL, Le Petit Chadignac, 17 100 SAINTES, E-mail acpel@wanadoo.fr

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

1.2 Itinéraire "classique" (C)

- passages de roues aléatoires ;
- Le labour est la référence sur 3 sites (A, B et C) avec outils animés (rotobèche + cultirateur 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 lombriciens), les résultats culturels (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	ACEP	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 + cultirateur PP* : cultibutte + vibroplanche	C 1 : labour + herse rotative C 2 : rotobèche + cultirateur 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

2 RESULTATS

2.1 Evolution de la fertilité physique

Cette évaluation repose essentiellement sur l'observation **de profils culturels** (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.

2.2 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	PP	C	PP	C	PP	C	PP
Carbone organique total (en g/kg)	13,6	15,3	15	14,8	17,1	18,6	15,1	14,3
Carbone organique labile ¹ (en % du Carbone total)	18,1	20,2	21	23	24,4	31,1	24	22
Biomasse microbienne (en mg de Carbone/kg)	462 (b)	506 (a)	442 (b)	554 (a)	352	410	285	209
Minéralisation du Carbone (en mg/kg en 28 jours)	240 (b)	297 (a)	288	369	403	381	398	360
Minéralisation de l'azote (en mg/kg en 28 jours)	21,1	22,2	20,2 (b)	29 (a)	22,1	20,7	42,4 (a)	32,2 (b)

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

2.1 Résultats cultureux

- Globalement, le travail du sol en planches permanentes a donné des **résultats cultureux 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 cultureux

(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			

2.2 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 termes 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

3 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.

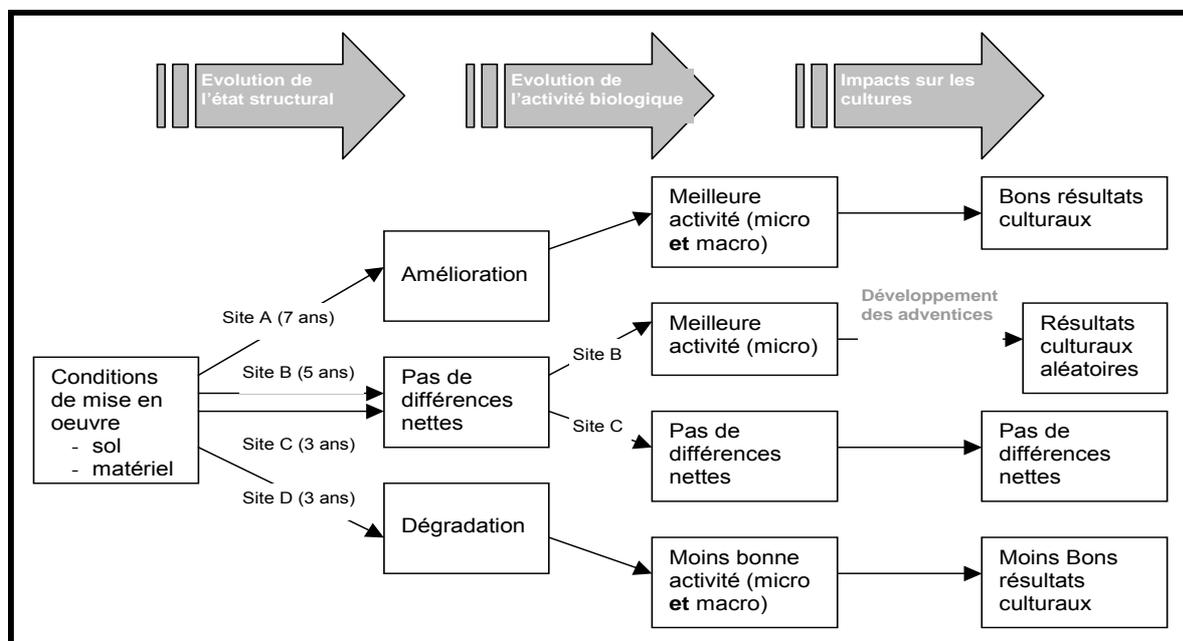


Figure 1 : Impacts de la pratique des planches permanentes sur la fertilité des sols et sur les résultats culturaux en fonction des conditions et de la durée de mise en oeuvre

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

DESHERBAGE PAR COUVERTURE DU SOL AVANT CULTURE

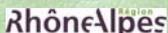
Dominique Berry
(CA69/SERAIL)
berry.serail@wanadoo.fr

Désherbage par couverture du sol avant culture

/

Laitue de printemps 2007

JT Agriculture Biologique Légumes ITAB - CTIFL / Arras - 07février 2008

BUT DE L'ESSAI

Etudier l'effet d'une couverture du sol avec un film opaque, avant mise en culture, sur la réduction de l'enherbement.



Principe :
Les adventices germant sous le film sont détruites par absence de lumière.

JT Agriculture Biologique Légumes ITAB - CTIFL / Arras - 07février 2008

MODALITES

Type de couverture :

- * PE opaque thermique marron (OPA)
- * Toile Hors sol (THS)
- * Témoin sans couverture



Durée de couverture :

- * 5 mois (mise en place à l'automne)
- * 1 mois (mise en place au printemps)



Dispositif expérimental :

- * Essai bloc à 3 répétitions
- * Contrôle enherbement en cours de culture et poids moyens à la récolte



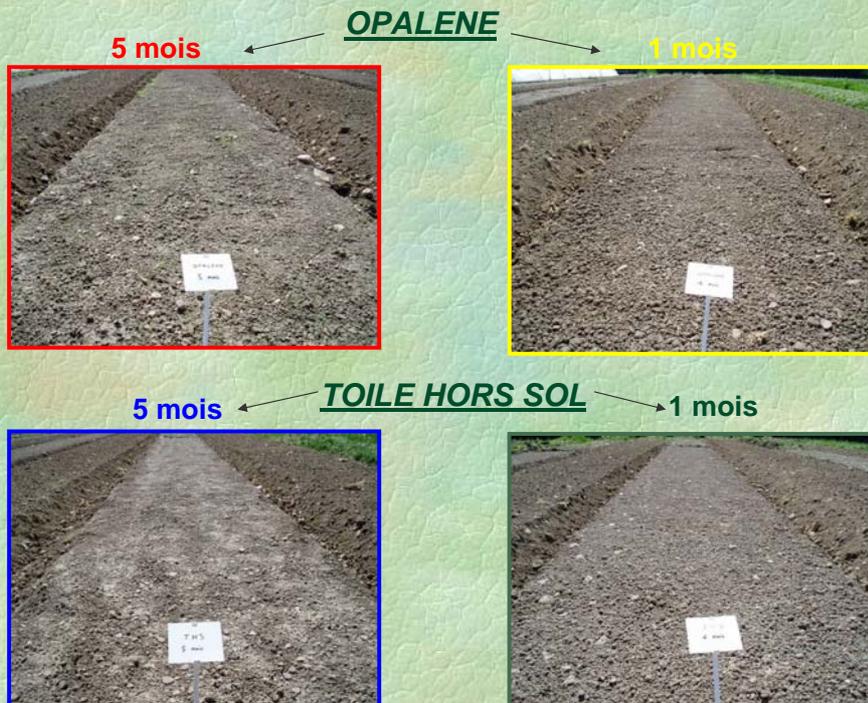
JT Agriculture Biologique Légumes ITAB - CTIFL / Arras - 07février 2008

MISE EN ŒUVRE et CALENDRIER

	<i>Couverture 5 mois</i>	<i>Couverture 1 mois</i>	<i>Témoin non couvert</i>
9 novembre 2006	Actisol + cultirateau + pose des bâches		
22 janvier 2007		Broyage engrais vert + actisol	
13 mars / 14 mars		Actisol + Cultirateau + Pose des bâches	Broyage engrais vert + Actisol
16 avril	Retrait des bâches	Retrait des bâches	
17 avril	Reprise superficielle au Cultirateau	Reprise superficielle au Cultirateau	Actisol + Cultirateau
19 avril	Plantation		
04 juin	Récolte		

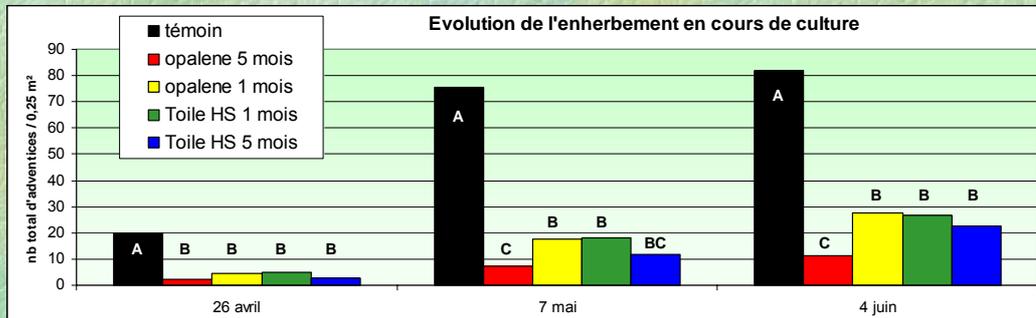
JT Agriculture Biologique Légumes ITAB – CTIFL / Arras – 07février 2008

ETAT DES LIEUX A LA DECOUVERTURE



JT Agriculture Biologique Légumes ITAB – CTIFL / Arras – 07février 2008

EVOLUTION DE L'ENHERBEMENT EN COURS DE CULTURE



- Réduction significative de l'enherbement quelque soit la bâche et la durée de couverture
- Meilleur effet herbicide avec Opalene 5 mois

JT Agriculture Biologique Légumes ITAB – CTIFL / Arras – 07février 2008

ENHERBEMENT A LA RECOLTE

OPALENE 5 mois



OPALENE 1 mois



TEMOIN



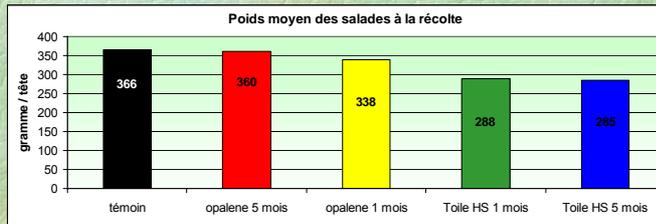
TOILE HORS SOL 5 mois



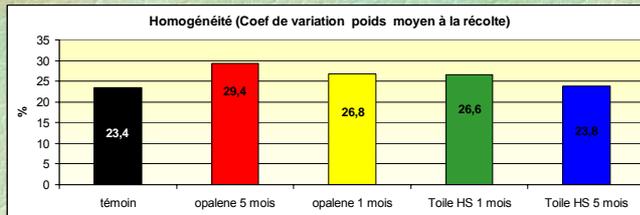
TOILE HORS SOL 1 mois

JT Agriculture Biologique Légumes ITAB – CTIFL / Arras – 07février 2008

IMPACT SUR LES RESULTATS CULTURAUX



Tendance à la réduction du poids moyen, surtout avec la toile hors sol



JT Agriculture Biologique Légumes ITAB – CTIFL / Arras – 07février 2008

Exemples de pratiques producteurs pour la carotte :

- 1 - préparation de sol anticipée
 - film transparent – 3 semaines
 - toile hors sol – 3 semaines
 - reprise superficiel et semis
 - binages

- 2 - cultirateur (préparation faux semis)
 - Arrosage si nécessaire
 - cultirateur (destruction faux semis)
 - toile hors sol (2 à 3 semaines)
 - semis
 - toile hors sol jusqu'à la levée
 - bineuse à brosses
 - bineuse à dents

JT Agriculture Biologique Légumes ITAB – CTIFL / Arras – 07février 2008

CONCLUSIONS et PERSPECTIVES

- 1ers résultats encourageants sur la réduction de l'enherbement
- La technique peut être préjudiciable aux rendements
- Travaux à poursuivre :
 - Confirmer l'intérêt herbicide (espèces d'adventices, vivaces)
 - Temps de couverture et périodes de l'année
 - Types de bâches (opacité, perméabilité, thermicité)/ alternance
 - Résultats dans différents types de sol (prise en masse)
 - Résultats sur différentes cultures (enracinement)
 - A intégrer dans les itinéraires techniques

JT Agriculture Biologique Légumes ITAB – CTIFL / Arras – 07février 2008

DESHERBAGE THERMIQUE EN CULTURES LEGUMIERES BIOLOGIQUES

Jérôme Crenn

SECL 22, Le Glazic, 22740 Pleumeur Gautier

Jerome.crenn@wanadoo.fr

RESUME

La gestion des adventices en Agriculture Biologique est un souci majeur pour les producteurs légumiers. Le désherbage est en effet, souvent, un des points clé de la réussite d'une culture.

Le désherbage thermique, testé depuis 2005 à la Station d'Essais de Pleumeur Gautier, peut être une solution intéressante pour la lutte contre certaines de ces « mauvaises herbes ».

Dans nos essais, l'efficacité de la technique, la sélectivité de la culture et l'impact sur le rendement final ont été évalués. Lorsque cela était possible, l'utilisation de la flamme a été couplée avec des binages entre les rangs (artichaut). Pour des dispositifs en planche, le traitement s'effectue « en plein » à certains stades critiques des adventices et de la culture. Il faudra parfois trouver un compromis entre le stade de la culture et le nombre d'adventices levées.

Des améliorations sont possibles en matière de temps passé par hectare mais sont fortement inféodées aux matériels proposés par les constructeurs. L'intérêt économique de la technique est lié au coût de la matière première.

1 DESHERBAGE THERMIQUE SUR ARTICHAUT

La réussite du désherbage de l'artichaut est une composante importante pour l'assurance du rendement final car avec des densités proches de un plant par m² les drageons mettront environ 2 mois avant de recouvrir le sol. La culture, qui restera souvent trois ans en place, est implantée au printemps, avec des conditions climatiques, empêchant parfois la bonne reprise du plant. Dans ces conditions, l'utilisation de la herse étrille, qui nécessite de passer sur des stades d'adventices jeunes, n'est pas toujours réalisable. Des binages trop proches du rang de plantation peuvent également nuire à la bonne reprise de la culture. Dans ce contexte, nous avons regardé l'intérêt du désherbage thermique sur le rang de plantation, le reste de la surface au sol pouvant être biné avec des dents classiques, déjà largement utilisées par les agriculteurs sur cette culture.

1.1 Matériel et méthodes

L'essai est mené sur artichaut Camus de Bretagne (clone 46), planté au 8 avril, à la densité de 0,9 x 0,9 m. Le matériel utilisé est de marque ONZAIN modèle Romarin, avec deux brûleurs côte à côte disposés à la verticale du plant d'artichaut (15 cm de hauteur), afin de brûler une largeur d'environ 30 cm. Les réglages étaient les suivants : 1 kg de pression pour une vitesse d'avancement de 2,5 km/h, soit une consommation en gaz de 25 kg/ha.

5 modalités testées :

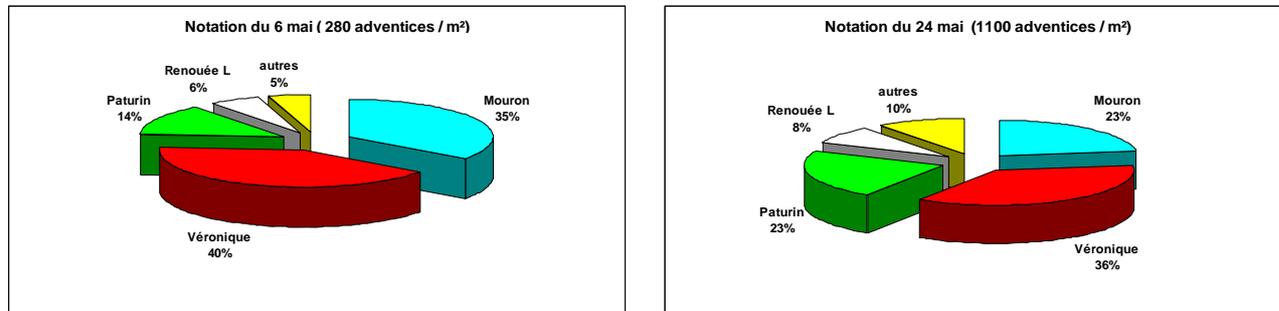
- **Témoin biné manuellement** le 29 avril, soit 21 jours après plantation.
- **1 brûlage** le 29 avril, soit 21 jours après plantation.
- **2 brûlages** les 29 avril et 13 mai, soit respectivement, 21 et 34 jours après plantation.
- **1 brûlage tardif** le 3 mai, soit 25 jours après plantation.
- **2 brûlages tardifs** le 3 mai et 17 mai, soit respectivement 25 et 38 jours après plantation.

1.2 Résultats

1.2.1 Efficacité de la technique

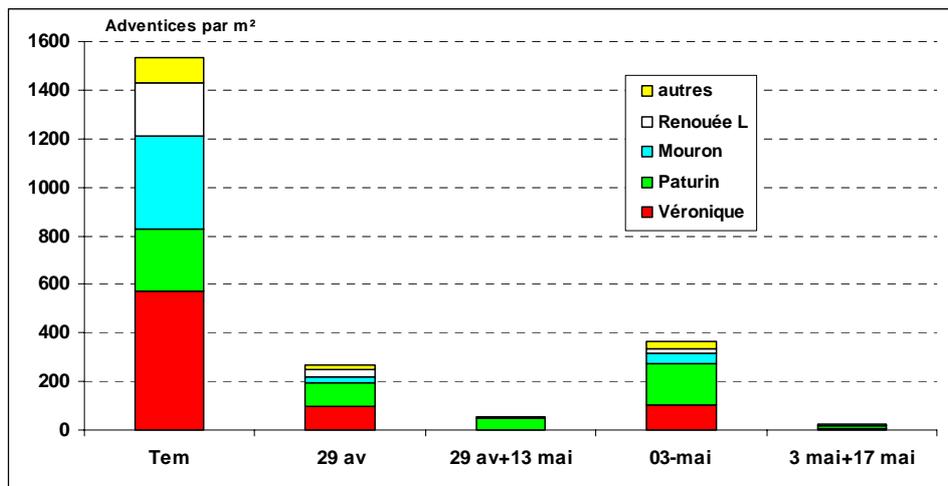
La flore adventice était essentiellement composée de mouron, de véronique, et également, de façon significative, de renouées liseron et de pâturin. On trouve également des orties, morelles, séneçons. Entre le 6 et 24 mai, il y a progression des levées. (Graphique 1 et 2).

Graphique 1 et 2 : relevé de la flore adventice dans les témoins

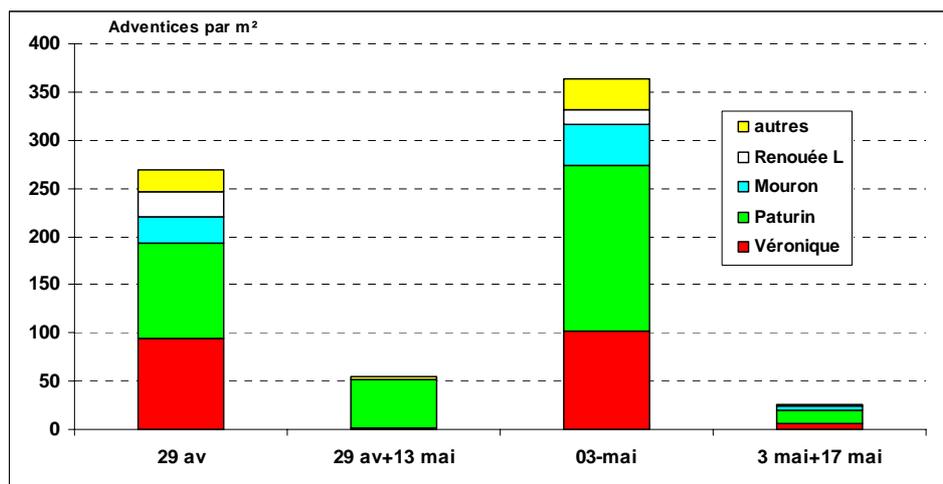


Un seul passage n'aura pas suffi à contrôler correctement l'enherbement. Il est impératif d'intervenir avant que les premières adventices levées ne soient trop développées. Les levées ultérieures ne sont donc pas contrôlées. Le deuxième passage améliore considérablement la situation vis-à-vis des dicotylédones, le pâturin est plus résistant à la flamme. (Graphique 3 et 4).

Graphique3 : Relevé de la flore adventice dans les parcelles désherbées thermiquement (avec le témoin). Notation du 24 mai.



Graphique 4 : Relevé de la flore adventice dans les parcelles dés herbées thermiquement (sans le témoin). Notation du 24 mai.



1.2.2 Sélectivité de la technique sur le plant d'artichaut

Tableau 1 : Caractéristiques du rendement ramenée aux plantes ayant produit

	% de plants récoltés	Nombre de capitules par plante	Rdt > 200 g	Rdt > 300 g	Rdt > 400 g
Témoin	98	1.9	8.88	6.78	4.72
29/4	97	1.9	8.58	6.64	5.49
29/4 et 13/5	98	1.9	8.84	6.54	5.1
3/5	99	2.0	9.53	7.18	5.56
3/5 et 17/5	97	1.8	8.29	6.08	4.90

On peut considérer qu'il n'y a pas eu de mortalité liée au passage de la flamme, les rendements sont statistiquement identiques, ce qui montre la bonne sélectivité de la technique.

On constate un léger retard de production pour les parcelles ayant été brûlées 2 fois.

2 DESHERBAGE THERMIQUE SUR OIGNONS ROSES DE ROSCOFF

En Agriculture Biologique, l'oignon rosé de Roscoff est cultivé en motte sur planches paillées avec des plastiques polyéthylènes noirs. Vu le coût important du paillage (550 euros / ha), on a souhaité regarder la technique du brûlage par des passages « en plein », sur la culture (mottes de 4 cm et bulbilles).

2.1 Matériel et méthodes

Le matériel utilisé est de marque Onzain modèle Romarin, à 2.5 km/h, 1 kg de pression. Le traitement s'effectue en plein sur la planche.

Modalités expérimentées :

- Motte de 4 cm avec paillage polyéthylène (Témoin).
- Mottes de 4 cm sur planches non paillées, avec 2 désherbages thermiques.
- Mottes de 4 cm sur planches non paillées, avec 3 désherbages thermiques.
- Bulbilles sur planches non paillées.

Parcelles élémentaires de 9.8 m², 4 répétitions, variété Keravel AB (OBS).

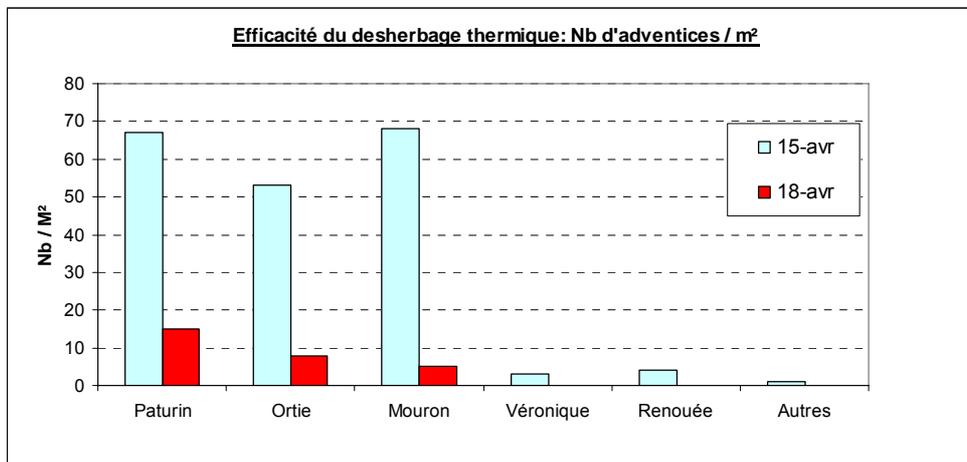
Plantation des mottes et des bulbilles le 23 mars.

Date des traitements :

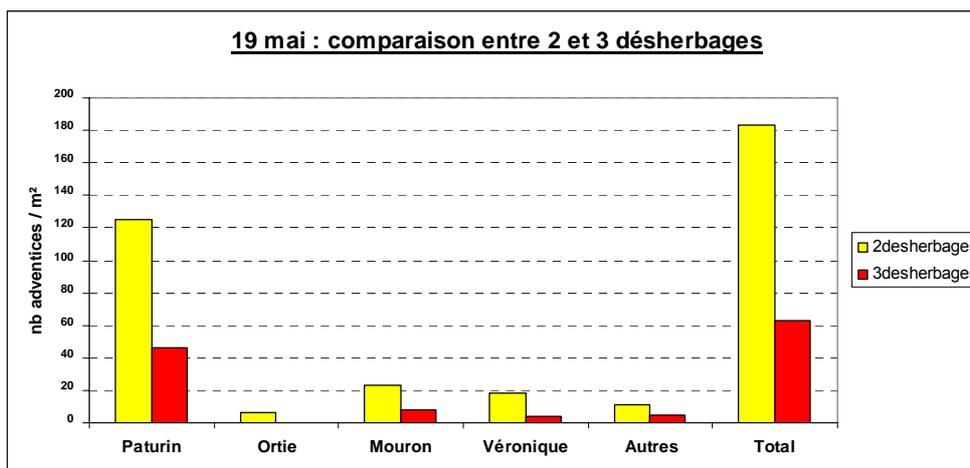
- 15 avril, soit 23 jours après plantation.
- 3 mai, soit 41 jours après plantation.
- 18 mai soit 56 jours après plantation.

2.2 Résultats

Graphique 5 : Efficacité du 1er désherbage au 15/4.



Graphique 6 : Comparaison entre 2 et 3 désherbages.



Le premier passage de flamme semble être primordial pour éliminer avec efficacité orties et mourons. Comme dans l'essai précédent, le pâturin résiste plus au passage de la flamme. Un compromis stade de adventices / nombre d'adventices levées est à trouver, dans tous les cas, il est préférable de passer à des stades jeunes, surtout pour le pâturin.

Au deuxième et troisième désherbage, orties mourons, véroniques restent à des niveaux acceptables.

Ici, le 3^{ème} passage est intéressant pour limiter le pâturin.

Tableau 2 : rendements et caractéristiques de récolte.

Traitement	< 40 mm		40 - 60 mm		>60 mm		Rdt > 40 mm	% montés à fleurs	Nb oignons / motte	% réussite	Densité / M ² à la récolte
	Rdt t / Ha	Poids moy	Rdt t / Ha	Poids moy	Rdt t / Ha	Poids moy					
Mottes paillage plastique	6.8 A	25,7	30,6	74,3	18.6 B	150,9	49,2	7%	6,8	97%	86
Mottes 3 desherbages	4.8 AB	23,3	29	77,2	24.5 A	150,1	53,4	0%	5,9	84%	74
Mottes 2 desherbages	4.9 AB	24,4	30,1	77,3	24.4 A	153	54,6	1%	6	86%	76
Bulbilles 3 desherbages	4.2 B	28,3	32,5	78,6	16.4 B	148,6	48,9	2%		90%	69
Bulbilles 2 desherbages	4.4 B	29	33,5	75,8	14.6B	143	48,1	2%		92%	71
Minimottes 2 desherbages	6 AB	26,6	31,9	75,9	14.5 B	145,6	46,4	0%	4,2	83%	75
Analyse statistique	ET=1.1 cv=21,27%		NS ET=3.72 cv= 11,9%		ET=2.68 cv=14,26%		NS ET=5.304 cv= 10,58%				

Il n'y a pas de différence significative entre les modalités. Le passage de la flamme n'a pas entraîné de perte de rendement. Les bulbilles comme les mottes résistent bien au passage de la flamme. Il n'y a pas non plus de différence entre les modalités à 2 et 3 désherbages. Le désherbage thermique ayant été suffisamment efficace, il n'y a pas eu d'intervention manuelle sur la culture.

3 DESHERBAGE THERMIQUE SUR FENOUIL

Comme pour l'artichaut, le passage de la flamme se fait sur le rang afin de réduire les consommations de gaz. En l'absence d'homologation phytosanitaire en désherbage du fenouil, il était intéressant de regarder l'intérêt du désherbage thermique sur cette culture. Dans ce cas, la technique pourrait intéresser aussi bien les agriculteurs biologiques que conventionnels.

3.1 Matériel et méthode

Le matériel utilisé est de marque Onzain, modèle Romarin, utilisé ici, à 2.5 km / h, pression : 1 bar, les brûleurs sont positionnés à 15 cm du sol.

Plantation le 2 août en minimottes de 150, un mois après le semis. La variété utilisée est Orion AB (Bejo).

2 modalités testées :

- Témoin désherbé manuellement
- 1 désherbage thermique sur le rang.

3.2 Résultats

Tableau 3 : rendements par calibre.

	<60		60/75		75/90		90/105		105/120		Total	% commercial
	poids moy	Rdt t / ha	poids moy	Rdt t / ha	poids moy	Rdt t / ha	poids moy	Rdt t / ha	poids moy	Rdt t / ha		
NT	107	0,1	186	2,9	287	11,4	359 A	8,8	465	1,9	25,1	89,7
DT	92	0,6	192	3,9	246	11	312 B	4,7	417	0,2	20,4	92,4
NK 5%		ns cv=115,28%	ns cv = 12,22%	ns cv=31,79%	ns cv = 8,12%	ns cv=6,37%	cv= 5,58%	ns cv=29,57%		ns cv =180,16%	ns cv=8,92%	

Pour une même date de récolte, on observe des différences de rendement liées à la grosseur des bulbes. Le désherbage thermique a ici entraîné un retard de maturité d'environ une semaine.

4 DESHERBAGE THERMIQUE SUR AIL

4.1 Matériel et méthode

Le matériel utilisé est de marque Onzain, modèle Romarin, utilisé ici, à 2.5 km / h, pression : 1 bar, les brûleurs sont positionnés à 15 cm du sol. Le traitement s'effectue en plein sur la planche.

La variété utilisée est Clédor AB, plantée le 19/2.

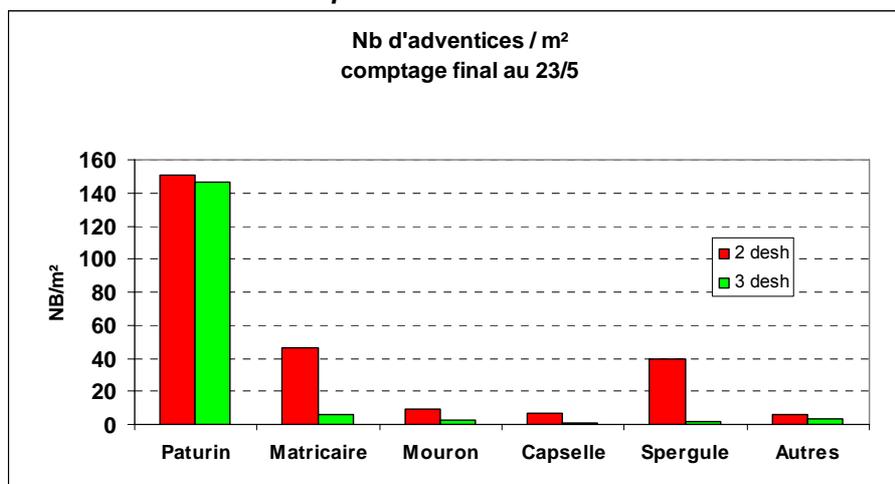
3 modalités :

- Témoin paillé
- 2 désherbages
- 3 désherbages

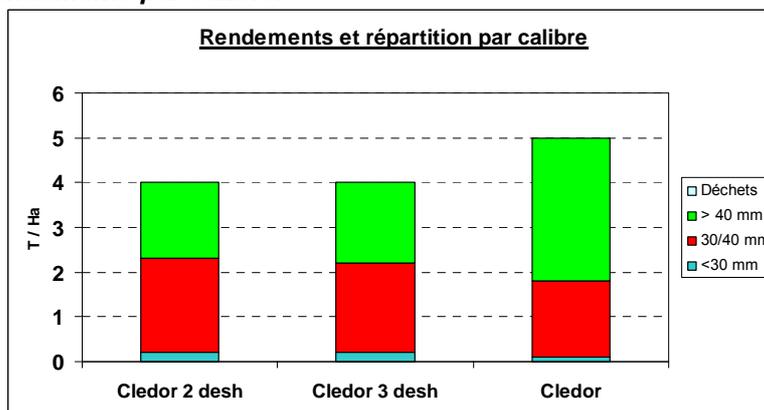
4.2 Résultats

Le paturin a particulièrement bien résisté à la flamme. Par son faible développement végétatif, il est moins préjudiciable à la culture. Le troisième désherbage a permis d'éliminer les matricaires et spergules présentes. La culture n'a subi ici, aucun désherbage manuel.

Graphique 7 : Nombres d'adventices par m².



Graphique 8 : Rendements par calibre.



Les rendements plus faibles pour les parcelles non paillées peuvent être attribués à l'absence d'effet paillage : meilleur réchauffement du sol, propice à une minéralisation accélérée.

5 DESHERBAGE THERMIQUE SUR ENDIVE

En endive la réduction des coûts de production de racine passe par la maîtrise du désherbage.

Dans la mesure où l'on intervient directement sur une plantule issue d'un semis direct, le désherbage thermique est ici très délicat. Le stade d'intervention est très important car il ne doit pas nuire à la culture, mais être réalisé le plus tôt possible pour avoir le meilleur effet recherché sur la flore adventice.

5.1 Matériel et méthode

Le matériel utilisé est de marque Onzain modèle Romarin. Le traitement s'effectue à 3 km/h sur le rang, les brûleurs sont à 18 cm de hauteur.

Variété : Métaphora, AB (Vitalis).

Modalités expérimentées :

- Témoin : binage manuel.
- Brûlage au stade 1^{ère} feuille.
- Brûlage au stade 2^{ème} feuille.
- Brûlage au stade 3^{ème} feuille.

Le semis a été effectué le 7 juin. La levée a lieu 7 jours après, le 14 juin.

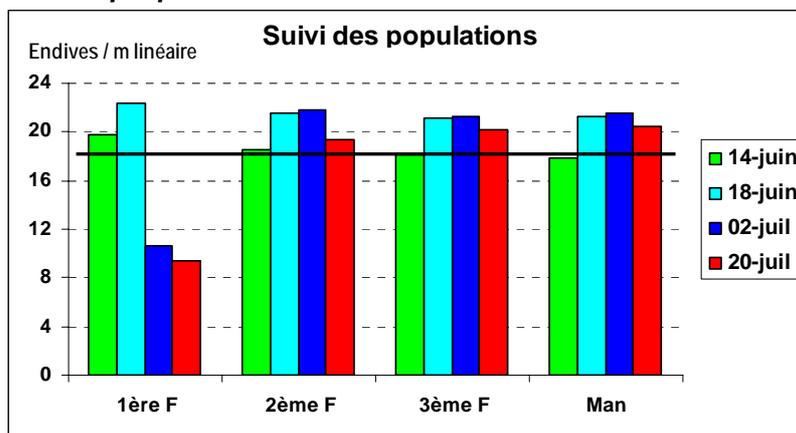
Désherbage au stade 1^{ère} feuille le 22 juin, les adventices sont au stade cotylédons. (1 brûleur par rang à 18 cm de hauteur, 3 km /h).

Désherbage au stade 2^{ème} feuille le 29 juin, les adventices sont au stade 2-4 feuilles. (2 brûleurs par rang à 18 cm de hauteur, 3 km/h).

Désherbage au stade 3^{ème} feuille le 4 juillet, les adventices sont au stade 4-6 feuilles. (2 brûleurs par rang à 18 cm de hauteur, 3 km/h).

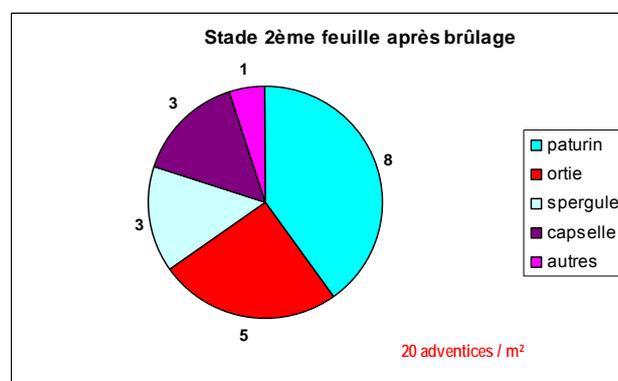
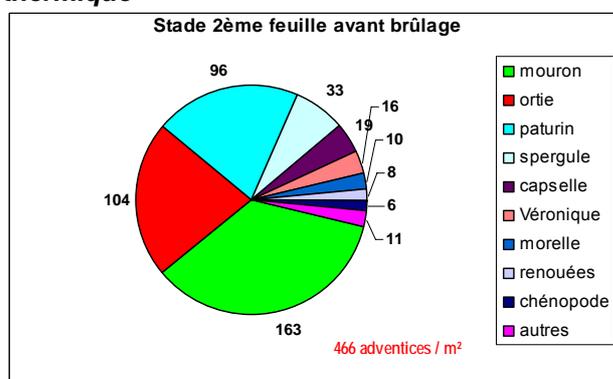
5.2 Résultats

Graphique 9 : suivi des peuplements des racines d'endive



Le peuplement souhaité est de 18 endives/ml ou 26/m². On s'aperçoit qu'après intervention au stade 1^{ère} feuille, il y a une mortalité importante. Il apparaît nécessaire d'attendre le stade 2 feuilles de l'endive avant d'intervenir. C'est un bon compromis pour éliminer un certain nombre des mauvaises herbes présentes. Après 3 feuilles, le pâturin devient vite très résistant.

Graphiques 10 et 11 : Evolution de la flore adventice sur le rang, avant et après désherbage thermique



CONCLUSION

Pour les espèces travaillées, et dans nos conditions, le désherbage thermique apporte des solutions techniques pour la lutte contre certaines mauvaises herbes. Il permet parfois aussi de s'affranchir du recours au désherbage manuel et, de ce fait, réduit les coûts de production.

La technique nécessite tout de même des précautions d'usage pour les cultures mais également pour la sécurité de l'utilisateur.

AMELIORATION DE LA CONDUITE CULTURALE DE VARIETES ANCIENNES DE TOMATES EN AB

Maët Le Lan

Station Expérimentale Horticole de Bretagne Sud (SEHBS 56) – Chambre d'Agriculture 56
Tel : 02.97.46.30.80 - maet.lelan@morbihan.chambagri.fr

RESUME

En agriculture biologique, les maraîchers s'orientent de plus en plus vers des circuits de commercialisation courts (vente sur les marchés, en paniers, COOP bio,...). La majorité utilisent actuellement des variétés de tomates classiques, à fruits ronds, de fermeté correcte et ayant des rendements convenables (référence variété Paola). La clientèle des circuits courts exige de plus en plus de qualités gustatives, elle est souvent déçue par les variétés classiques même biologiques.

La diversité des formes et des couleurs semble bien acceptée par ce type de clientèle à la recherche d'originalité. Ces maraîchers tournés vers la vente directe ont intérêt à s'orienter vers des variétés de tomates anciennes pour mieux se différencier, valoriser leur production et pour gagner en biodiversité dans leurs exploitations. Mais ces variétés anciennes de tomates ont longtemps été reléguées aux jardins potagers et nous en cernons mal le potentiel de rendement et les exigences. Les évolutions techniques de ces dernières années n'ont pas été testées sur ces variétés (greffage, conduite sur plusieurs bras, technique de taille...).

Le GRAB d'Avignon a effectué en 2005 un travail d'évaluation d'une douzaine de variétés anciennes. Ces travaux nous renseignent sur le potentiel de rendement et l'intérêt gustatif de ces variétés en climat provençal. C'est sur la base de ces travaux récents que nous avons choisi les variétés Rose de Berne et Noire de Crimée pour une culture en Bretagne.

Notre objectif sur 2 années est double :

- d'une part évaluer le potentiel agronomique et économique de ces deux variétés de tomates anciennes et d'une référence du secteur.
- d'autre part, optimiser la conduite culturale de ces variétés afin d'améliorer leur rentabilité.

Ainsi, pour chaque variété nous comparerons 2 conduites.

En 2006, nous avons comparé une conduite de plants en greffé sur beaufort sur 2 têtes et en non greffé sur 1 tête. La densité de toutes les modalités sera de 2.5 têtes/m².

Pour notre référence, Paola, le greffage sur Beaufort a permis un gain de rendement moyen de 23 %. En revanche, le greffage sur Beaufort n'a pas amélioré la productivité des 2 variétés anciennes. Rose de Berne a été aussi productive que Paola (environ 12 kg/m²). Noire de Crimée a en revanche montré sa faible vigueur (- 20 à - 30 % de rendement). La densité classique de 2.5 têtes/m² n'est pas adaptée à cette dernière.

Pour 2007 étant donnée la bonne vigueur de Rose de Berne, nous avons choisit 2 conduites en non greffée : soit sur une tête, soit sur 2 têtes. Pour la Noire de Crimée, nous avons testé le greffage sur Maxifort en 2 têtes et la conduite en non greffée sur une tête en augmentant la densité de plants au m².

En 2007, les meilleurs rendements sont toujours obtenus par la variété Paola (15 kg/m²). Conformément à nos attentes, le greffage sur Paola permet un gain de rendement important (20 %). La variété Noire de Crimée a donné d'excellents résultats (11.8 kg/m²) lorsqu'elle est greffée sur Maxifort. Enfin la variété Rose de Berne non greffée sur 1 tête donne de meilleurs résultats que sur 2 têtes.

En conclusion, les 2 années de cet essai nous ont permis d'obtenir des références techniques et économiques et d'optimiser la conduite de ces deux variétés anciennes.

INTRODUCTION

Notre objectif sur 2 années est multiple. Nous souhaitons :

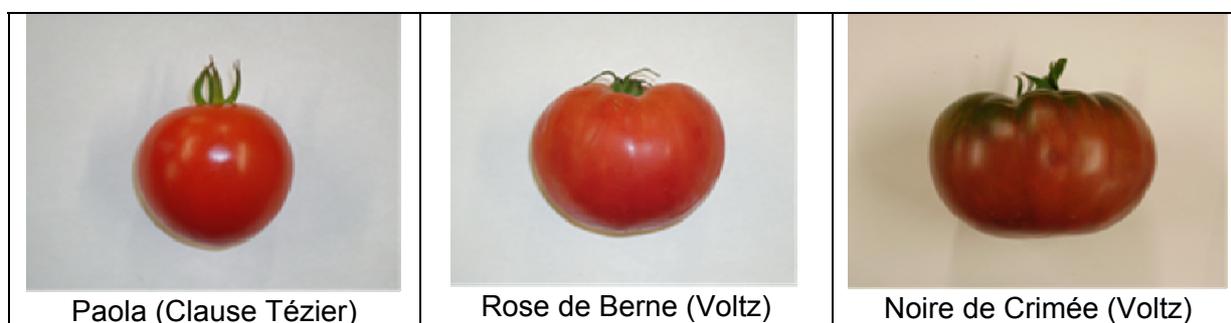
- d'une part évaluer le potentiel agronomique et économique de deux variétés de tomates anciennes et d'une référence du secteur.
- d'autre part, optimiser la conduite culturale de ces variétés afin d'améliorer leur rentabilité.

Ainsi, pour chaque variété nous comparerons 2 conduites.

Les variétés anciennes choisies sont les suivantes : Rose de Berne et Noire de Crimée. Notre référence est Paola.

1 MATERIELS ET METHODES

1.1 Les trois variétés en image



1.2 Conditions culturales

Tableau I – Conditions culturales, matériels et méthodes

Caractéristiques de la culture	
Date de plantation	04/04/07
Type de culture	Tunnel froid
Irrigation	Par goutte à goutte suivant les besoins et aspersion par temps chaud
Echelonnement des récoltes	Du 12/06/07 au 06/11/07
Fumure organique (uniquement avant plantation)	
Patenkali	200 kg/ha
Compost bio	12 T/ha
Apports fractionnés de duetto (08/06, 10/07 et 10/08)	2 T/ha
Pollinisation : apports de ruches	Semaines 22, 28 et 34
Protection biologique et phytosanitaire	
<i>Encarsia formosa</i>	2 lâchers : 31/05/07 et 12/06/07
<i>Macrolophus californicus</i>	2 lâchers : 15/05/07 et 12/06/07
<i>Bouillie bordelaise</i>	15/06/07 et 20/06/07

1.3 Modalités testées

- 3 variétés : Noire de Crimée, Rose de Berne et Paola
- 2 conduites pour chaque variété
- 3 répétitions par modalité

1.4 Rappels sur les résultats de 2006 et choix des modalités de 2007

1.4.1 - Variété Paola

Le greffage sur Beaufort a permis un gain de rendement moyen de 23 %. En 2007, nous avons gardé ces 2 conduites pour Paola : en greffé pour confirmer ces bons rendements et en non greffé car c'est la conduite majoritairement choisie par nos maraîchers.

1.4.2 Variété Rose de Berne

En revanche, le greffage sur Beaufort n'a pas amélioré la productivité des 2 variétés anciennes. Rose de Berne a été aussi productive que Paola (environ 12 kg/m²). C'est une variété présentant une forte vigueur. Notre objectif en 2007 était donc de profiter de cette vigueur : nous la conduirons en non greffée : soit sur une tête soit sur 2 têtes.

1.4.3 Variété Noire de Crimée

Contrairement à Rose de Berne, la Noire de Crimée a montré sa faible vigueur (- 20 à - 30 % de rendement). La densité classique de 2.5 têtes/m² n'est pas adaptée à cette dernière. Ainsi en 2007, nous souhaitons augmenter sa vigueur : soit en la greffant 2 têtes sur Maxifort, soit en augmentant la densité de plants non greffés au m².

Tableau II – Modalités expérimentées en 2007

3 variétés testées et 2 conduites pour chaque	
Paola (référence)	Paola non greffée (2.5 plants/m ²) Paola greffée sur Beaufort (1.25 plants/m ²)
Noire de Crimée	Noire non greffée (3.5 plants/m ²) Noire greffée sur Maxifort (1.25 plants/m ²)
Rose de Berne	Rose non greffée 1 seule tête (2.5 plants/m ²) Rose non greffée 2 têtes (1.25 plants/m ²)
Répétitions	3 répétitions par modalité

1.5 Variables mesurées

Rendement total, rendement commercialisable, précocité, poids et nature des déchets, fermeté et conservation des fruits à 4°C, sensibilités aux maladies, intérêt commercial et économique par rapport à la référence du secteur.

2 RESULTATS OBTENUS EN 2007

2.1 Les rendements commercialisables

La figure 1 représente les rendements commercialisables en kg/m² pour chaque modalité et la répartition des calibres.

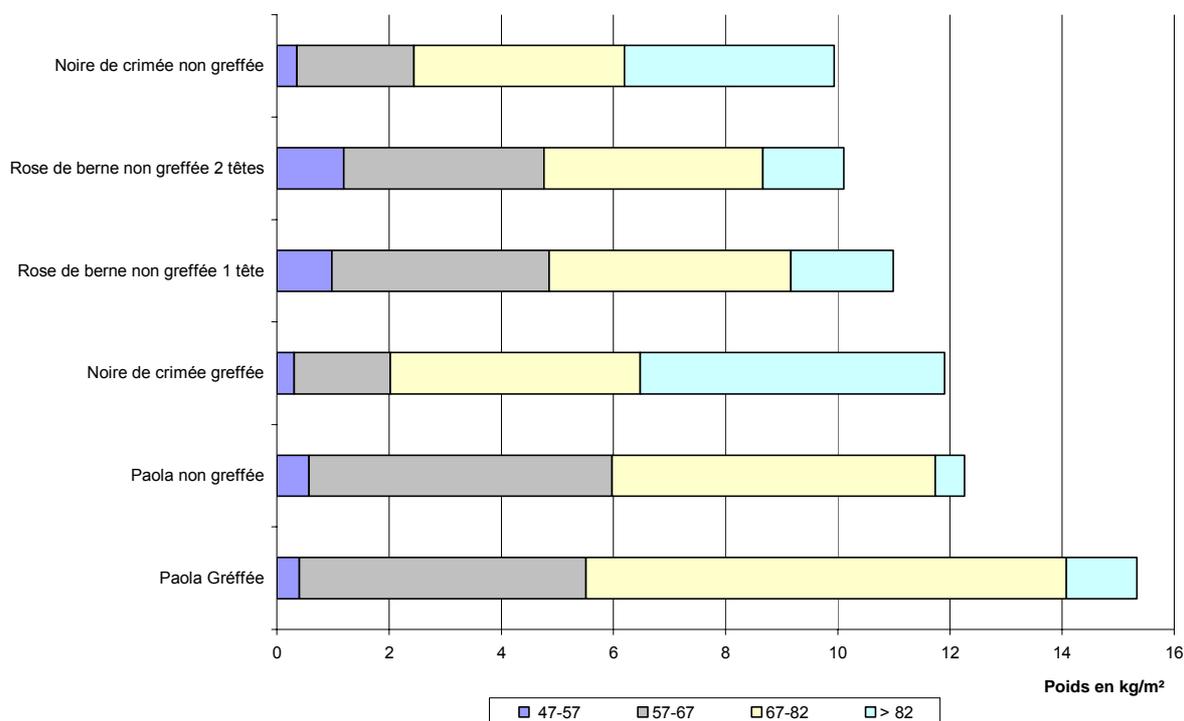


Figure 1 – Rendements commercialisables cumulés pour chaque modalité sur les récoltes de 2007 et répartition des calibres

La variété Paola en greffée obtient les meilleurs rendements avec 15.3 kg/m² contre seulement 12.7 kg/m² lorsque cette dernière est non greffée. Ce résultat confirme les tendances observées en 2006.

Rose de Berne et Noire de Crimée en greffées ou non greffées appartiennent au même groupe avec des rendements allant de 9.9 kg/m² pour la Noire non greffée à 11.8 kg/m² pour la Noire greffée sur Maxifort.

Comme en 2006, la variété Noire de Crimée, qu'elle soit greffée ou non, est la variété qui produit le plus de fruits de gros calibre (> à 82) : 6.8 kg/m² pour la modalité greffée.

Paola produit une majorité de fruits appartenant au calibre 67-82 : 11 kg/m² pour la modalité greffée.

Enfin, la variété Rose de Berne est celle qui donne le plus de fruits petits (47-57).

2.2 Comparaison des rendements commercialisables entre 2006 et 2007

Les rendements de la Rose de Berne en non greffée sont légèrement inférieurs en 2007 à ceux obtenus en 2006 (Figure 2). Malgré tout, sur les 2 années d'étude, les conduites sur une tête en non greffée ou en greffée permettent d'obtenir les meilleurs rendements. Ces 2 conduites ayant le même potentiel agronomique, le coût d'un greffage n'est pas justifié.

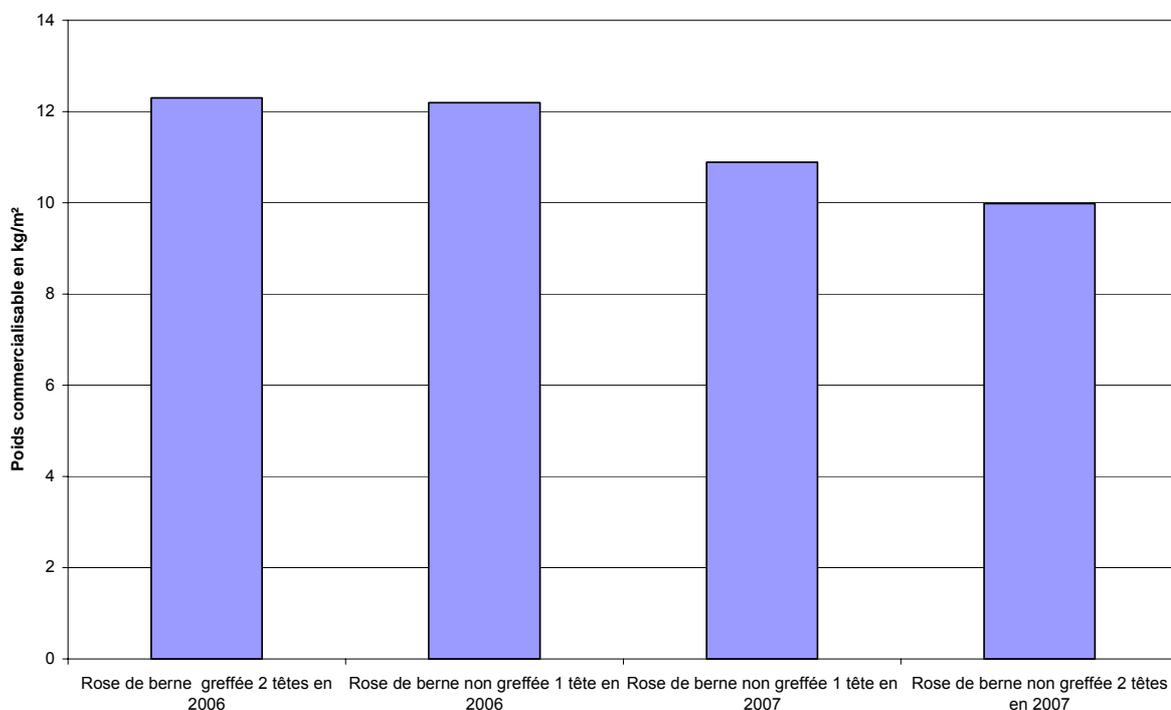


Figure 2 - Evolution des rendements entre 2006 et 2007 pour la variété Rose de Berne

L'optimisation du rendement de la Noire de Crimée est obtenu avec la conduite en greffée sur maxifort (Figure 3). Mais le coût de cette conduite est supérieur à celui d'une conduite en non greffée à forte densité. Les rendements étant proches, seule une étude économique plus détaillée nous permettra de conclure.

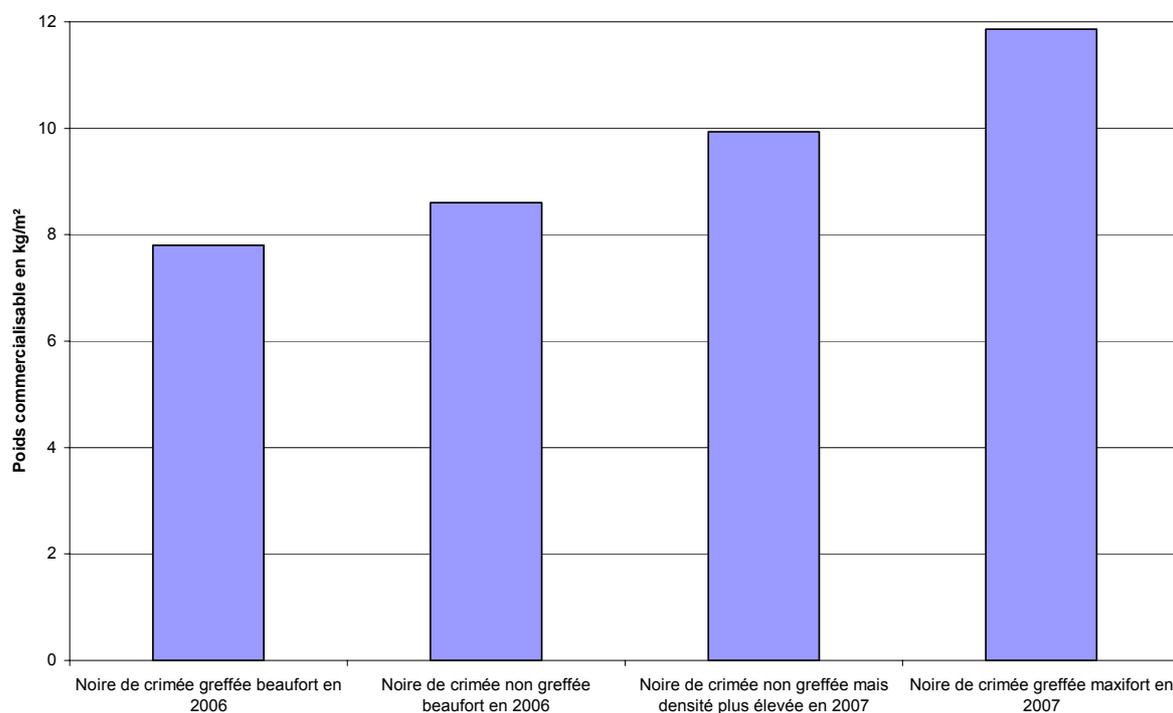


Figure 3 - Evolution des rendements entre 2006 et 2007 pour la variété Noire de Crimée

2.3 Poids de déchets

Malgré de meilleurs rendements qu'en 2006, la variété Noire de Crimée se distingue cette année encore par un poids élevé de fruits fendus (Figure 2).

Figure 4 – Illustration de la fragilité de la Noire de Crimée



Il faut cependant noter que le greffage sur Maxifort augmente significativement ces déchets par rapport à une modalité non greffée (Tableau III).

Tableau III – Comparaison des poids de fruits déchets pour chaque modalité entre 2006 et 2007

	Poids de déchets en 2006 (kg/m ²)	Poids de déchets en 2007 (kg/m ²)
Noire de Crimée non greffée	2,80	0,86
Noire de Crimée greffée	2,00	1,14
Rose de Berne non greffée 1 tête	0,80	0,75
Rose de Berne 2 têtes	0,40	0,80
Paola non greffée	0,30	0,30
Paola greffée	0,10	0,32

2.4 Références économiques

2.4.1 Données économiques pour les charges, le chiffre d'affaire et la marge en 2007

Les charges sont identiques pour les modalités : Paola greffée ou non, Rose de Berne 1 tête et Noire de Crimée greffée (Figure 5). Par contre, la modalité Rose de Berne 2 têtes est légèrement inférieure à cette moyenne et Noire de Crimée non greffée légèrement supérieure.

Le chiffre d'affaire est nettement supérieur pour Paola greffée avec 31 €/m².

Enfin, d'après cette étude économique, c'est la modalité Noire de Crimée greffée qui s'en sort le mieux : pour la rentabiliser comme une culture de Paola non greffée, il faut la vendre environ 2 % plus cher soit 2.05 € le kg. Lorsqu'elle est non greffée ce prix augmente : il faut alors la vendre 2.55 €/kg. Ce prix reste malgré tout très raisonnable pour une tomate biologique de diversification.

La Rose de Berne est également bien positionnée avec des prix allant de 2.20 à 2.30 €/kg.

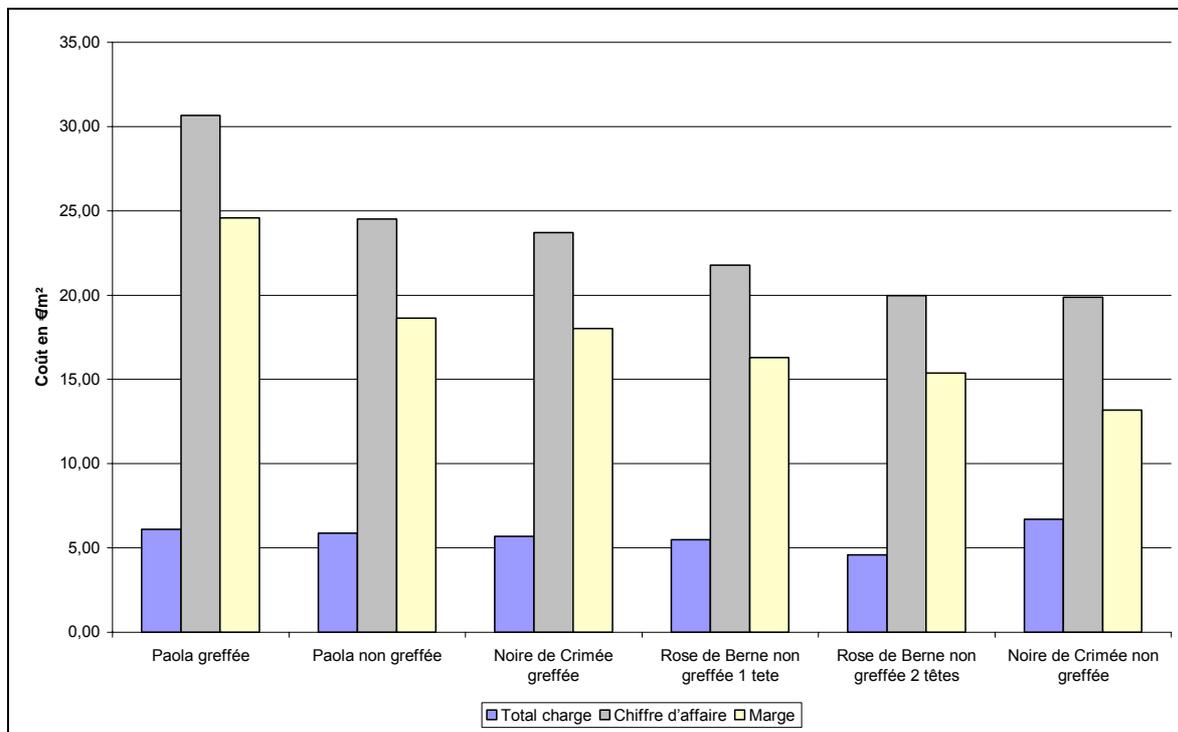


Figure 5 - Données économiques de 2007 : charges, chiffre d'affaire et marge

2.4.2 Données économiques de 2007 comparées à celles de 2006

Les résultats sont améliorés par rapport à ceux de 2006 (Figure 6). En 2006 les marges d'une variété Noire de Crimée greffée était de seulement 9.30 €/m² contre 18 €/m² en 2007, grâce à de meilleurs rendements.

L'objectif est donc atteint, les rendements des variétés anciennes ont été nettement améliorés, la marge brute qui en résulte également.

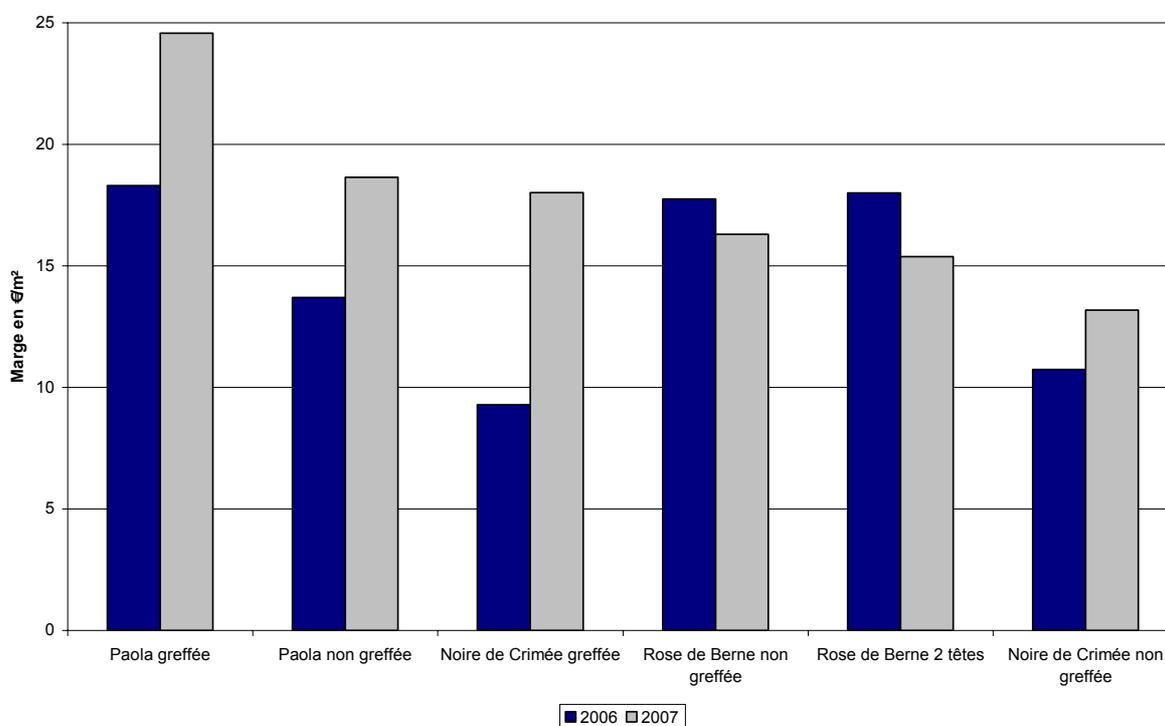


Figure 6 – Comparaison des marges brutes entre 2006 et 2007

3 DISCUSSION

La Rose de Berne très appréciée pour ses qualités gustatives possède également une très bonne vigueur qui ne justifie pas le coût d'un greffage. Elle se conduit comme une Paola.

La Noire de Crimée est une variété de diversification plus difficile à conduire car sa vigueur est faible et fragile. Une augmentation du nombre de plants au m² (passage de 2.5 à 3.5 plants/m²) suffit à augmenter nettement la rentabilité de cette culture mais permet aussi de baisser le fort taux de fruits fendus qui lui est souvent reproché. Ces résultats sont à nuancer : en effet, les conditions climatiques de cette année ont fortement contribué à la baisse de ces déchets.

Enfin, pour ces 2 variétés et quelque soit la conduite, la conservation reste problématique. Elles sont adaptées à un circuit court de vente directe. Cueillies avant maturité, elles se conservent correctement mais elles perdent considérablement en qualité gustative.

SESSION 2
MATERIEL VEGETAL

ELEVAGE DE PLANTS DE CHOUX

Stéphane LE MENN – Ingénieur Conseil

Chambre d'Agriculture – Kergompez – 29250 ST POL

Tél. : 02.98.69.17.46 – Fax. : 02.98.29.07.16 – stephane.lemenn@finistere.chambagri.fr

INTRODUCTION

Face à la technique traditionnelle d'élevage de plants de choux en pépinière (plants d'arrachis), la technique de plant minimotte s'est développée ces 10 dernières années. En AB, cette technique minimotte s'impose moins qu'en agriculture conventionnelle car elle présente quelques inconvénients : plant moins rustique, plus sensible aux gros ravageurs (lapin, pigeon), plus délicat à sarcler, etc ...

Une 3^{ème} technique, intermédiaire entre les 2 premières, a été mise au point par la Station d'essai de Pleumer-Gauthier (22) il y a quelques années. Le semis est réalisé sur terreau en plaque alvéolée classique, mais élevé au contact du sol en plein champ. C'est la technique de "minimotte sur sol".

1 MINIMOTTE SUR SOL

La technique est simple et peut être mise en œuvre sans investissement car il n'y a pas besoin de tunnel. Il s'agit de semer dans des alvéoles de terreau de la même façon que pour un plant minimotte. Choisir des plaques minimottes classiques de 150 alvéoles.

Ces plaques sont posées sur le sol l'une contre l'autre. Elles génèrent ainsi une sorte de tapis de terreau et de plastique, qui empêche la levée des adventices.

La principale règle à respecter pour obtenir un bon taux de plants homogènes, est d'assurer un bon contact entre le fond de l'alvéole et le sol. Pour cela, le sol sera bien sûr préparé finement et bien nivelé, mais il faut aussi n'utiliser que des plaques en plastique qui peuvent être légèrement enfoncées dans le sol contrairement aux plaques en polystyrène qui ont un fond plat.

Il est nécessaire d'arroser au début pendant la phase d'enracinement. Ensuite, les racines puisent dans le sol.

L'intérêt majeur par rapport à une pépinière, est de s'affranchir du désherbage/sarclage, ce qui représente un gain de main-d'œuvre important. De plus, la surface de bâche nécessaire est diminuée puisque l'on se situe sur la base de 620 graines / m² contre moins de 100 dans une pépinière.

Le risque de mauvaise levée pour cause de pluie battante est enlevé, par contre le risque hernie subsiste car la racine se développe dans l'alvéole et dans le sol.

Par rapport à un achat de plant minimotte, l'intérêt est le coût du plant et un besoin de trésorerie moindre.

2 COUT COMPARE DES 3 TECHNIQUES

2.1 Protocole

La Chambre d'Agriculture du Finistère a réalisé au printemps 2007, une enquête chez 17 producteurs bio. Cette enquête représente au total 125 ha de choux avec une surface moyenne de 7,4 ha / exploitation. La répartition des différentes techniques est la suivante :

- 38 % d'arrachis
- 37 % de minimotte
- 25 % de minimotte sur sol

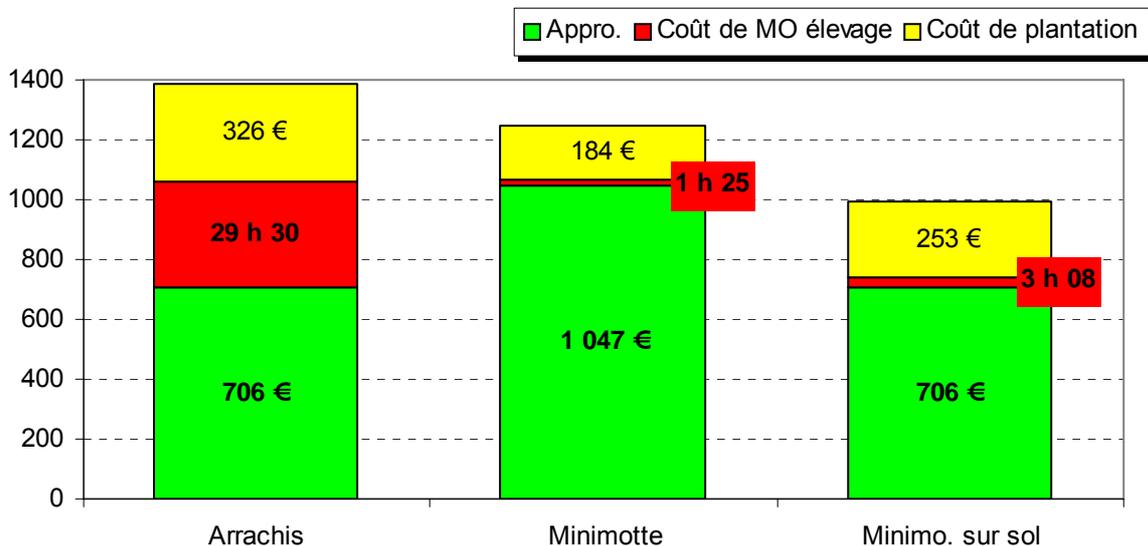
NB : cette répartition n'est pas représentative de la région car nous avons essayé d'enquêter le plus possible d'agriculteurs avec la technique "minimotte sur sol" pour appréhender au mieux cette nouvelle technique sur laquelle nous avons assez peu de références.

Références utilisées pour le calcul			
→ Graines :	35 €/1000 pour l'automne, 23 €/1000 pour l'hiver, 29 €/1000 pour les tardifs		
→ Plants minimotte 150 :	51 €/1000 (sans graine)		
→ Bâches :	Mikroclimat	0.35 €/m ²	pour 6 saisons
	Filbio	0.42 €/m ²	pour 2 saisons
→ Main-d'oeuvre :	12 €/h		
→ Mécanisation :	43 €/ha pour le labour		
	31 €/ha pour la préparation		

Remarques :

- Les données collectées ont été ramenées sur la base de 1000 plants plantables, puis d'un hectare planté à la densité de 13 000 pieds. Pour cela nous avons à chaque fois déterminé un taux de réussite de l'élevage à partir des enquêtes.
- Compte tenu des grosses différences de rapidité de chantiers de plantation selon les techniques nous avons intégré le coût de plantation dans le coût de chaque technique. Par contre le coût de sarclage après plantation n'a pas été intégré car il est trop variable selon les situations (années, parcelles).

2.2 Résultats : presque 30 % d'économie



Coût du plant rendu en terre, en €/ha planté

2.2.1 Technique d'Arrachis :

- Le taux de réussite retenu est de 69 % de plant plantable, ce qui signifie qu'il faut semer 1 472 graines pour obtenir 1 000 plants.
- Les temps de travaux en pépinière sont liés à 2 gros postes, le sarclage qui occupe 36% du temps et l'arrachage 49% du temps, soit respectivement 10h36 et 14h24 pour un hectare de pépinière.
- Le temps consacré au sarclage de la pépinière est très variable. La pluviométrie, la parcelle et le soin apporté au faux semis sont autant de critères qui peuvent multiplier le nombre d'heures nécessaires.
- Comparé aux autres techniques, la pépinière présente des charges d'approvisionnement honorables. Par contre elle nécessite plus de 29h de travail/ha planté alors que les autres techniques sont en dessous de 4 h ! Le temps de plantation amplifie encore cela. **C'est la technique la plus coûteuse** : le prix des plants rendus en parcelle s'élève à 1 394 €/ha planté.

2.2.2 Technique des Minimottes achetées :

- Les temps de plantation correspondent aux travaux réalisés avec une planteuse à minimotte (= planteuse à godets). En intégrant dans le calcul, ceux qui travaillent avec une planteuse traditionnelle, nous obtenons un surcoût de 26 € de main-d'œuvre/ha.
- Il y a peu de marge de manœuvre avec cette technique à moins de produire son plant soi-même sous tunnel : le coût d'approvisionnement diminue fortement et se trouve que très partiellement comblé par un supplément de main-d'œuvre.

La technique minimotte se distingue par un poste approvisionnement beaucoup plus élevé (+ 341 €/ha). Il n'y a en revanche quasiment pas de besoin de main-d'œuvre pour l'élevage, ce qui donne un coût de production du plant identique à l'arrachis. Les temps de plantation sont avantageux en minimotte, d'où **au final un coût du plant rendu en terre plus bas que l'arrachis de 11 %**.

2.2.3 Minimotte sur sol : la moins coûteuse !

- Le taux de réussite estimé par les enquêtés est de 84 %, ce qui signifie qu'il faut semer 1 192 graines pour obtenir 1 000 plants.

Cette technique permet des économies dans tous les sens :

- Par rapport à la pépinière : économie de 32 h de travail, soit quasiment 400 €/ha en moins sur le poste main-d'œuvre. Les temps de sarclage et d'arrachage sont minimes. Les charges d'approvisionnement sont identiques. Le coût de la prestation « remplissage et semis des plaques » qui s'élève à 246 €/ha est compensé par le gain sur la surface à bâcher et sur le taux d'efficacité des semences. En tenant compte des frais de plantation, la technique d'élevage de motte sur sol atteint 999 €/ha planté, soit 28 % de moins que le plant d'arrachis.
- Par rapport à la minimotte : les temps de travaux sont faibles dans les 2 cas. La différence se fait sur les coûts d'approvisionnement : 340 €/ha en moins pour la technique minimotte sur sol. Le temps de plantation est légèrement supérieur à la minimotte car le plant un peu étioilé ralentit la plantation. Au final cette technique d'élevage sur sol permet quand même **une économie de 20 % par rapport à des minimottes achetées**.

3 RESULTATS TECHNIQUES

3.1 Expérimentation à la S.E.C.L. Pleumer-Gauthier

Les taux de réussite ont été intégrés dans les calculs de l'élevage du plant. Après plantation, quelle est la qualité de reprise ? Quels sont les taux de récolte et les rendements ? Voici une synthèse des résultats obtenus en expérimentation.

➔ En Chou-fleur (8 essais)

Minimotte sur sol :

- 81% de plantable.
- pommaison prématuré à l'automne comme l'arrachis.
- plants un peu étiolés facilitant le sarclage.
- durée d'élevage équivalente à l'arrachis, quelques jours de plus que la minimotte.
- Un peu plus précoce qu'un plant minimotte en début d'hiver car le plant redémarre plus vite après plantation. Et récolte légèrement plus étalée. A partir de mars il n'y a aucune différence de comportement.
- La qualité de récolte est équivalente quelle que soit la technique : la variété joue plus que le type de plant.

➔ En brocoli (4 essais sur l'automne)

Arrachis : Démarrage plus rapide que la minimotte d'où une plus grande précocité mais une récolte plus étalée (18 jours en moyenne au lieu de 9-10 jours en minimotte).

Minimotte sur sol : Comportement intermédiaire entre arrachis et minimotte, se rapproche plus de l'arrachis. Gain de précocité de 5 à 10 jours par rapport à la minimotte.
Étalement de la récolte d'environ 14 jours en moyenne.

➔ En chou pommé (11 essais)

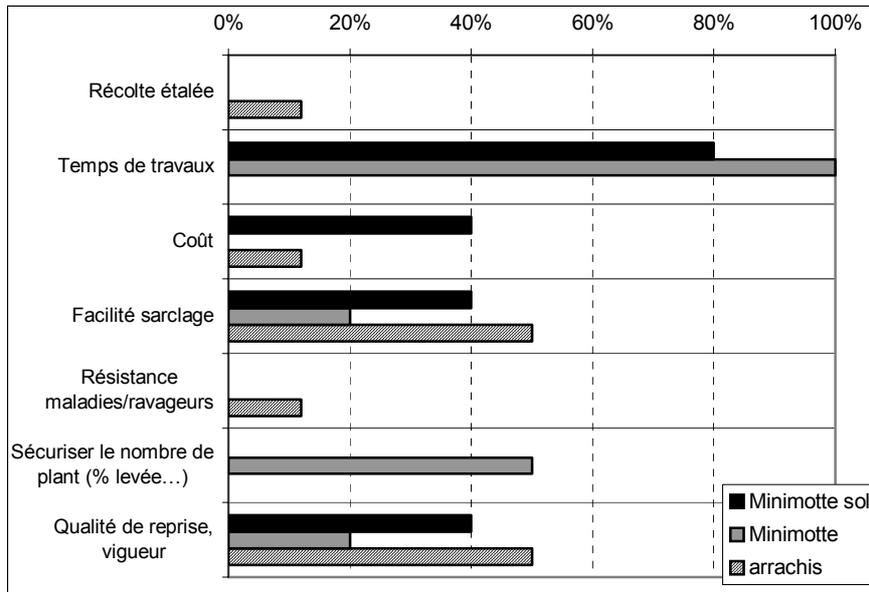
Arrachis : Plus grande vigueur par rapport à la minimotte. Taux de récolte légèrement supérieur dans tous les cas.

Minimotte sur sol: Intermédiaire entre les deux autres techniques mais se rapproche plus du plant arrachis.
En termes de précocité il y a peu de différence. En chou rouge et cabus, l'arrachis est parfois un peu plus précoce que les deux autres techniques mais ce n'est pas systématique.

3.2 Enquête dans le Finistère

L'enquête producteurs a fait ressortir que la qualité de reprise est bonne et varie peu selon les techniques : 96,5 % en arrachis, 98,1 % en minimotte et 96,6 % en minimotte sur sol. Quelques soucis d'hétérogénéités sont signalés certaines années pour le plant d'arrachis, et dans certaines enquêtes en technique minimotte sur sol (10 % de petits plants dans certains cas.)

Le graphique suivant présente le jugement des agriculteurs enquêtés quant à ce qu'ils apprécient dans chacune des techniques :



Sans grande surprise, les principaux arguments en faveur de la pépinière d'arrachis sont la facilité de sarclage et la vigueur de reprise. Il n'empêche que seulement 17 % des enquêtés font état de difficulté de sarclage en minimotte (aucun pour la minimotte sur sol) !

La vigueur de reprise, même si elle est moins citée pour les 2 techniques minimotte, ne pose pas de véritable problème tant qu'il n'y a pas de forte présence de gros ravageurs. Par contre, en présence de lapin et/ou pigeon, les plants en minimotte sont plus fragiles.

L'étalement des récoltes est aussi un critère parfois apprécié avec le plant d'arrachis, essentiellement pour les choux brocolis.

A remarquer que la technique minimotte achetée représente une certaine sécurité pour l'approvisionnement de plants, l'agriculteur ne prend pas le risque de rater l'élevage. Il y a par contre dépendance vis-à-vis d'un fournisseur.

Les jugements sur les temps de travaux sont sans équivoque. C'est le principal problème de la pépinière. A noter en plus un certain stress avec cette technique liée au risque hernie et surtout tenthrède.

RESUME

Face à la technique traditionnelle d'élevage de plants de chou en pépinière (arrachis) et à la technique en plaque minimotte hors-sol, il existe désormais une technique alternative : des plants minimottes élevés au contact du sol.

Cette technique s'avère la moins coûteuse, 28 % de moins que la technique d'arrachis et 20 % de moins que le plant minimotte.

Le taux de plant plantable est plutôt bon avec cette technique à condition de respecter certaines règles : plaques plastiques bien posées sur le sol notamment.

La rusticité du plant est intermédiaire entre le plant d'arrachis et le plant minimotte. Le plant est un peu étioilé, donc plus délicat à planter qu'un plant minimotte, mais plus facile à sarcler.

TOLERANCE VARIETALE DU POIREAU A LA ROUILLE

David Grébert

Pôle légumes région nord
229.route d'Estaires 62840 Lorgies
Tel: 03.21.52.47.65 - Fax:03.21.26.22.58

RESUME

La rouille du poireau causée par le champignon pathogène *Puccinia allii* est une maladie très présente dès septembre dans les parcelles des producteurs. Elle peut se développer très fortement à cette époque, généralement grâce à des conditions très favorables à son développement (température comprise entre 15 et 20 degrés, hydrométrie importante) entraînant un parage conséquent lors du conditionnement voire un déclassement du produit. Il n'existe aujourd'hui aucun moyen de lutte autorisé en agriculture biologique. Hormis des mesures prophylactiques, le choix variétal reste à ce jour l'unique rempart dans la maîtrise de cette maladie. Nous verrons donc, dans cette étude, s'il existe des sensibilités à la rouille dans la gamme proposée en semences biologiques.

INTRODUCTION

Il n'existe pas aujourd'hui de produit homologué contre la rouille en agriculture biologique. On essaiera donc de proposer une gamme variétale bio présentant, parallèlement à ses qualités agronomiques, une bonne tolérance aux maladies. Aucune variété bio n'est actuellement annoncée résistante à la rouille mais on reconnaît de grosses différences de comportement vis à vis de cet agresseur. On cherchera dans cette étude, menée sur deux cycles, à cerner les différents niveaux de tolérance des variétés automne et hiver suivies par ailleurs pour leurs résultats agronomiques

1 MATERIEL ET METHODES

Les dispositifs sont mis en place à la station dans un premier temps. Dans un deuxième temps, les variétés sont proposées aux producteurs pour confirmation des résultats.

1.1 Variétés

Tableau 1 – Présentation des variétés testées

Cycle 1	Cycle 2
Almera (bio)	Axima (bio)
Hannibal (bio)	Bandit (bio)
Pandora (bio)	Ardea (bio)
Tadorna (bio)	Tadorna (bio)
Shelton (bio hybride)	Atlanta (bio)
Lancia (bio)	Kenton (Nt hybride)

1.2 Dispositif

Essai bloc à 5 répétitions de 30 plantes.
Notations réalisées sur la totalité des plantes.

Sont dénombrés :

- Le nombre de feuilles atteintes par poireau atteint
- Le nombre de poireaux atteints par parcelle
- Le nombre total de feuilles par poireau atteint pour affecter une note de gravité = % de feuilles atteintes pouvant être exprimé en fonction des seuls poireaux atteints ou de la totalité de la parcelle.
- Estimation de la surface foliaire atteinte.

1.3 Déroulement cultural

Tableau 2 – Semis et plantation

Cycle 1	Cycle 2
Semis le 6/03 en minimotte Plantation le 13 juin Fertilisation 60 unités	Semis le 30/03 en minimotte Plantation le 29 juin Fertilisation 110 unités

2 RESULTATS

La rouille est présente en tout début de démarrage au 1^{er} septembre (détection rare pustules).

A pleine maturité, fin septembre, elle reste relativement peu apparente suite à de nombreuses pluies lessivantes.

2.1 Résultats cycle 1

Fin septembre, les attaques se sont généralisées mais pour les meilleures variétés (Shelton, Lancia, Pandora), le niveau de gravité des attaques est moins important comparativement à des variétés type Dadorna et Alméra significativement plus sensibles.

Shelton (hybride) et Lancia sont les plus tolérantes. Bon comportement aussi pour Pandora. Bon comportement rouille également pour Hannibal mais problèmes qualitatifs.

Tableau 3 – Présentation des notations

	Gravité (% filles atteintes/parcelle			% Plantes atteintes			% surface foliaire /plante atteinte		
	12/09	22/09	30/09	12/09	22/09	30/09	12/09	22/09	30/09
Pandora	0,52	0,72	2,00	3,32	4	11,98	0,9	0,52	3,62
Lancia	0,1	0	0,12	0,66	0	0,66	0,4	0	0,40
Shelton	0,24	0,18	2,08	1,32	1,32	10,68	0,8	0,4	3,70
Almera	1	1,38	5,82	4	5,98	26,00	1,86	2,12	7,02
Tadorna	2,44	4,62	12,48	7,34	17,32	35,32	4,44	3,76	14,96
Hannibal	0,1	0,32	2,54	0,66	1,32	10,66	0,4	1,6	5,08

2.2 Résultats cycle 2

La présence de rouille sur ce cycle automne hiver est nettement plus intense avec des températures douces sur cette fin d'année.

Tadorna, sensible dans le 1^{er} cycle, confirme dans cette série. Atlanta est au même niveau de sensibilité.

Bonne tolérance à la rouille pour Kenton et Bandit. Axima et Ardea ont encore un bon comportement.

Tableau 4 - Présentation des notations

	Gravité (% filles atteintes/parcelle)			% Plantes atteintes			% surface foliaire /plante atteinte		
	30/09	20/10	15/11	30/09	20/10	15/11	30/09	20/10	15/11
Atlanta	2,82	25,36	47,86	15	70	87	3,5	14,6	24,2
Tadorna	2,06	24,08	44,6	14	65	87	3,3	14,8	24,2
Axima	0,2	8,1	29,44	1	34	69	0,4	7,6	15,8
Kenton	0,12	2,8	16,08	1	19	62	0,4	4,9	9,0
Ardea	0,3	6,38	28,80	2	29	67	0,8	7,7	15,0
Bandit	0,28	6,4	17,20	2	31	53,00	0,8	6,1	11,3

3 LIMITES DE L'ESSAI

Essai sur 1 contexte pédo-climatique de la région Nord pas de calais (Nécessité d'implanter ces variétés chez les producteurs dans différentes zones pour confirmation).

Brièveté de l'essai.

Mais références déjà connues en conventionnel des variétés testées en bio.

Tableau 5 – Classement des sensibilités rouille (les sensibilités ne sont données qu'à titre indicatif)

Variétés	1992	1993	1994	1997	1998	1999	2001
Pandora	++						
Atlanta					+++	+++	+++
Axima							++
Tadorna	+++	+++	++				
Bandit		+	+				
Ardea				++	++	++	

+++ sensible à fort

++ Sensible

+ tolérant

4 VARIETES POUVANT ETRE INTERESSANTE EN BIO

Des essais menés en conventionnel sans protection phytosanitaire sur les tolérances aux maladies notamment sur la rouille sur un certain nombre de variétés depuis 2004

Tableau 6 – Variétés avec une sensibilité faible à la rouille (les sensibilités ne sont données qu'à titre indicatif)

2004	2005	2006
Triton, Kenton, Pallas, Antiope, Apollo, Wright	Triton, Kenton, Antiope, Apollo, Wright, Pallas	Pallas, Kenton, Bell, Antlia, Triton, Christiane, Antiope, Levis, Edison, Fahrenheit

CONCLUSION

Notre essai a permis de confirmer des tendances déjà connues, car la plupart des variétés étaient des références en agriculture conventionnelle.

Au niveau des enseignements pratiques, le choix du producteur doit privilégier la tenue sanitaire. Si on accepte que les hybrides qui ont un meilleur comportement en général (tenue, qualités agronomiques), quelques unes des anciennes variétés semblent se rapprocher au niveau de la tolérance à la rouille. Dans du matériel utilisé en conventionnel car non disponible en bio, des différences de sensibilité semblent apparaître. Les variétés pourraient éventuellement compléter une gamme en bio qui est finalement restreinte.

INTERETS ET LIMITES DES APPORTS DE LA GENETIQUE A LA PRODUCTION BIOLOGIQUE DE LA POMME DE TERRE

Roland Pellé^{1}, Mathieu Conseil², Julien Bruyère³, Jérôme Lambion⁴, Jean-Michel Gravouelle⁵, Philippe Laty⁶, Yves Le Hingrat⁷, Didier Andrivon⁸, Jean-Eric Chauvin¹, François Le Lagadec², Daniel Ellissèche¹*

** Auteur pour correspondance : Roland.Pelle@rennes.inra.fr*

INTRODUCTION

La production biologique de pommes de terre existe dans plusieurs régions de France, c'est à dire dans des contextes agro-climatiques divers. De même, sur le plan commercial, si les débouchés sont souvent une clientèle de proximité, on trouve aussi des magasins spécialisés, des secteurs de linéaires dans les grandes et moyennes surfaces, des contrats avec l'industrie et un courant d'exportation.

En culture biologique, le succès d'une production de pomme de terre suppose la maîtrise simultanée des adventices et des ravageurs, d'un rendement économiquement suffisant et, dans le cas des pommes de terre destinées à la consommation, d'une capacité suffisante de conservation des tubercules. Les principes de l'agriculture biologique et les exigences actuelles du cahier des charges bio relatif à la pomme de terre imposent toutefois la mise en œuvre de solutions techniques différentes – et généralement plus complexes – que celles employées en production conventionnelle pour atteindre ces objectifs.

En effet, les contraintes phytosanitaires et la gestion de la régularité des rendements et des conditions physiologiques de conservation sont résolues en production conventionnelle par un recours massif à une large gamme de produits phytosanitaires, d'engrais chimiques et d'inhibiteurs de germination qui, par essence, ne sont pas utilisés en production biologique. Par ailleurs, la hiérarchie des affections qui touchent la production de pomme de terre est différente d'un site de production à l'autre ou d'une méthode de production à une autre. Ainsi, si le mildiou reste le parasite le plus dommageable en zone océanique, il est d'importance marginale pour les productions biologiques en zone continentale, généralement carencées en azote et dont le cycle végétatif est presque achevé au moment des attaques estivales; par contre, le rhizoctone brun, transmis par les tubercules de semence et présent dans la plupart des sols sous forme de sclérotés à survie prolongée, est une contrainte forte sur l'établissement des cultures biologiques.

De même, l'augmentation des rendements doit vraisemblablement être un objectif pertinent pour la compétitivité et la durabilité des exploitations même si cette augmentation n'apparaît pas toujours prioritaire aujourd'hui, notamment grâce à des différentiels de prix actuellement favorables aux productions biologiques sur le marché. La qualité du produit est d'autant plus importante dans le cas de la pomme de terre en agriculture biologique que celle-ci est, pour le moment, essentiellement vendue en frais. Les producteurs bio sont donc particulièrement attachés à la qualité de présentation comme aux qualités culinaires. L'aptitude à une bonne conservation, en conditions de stockage traditionnel est également souhaitée, afin de mieux gérer les mises en marché. Enfin, s'ajoute la nécessité d'un schéma spécifique « bio » de production de plants, dont la mise en place est à l'étude depuis quelques années.

A l'heure actuelle, la production biologique de pomme de terre en France et dans la plupart des pays européens repose sur des variétés classiques, c'est à dire sélectionnées sur des objectifs d'adaptation à une production conventionnelle (recourrant à de nombreux intrants) et choisies en raison de leur importance commerciale. Leur succès en conditions de production biologique est inégal, les producteurs tentant de compenser leur niveau de résistance généralement faible au mildiou par des traitements cupriques ou des itinéraires techniques adaptés, et recourrant essentiellement à des plants certifiés bio, c'est à dire actuellement, produits en système conventionnel jusqu'à l'avant-dernière génération du schéma de production et en système bio pour la dernière génération, faute de disponibilité en plants biologiques multipliés, dès l'origine du plant en système bio. Cette situation n'est donc pas idéale.

1 LES ETUDES REALISEES

Les trois projets de recherche CIAB/ACTA qui se sont succédés, entre 1999 et 2006, sur la production biologique de pomme de terre 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 permettant, dans un premier temps, de rationaliser le choix parmi les cultivars existants, puis, éventuellement, d'engager des travaux de création variétale pour la filière « bio »
- 2) l'évaluation d'un schéma de production de plant en système bio depuis l'origine du plant, c'est à dire basé sur une multiplication et une sélection purement généalogique en itinéraire technique bio pour l'ensemble des générations et sans recours aux techniques de micro propagation (multiplication In Vitro); enfin,
- 3) une première approche de la gestion des attaques de rhizoctone brun en production biologique.

Ces travaux ont été réalisés en collaboration étroite par Inter Bio Bretagne (IBB), le Groupement Régional d'Agriculture Biologique (GRAB) d'Avignon, Aval Douar Beo, la Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles des cultures (FREDON) du Nord-Pas-de-Calais, la Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre, l'Association des Créateurs de Variétés Nouvelles de Pomme de Terre (ACVNPT) et deux Unités Mixtes de Recherche du Centre INRA de Rennes : (Amélioration des Plantes et Biotechnologies Végétales - APBV -, équipe « Pomme de Terre » et Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes - BiO3P- , équipe « caractérisation et gestion durable des résistances des plantes aux maladies »).

1.1 Quels idéotypes variétaux (= variétés « idéales ») de pomme de terre pour l'AB ?

Afin d'identifier les caractères importants pour l'adaptation d'un génotype de Pomme de terre à l'agriculture biologique, le comportement de 96 cultivars et de génotypes INRA en sélection a été étudié en 2000 2001 et 2002 sur la Plateforme Agrobiologique d'Inter Bio Bretagne à Suscinio (Morlaix, Finistère). Ce matériel génétique a été choisi de manière à couvrir une assez large variabilité de caractères (durée de cycle de végétation, résistance au mildiou, aptitude à la conservation...), du moins dans des conditions d'agriculture conventionnelle.

Les observations et les mesures réalisées dans le cadre de cette étude ont montré qu'une large variabilité s'exprime en conditions de culture biologique pour les caractères observés. Cette expression était la même qu'en agriculture conventionnelle pour certains caractères (précocité) et différente pour d'autres (rendement). Certains rendements étaient de l'ordre de grandeur de ceux habituellement observés en agriculture conventionnelle, d'autres beaucoup plus faibles. Les plantes apparaissaient moins vigoureuses qu'en conditions conventionnelles. Les variétés ont exprimé des degrés de résistance au mildiou du feuillage très divers. Ce degré de résistance est conforme à celui observé au cours de l'évaluation réalisée en parallèle à l'INRA (Ploudaniel) en conditions de culture conventionnelle, ce qui pouvait se concevoir étant donné que cette évaluation s'est faite en conditions de contamination naturelle, sans aucune protection fongicide du feuillage et dans un lieu situé à proximité géographique de la PAIS.

Le principal résultat est que les variétés les plus résistantes au mildiou du feuillage étaient les plus productives et les plus aptes à une conservation traditionnelle des tubercules, et ces variétés les plus résistantes étaient les plus tardives. Cette étude ayant été réalisée en un seul lieu, au climat typiquement océanique, a mis en évidence l'importance de la résistance au mildiou dans ces conditions favorables au parasite. Par contre, des études conduites en milieu continental (Allemagne) ont montré l'impact d'autres facteurs limitants tels que le niveau de nutrition azotée des plantes, ce que nos observations concernant le développement végétatif réduit des plantes menées en conditions biologiques par rapport aux mêmes génotypes conduits

en conditions conventionnelles tendent à confirmer. C'est pourquoi il a paru nécessaire de préciser ces résultats initiaux par une expérimentation en plusieurs lieux.

Cette expérimentation a également permis de prendre en compte les caractères de qualité et les résistances aux virus, indispensables pour compléter la description d'idéotypes variétaux de pomme de terre adaptés à l'agriculture biologique. Elle a été réalisée pendant 2 ans en 5 lieux (départements 22, 29, 45, 62, 84) afin de couvrir plusieurs situations agro-climatiques et plusieurs modes d'utilisation de la pomme de terre. Dans 2 lieux, l'itinéraire technique « plants » a été appliqué, et dans les 3 autres lieux l'itinéraire « pomme de terre de consommation ». La diversité variétale observée auparavant était représentée par 8 cultivars testés lors de l'étude initiale, et un génotype INRA très résistant au mildiou.

Dans les essais « consommation », l'analyse des caractères de qualité met d'abord en évidence un effet lieu (c'est à dire un effet terroir et/ou itinéraire et pratiques culturales), puis un effet variétal assez conformes à celui observé en culture conventionnelle, avec quelques interactions Génotype x Environnement. C'est particulièrement vrai pour les caractères « teneur en matière sèche », « teneur en sucres réducteurs » et « noircissement après cuisson » des tubercules (Figure 1). Dans les lieux où des épidémies de mildiou se sont produites, c'est à dire en climat océanique, le classement des variétés en fonction de leur degré de tolérance s'est confirmé et les rendements ont été d'autant plus élevés que les variétés étaient plus résistantes (Figure 2). Dans ce type de situation, ce sont bien les variétés tolérantes au mildiou et tardives qui sont les mieux adaptées. Dans les autres lieux, ce ne sont pas toujours les mêmes variétés qui sont les plus productives et l'expression de la maturité varie également (Figure 3), ce qui implique que d'autres caractères d'adaptation doivent être identifiés.

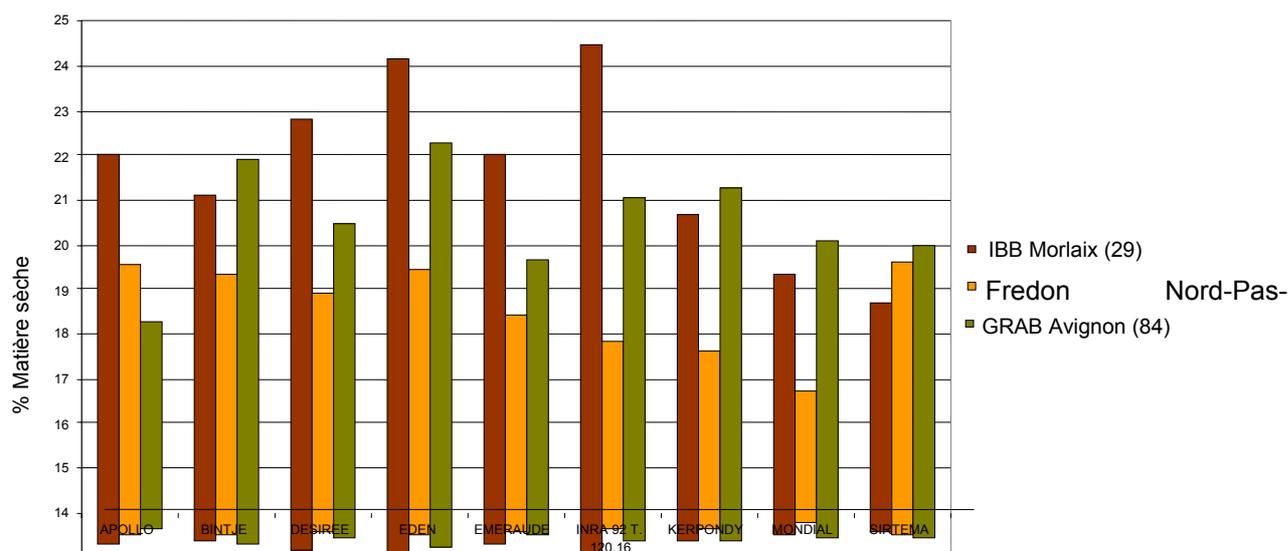


Figure 1 : Variabilité de la teneur en matière sèche des tubercules chez 9 variétés de pomme de terre expérimentées dans 3 lieux en conditions d'agriculture biologique (2006)

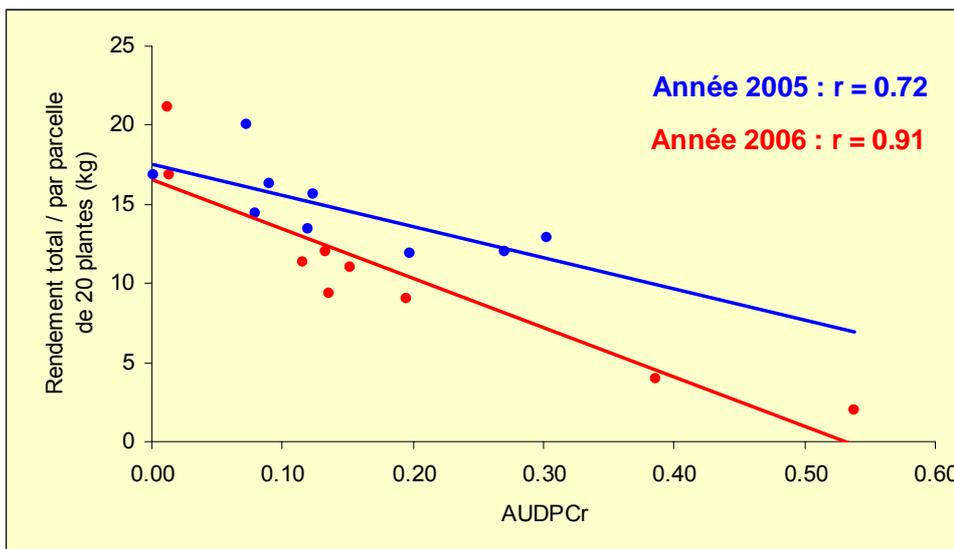


Figure 2 : Corrélation entre résistance au mildiou et rendement total chez 9 variétés de pomme de terre expérimentés dans des conditions d'agriculture biologique en climat océanique (Suscinio, 2005 et 2006).

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.

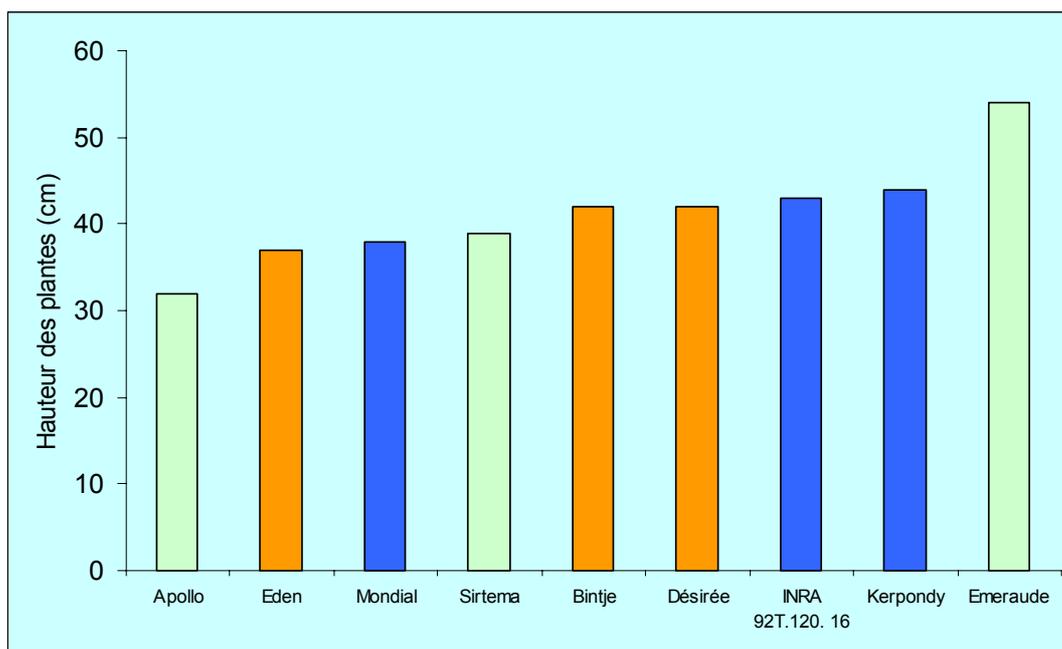


Figure 3 : Hauteur finale des plantes de 9 variétés de pomme de terre en conditions d'agriculture biologique (GRAB Avignon, 2006).

Variétés précoces
 Variétés moyennement précoces
 Variété tardives.

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.

1.2 Éléments pour un schéma de production de plant bio

Le principal résultat dans les essais « plants » est que les taux de contamination par PVY (virus Y de la pomme de terre) varie de 0 à 8%. Ce deuxième chiffre est élevé et n'autorise une certification des plants qu'en classe B (Classification très moyenne dans l'échelle de qualité des plants). De tels plants sont utilisables pour mettre en place des cultures de consommation, mais pas pour une nouvelle reproduction en plants. La variation observée dépend du lieu et de la variété et confirme donc l'importance de ces deux facteurs pour la réussite d'un schéma bio de production de plants.

Deux essais précédents implantés dans les mêmes lieux (Bretagne et Orléanais) mettaient en comparaison deux origines de plants (conventionnelle et bio) et six cultivars. Les plants conventionnels étaient la seconde génération de tubercules issus de boutures in vitro tandis que les plants bio étaient la première génération de tubercules récoltés dans une culture bio. Les plants bio avaient été prégermés avant plantation. Les itinéraires techniques respectaient le cahier des charges bio, avec en particulier un désherbage et un défanage mécaniques et une protection des plantes contre le mildiou à l'aide de bouillie bordelaise exclusivement. Des traitements aux huiles minérales ont été appliqués pour lutter contre la dissémination du virus Y, virus actuellement le plus dommageable en France.

C'est la variété la plus résistante au mildiou qui avait permis d'obtenir le rendement le plus élevé en Bretagne, alors que la variété la plus précoce était la plus productive dans le Centre. Les taux de contamination par le virus Y allaient de 0 à 12%, conformément aux données déjà connues sur la sensibilité respectives des 6 variétés à ce virus. Dans les 2 lieux, les rendements des parcelles issues de plants bio étaient significativement plus élevés.

Ces résultats montrent qu'il est possible de produire des plants bio (au moins pendant une ou deux générations). Ils remettent en évidence la nécessité de se placer dans des conditions d'environnement favorable à la production de plants (zones spécifiques, exposition des parcelles au climat défavorable aux facteurs limitants) et de prendre en compte les différences de sensibilité variétale aux viroses. La supériorité constatée ici des plants bio sur les plants conventionnels peut tenir au fait qu'ils avaient été prégermés, ce qui a pour conséquence un raccourcissement du cycle de végétation des plantes et *ipso facto* un évitement des risques de contamination par les maladies de fin de cycle. Ceci montre clairement l'importance de l'itinéraire technique en AB : le fait, par exemple, que les plants soient prégermés induit une levée rapide, ce qui facilite la gestion des adventices qui, peuvent favoriser un microclimat favorable à la présence de mildiou dans les parcelles

1.3 Maîtriser le rhizoctone : un défi difficile

L'importance phytosanitaire des attaques de *Rhizoctonia solani*, agent du rhizoctone brun, en production de plant biologique de pomme de terre a été évaluée par enquête auprès des producteurs et sondages dans des échantillons de sols et de lots de plants. Par ailleurs, des études analytiques expérimentales ont été menées pour évaluer l'impact de diverses pratiques culturales agrobiologiques (fertilisation organique, isothérapie, choix variétal) sur les niveaux de maladie. Les données d'enquête ont montré que les producteurs sont préoccupés par cette maladie, qu'ils citent comme la deuxième contrainte parasitaire par ordre d'importance, juste derrière le mildiou. Les sondages effectués dans les parcelles et sur les lots de plants permettent de comprendre la raison de cette situation, puisque la très grande majorité des sols et des lots de tubercules de semence s'avère infestée par *R. solani*. Par ailleurs, la facilité de contamination d'un sol sain par la simple plantation de tubercules infectés, même faiblement, prouve la difficulté de mettre en place une prophylaxie suffisante.

2 DISCUSSION

2.1 Caractères clés d'un idéotype de pomme de terre « bio »

Le but de notre étude était d'évaluer des variétés en conditions de culture biologique pour savoir si certaines d'entre elles y étaient performantes en fonction du terroir, et d'identifier les éventuels caractères clés de l'adaptation à ce type de culture. Les caractères observés, définis *a priori* en fonction des spécificités de l'agriculture biologique, résistance au mildiou, aptitude à la conservation, type de maturité, ont confirmé leur importance. Ainsi, la tolérance au mildiou d'un génotype de pomme de terre influence fortement le rendement brut, mais intervient sans doute sur la conservation, en modulant les pertes de poids en cours de stockage. L'importance mondiale du mildiou et les restrictions annoncées d'emploi des produits fongicides cupriques obligeront à faire de la tolérance à ce parasite un critère de choix variétal, dans les zones dont la climatologie favorise des attaques précoces et sévères.

La question se pose du type de maturité que devrait posséder un génotype pour sa bonne adaptation à la production biologique. Plus une plante est tardive, plus elle est vigoureuse, et ce caractère paraît aussi intervenir dans la résistance au mildiou (capacité de développer plus longtemps de nouvelles feuilles après destruction des feuilles précédentes par le parasite). En conditions bio et sous climat océanique, les variétés tardives s'avèrent plus vigoureuses, et donc potentiellement plus productives, que les variétés plus précoces.

Il faut vérifier si leur système racinaire est également plus développé et plus profond, ce qui augmenterait leur tolérance vis à vis des stress abiotiques (nutrition minérale). Cependant l'inconvénient majeur des génotypes tardifs est qu'ils initient leurs tubercules après les génotypes plus précoces, et que la période de grossissement de ces tubercules peut être écourtée (plus fortes attaques de mildiou et premières gelées automnales en fin de cycle de végétation). On peut néanmoins se demander si les inconvénients de cette tardiveté ne sont pas pondérés en culture biologique par un moindre niveau de fertilisation qu'en culture conventionnelle, ce qui diminuerait la vigueur des plantes et la durée de leur cycle de végétation.

En effet notre étude multi-locale montre que si dans certains sites l'échelonnement des maturités des variétés étudiées est conforme à celui observé en conditions d'agriculture conventionnelle, il en diffère parfois dans d'autres sites. Il est difficile de donner une explication satisfaisante à ce phénomène avant d'avoir acquis des données supplémentaires à recueillir d'autres années, dans d'autres sites et sur d'autres variétés. On peut tout au moins formuler l'hypothèse que des différences de tolérance vis-à-vis de certains stress abiotiques (sécheresse, plus faible disponibilité en certains éléments minéraux à des étapes-clés du développement des plantes) interfèrent dans la durée des cycles de végétation, modifiant ainsi l'habituel échelonnement des maturités. Quoiqu'il en soit, cela veut dire qu'au moins dans l'état actuel des connaissances la sélection de génotypes correspondant à un idéotype «précoce» ne pourrait être réalisée valablement qu'en conditions agronomiques bio.

Enfin, dans l'expression des caractères de qualité, un effet de terroir et, possiblement, un effet itinéraire technique se manifestent (exemple de la teneur en matière sèche des tubercules), sans forcément que la gradation entre variétés des niveaux d'expression de ces caractères soit modifiée.

2.2 Sélectionner des variétés de pomme de terre pour l'agriculture biologique ?

Comme pour toute sélection, il s'agit d'abord d'évaluer une variabilité génétique et de l'exploiter. Cette étude a montré qu'une grande variabilité s'exprimait en agriculture biologique. Les méthodes classiques d'amélioration des plantes utilisées chez la pomme de terre sont conformes aux principes de l'agriculture biologique. La sélection de variétés biologiques de pomme de terre est donc possible, même si diverses interrogations subsistent. Il y a éventuellement lieu de revoir la hiérarchie des caractères à sélectionner et de se préoccuper d'améliorer les caractères de résistance avant de sélectionner pour les caractères commerciaux (présentation des tubercules).

Par ailleurs, certains problèmes parasitaires particulièrement importants en agriculture biologique, par exemple les dégâts dus au rhizoctone, ne peuvent aujourd'hui être résolus par la voie génétique, du fait d'une variabilité génétique trop étroite et des niveaux de résistance très faibles disponibles chez la pomme de terre.

2.3 Faisabilité d'un schéma de production de plants bio

Un schéma dans lequel seule la dernière génération, avant utilisation par les producteurs de pomme de terre de consommation, doit être en système bio est parfaitement réalisable en installant les cultures dans un environnement défavorable à la pullulation des parasites et ravageurs et en particulier à celle des pucerons disséminateurs des maladies. 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 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

L'hypothèse de départ des sélectionneurs participant à notre expérimentation était que la génétique pouvait contribuer à la réussite de l'agriculture biologique, en particulier par l'apport de résistances aux parasites et ravageurs et de tolérances aux stress agro-climatiques.

L'hypothèse de départ des professionnels de l'agriculture biologique participant à notre expérimentation était que des variétés existantes ou nouvelles pouvaient être adaptées et performantes si elles sont choisies en fonction de leurs caractères défavorables aux facteurs limitants présents dans un terroir donné.

Une partie de nos études a donc porté, dans un lieu puis plusieurs, sur l'identification des caractères d'adaptation de la pomme de terre à l'agriculture biologique. Nos résultats plaident en faveur d'une création variétale dédiée, sur la base d'au moins deux idéotypes. Cette création dédiée pourrait apporter à l'agriculture biologique des variétés plus performantes et spécifiques. Mais, le marché de l'agriculture biologique est aujourd'hui limité, et les sélectionneurs trouveront-ils un intérêt quelconque à investir dans la création de telles variétés? Il est indéniable qu'il serait nécessaire que le marché potentiel soit nettement plus perceptible.

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 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 variété cultivée 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 du troisième facteur à combiner et ici non étudié, qu'est l'importance des itinéraires techniques particuliers en fonction des terroirs et des variétés.

BILAN DES EXPERIMENTATIONS CONDUITES SUR LA POMME DE TERRE DANS LE CADRE DU PROJET VETAB

Julien BRUYERE¹,

Ainsi que les partenaires du projet VETAB impliqués dans les expérimentations « pommes de terre » :

Brice DUPUIS², Caroline DERYCKE³, Christian DUCATILLON³, Ludovic DUBOIS⁴, Isabelle VUYLSTEKE⁵, Lieven DELANOTE⁵

(1) : Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON)
Nord Pas-de-Calais - 265 rue Becquerel, BP 74, 62750 LOOS-EN-GOHELLE, (France)

julien.bruyere@fredon-npdc.com

(2) : Centre Wallon de recherches agronomiques (CRA-W) – 9 rue de Liroux, 5030 GEMBLoux (Belgique),

dupuis@cra.wallonie.be

(3) : Centre pour l'agronomie et l'agro-industrie de la province du Hainaut (CARAH) – rue P.Pastur 11, 7800 ATH (Belgique),

ducattillon@carah.be

(4) : Service Régional de la Protection des Végétaux, 81 rue Bernard Palissy BP 47, 62750 LOOS-EN-GOHELLE, (France),

ludovic.dubois@agriculture.gouv.fr

(5) : Interprovinciaal Proefcentrum voor de Biologische Teelt (PCBT) – Ieperseweg 87, 8800 RUMBEKE (Belgique),

Lieven.Delanote@west-vlaanderen.be

INTRODUCTION

VETAB (« Valoriser l'Expérience Transfrontalière en Agriculture Biologique ») est un projet développé par huit partenaires français, flamands et wallons dans le cadre du programme Interreg III mise en place par l'Union Européenne (et financé, pour partie, par le FEDER). L'objectif global de ce projet est de favoriser le développement de l'agriculture biologique dans les trois régions concernées, en s'appuyant sur des synergies transfrontalières.

Concernant plus spécifiquement la production biologique de pommes de terre, plusieurs études sont mises en place aussi bien en France qu'en Belgique. En effet, pour un producteur, la lutte contre le mildiou peut rester un frein à la mise en place d'une culture biologique de pommes de terre. Les expérimentations sur la pomme de terre visent à lever ces réticences en se concentrant, d'une part, sur la recherche de produits alternatifs au cuivre, ou à dose de cuivre réduite, capables de protéger le feuillage des pommes de terre contre l'infection par le mildiou. D'autre part, la recherche de variétés commerciales présentant une résistance suffisante au mildiou sur le feuillage et sur les tubercules est approfondie en étudiant également leur aptitude à la conservation, afin de pouvoir combiner productivité et maintien de la qualité de la récolte.

1 RECHERCHE DE PRODUITS ALTERNATIFS AU CUIVRE

Dans le cadre du programme Interreg VETAB, un programme d'expérimentation a 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 (CRA-W), 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.

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

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

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 », édité par les partenaires du projet VETAB.

2 UTILISER LA RESISTANCE VARIETALE POUR LUTTER CONTRE LE MILDIOU EN PRODUCTION BIOLOGIQUE

2.1 Contexte de l'étude :

Les attaques importantes de mildiou sur le feuillage peuvent avoir de lourdes conséquences sur le rendement des cultures de pommes de terre, surtout lorsque ces attaques sont précoces (jusqu'à 50% de pertes, voire plus). Pour tenter de contrôler cette maladie, différentes mesures peuvent être prises en parallèle à l'usage de substances de protection du feuillage, et la première d'entre elles est le choix variétal. Ainsi, depuis 2002, les partenaires du projet VETAB impliqués dans les expérimentations pommes de terre ont étudié la sensibilité au mildiou d'une large gamme de variétés de pommes de terre.

2.2 Objectif et éléments de protocole :

Ce programme d'expérimentations a pour objectif de rechercher les variétés commerciales présentant une résistance suffisante du feuillage au mildiou, et de mesurer la durabilité de cette résistance au cours du temps.

De 2002 à 2006, des vitrines variétales ont été implantées chaque année au sein de parcelles biologiques de pommes de terre en France et en Belgique. Plusieurs répétitions sont mises en place pour chaque variété testées, leur comportement est comparé à celui d'une variété de référence (*Ditta*). Les attaques de mildiou sont quantifiées par des notations hebdomadaires permettant d'évaluer la proportion de feuillage détruit par la maladie. Une fois analysées statistiquement, ces notations permettent d'établir un classement des variétés selon leur résistance au mildiou.

Le tableau présenté ci-dessous regroupe la synthèse des observations réalisées durant ces cinq années d'expérimentation.

Tableau II : 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
Bintje	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

L'implantation d'une variété moins sensible au mildiou sur le feuillage en production biologique peut permettre une limitation de l'extension des symptômes de mildiou sur le feuillage. Néanmoins, le choix de ce type de variété ne doit pas faire baisser la vigilance dans la lutte contre ce ravageur : des visites régulières sur la parcelle ainsi que la consultation de bulletins techniques d'avertissements agricoles restent fortement recommandées. Par ailleurs, il convient de rappeler que les résistances variétales sont susceptibles d'évoluer dans le temps, par le biais de mécanismes de contournement par le champignon : les données présentées dans cette fiche sont donc valables à la date d'impression, mais une mise à jour régulière de ce type de classement reste nécessaire.

Enfin, même si la lutte contre le mildiou reste la principale préoccupation des producteurs de pommes de terre, d'autant plus en production biologique où les moyens de lutte sont limités, d'autres critères entrent également en jeu dans le choix d'une variété à implanter (précocité, débouché, aptitude à la conservation en production biologique...)

3 MESURE DE L'APTITUDE A LA CONSERVATION DE VARIETES DE POMMES DE TERRE EN PRODUCTION BIOLOGIQUE

3.1 Contexte de l'étude

A la demande des producteurs biologiques de pommes de terre, les essais de détermination des différences de résistance variétale au mildiou sur le feuillage ont été complétés, à partir de la récolte de la campagne 2005, par une mesure de l'aptitude à la conservation des différentes variétés testées.

En effet, aucun produit de synthèse n'est autorisé pour la conservation des pommes de terre biologiques, la ventilation et la chambre froide sont les deux seules possibilités offertes aux producteurs pour maintenir la qualité des tubercules dans le temps. Par conséquent, ce programme d'expérimentation a pour objectif de comparer l'évolution de la qualité et la conservation de différentes variétés de pommes de terre en conditions biologiques (en hangar ventilé ou en chambre froide).

3.2 Protocole d'étude

Afin de juger de l'évolution de la qualité des tubercules au cours du temps, différentes mesures ont été effectuées depuis la récolte (septembre) jusqu'à près de 7 mois de conservation (avril). Une observation intermédiaire a également lieu courant janvier.

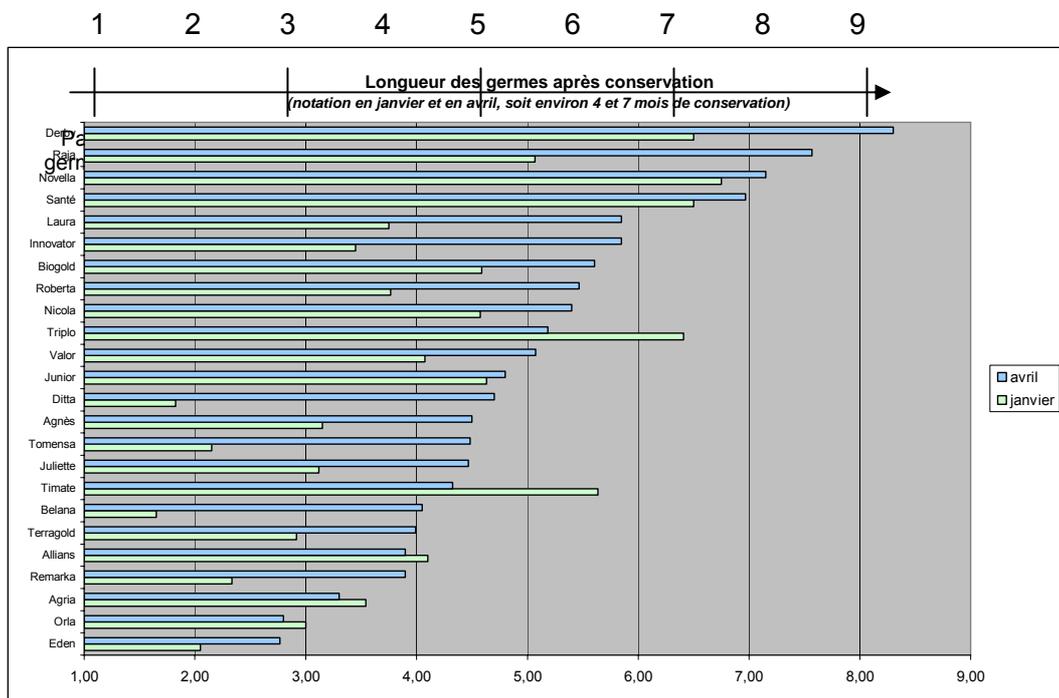
Ce document présente les résultats de 24 variétés de pommes de terre parmi la cinquantaine de variétés testées par les différents partenaires. Ce sont les variétés pour lesquelles nous disposons de suffisamment de références (variétés testées plusieurs années et/ou par plusieurs partenaires du projet).

3 critères qualitatifs distincts ont été pris compte :

- La longueur de germe, reflétant une durée de dormance variétale plus ou moins longue
- La perte de poids, reflétant le vieillissement physiologique du tubercule
- La coloration à friture, qui traduit la formation de sucres réducteurs, influençant l'aspect et les qualités organoleptiques du produit

3.3 Evaluation de la longueur des germes :

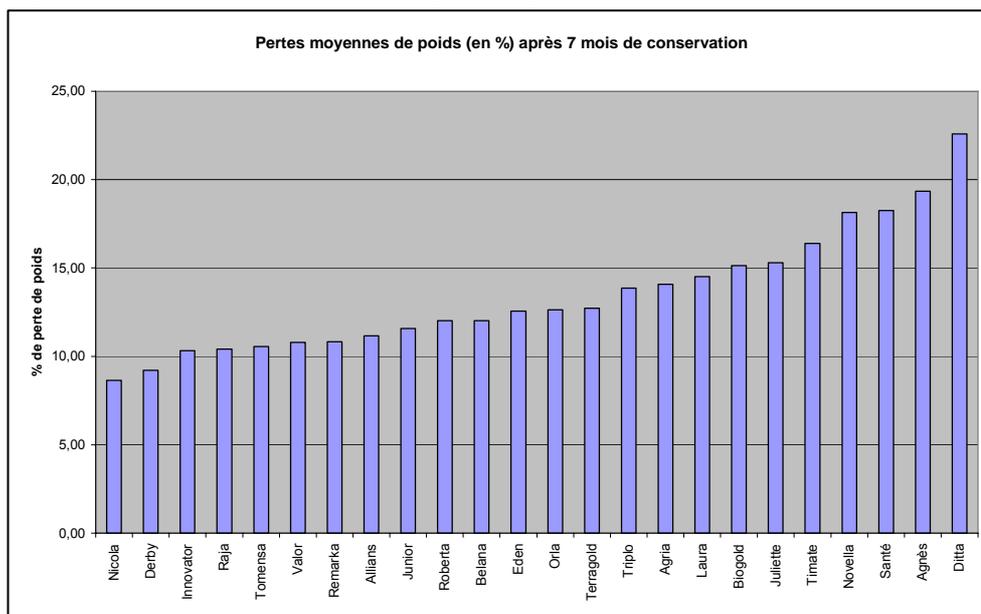
Courant janvier et courant avril, soit environ 4 et 7 mois après récolte, la longueur des germes sur tubercules est évaluée sur chacune des variétés testées, une échelle de notation commune entre les différents partenaires réalisant les expérimentations a été adoptée :



On peut observer sur ce graphique des différences importantes de comportement en conservation entre les variétés testées. Courant avril, des variétés comme Derby, Raja, Novella ou Santé présentent toutes en moyenne des germes supérieurs à 2 mm, voire certains supérieurs à 20 mm alors qu'à la même période, Agria, Orla ou Eden restent à la limite du stade points blancs.

3.4 Mesure de la perte de poids

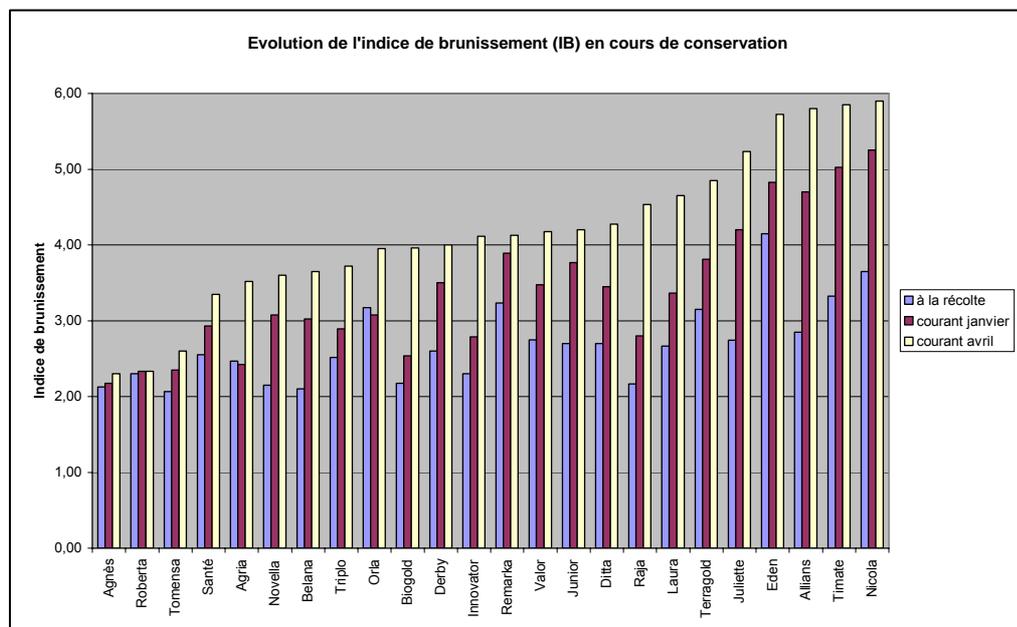
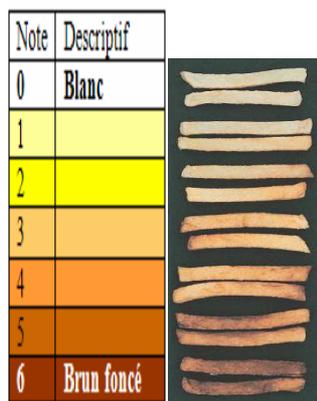
A la récolte, le poids des différents sacs d'échantillons est déterminé afin de mesurer la perte de poids (exprimée en %) des tubercules après la période de conservation.



Pour ce critère également, les disparités entre variétés sont importantes, allant du simple au double depuis des variétés comme Nicola ou Derby qui restent sous la barre des 10 % de perte après 7 mois de conservation, alors que Novella, Santé, Agria ou Ditta sont plus ou moins proches des 20 % de poids perdu.

3.5 Coloration à la friture : mesure de l'indice de brunissement

L'indice de brunissement (IB) est le reflet direct de la formation de sucres réducteurs du tubercule de pomme de terre. Ce sont ces sucres qui vont réagir, lors de la cuisson, pour donner des composés bruns qui vont altérer la couleur, mais aussi la saveur du produit. Cet indice de brunissement résulte d'une évaluation de la coloration à la friture d'un échantillon de chaque variété testée, selon un protocole standardisé.



Concernant ce critère, les disparités de comportement entre variétés sont également importantes : pour des variétés de type Nicola, Timate ou Allians, une conservation à longue échéance sera à limiter alors que des variétés comme Tomensa, Roberta ou Agnès verront leur taux de formation de sucre réducteurs limité après une longue conservation en mode de production biologique.

Même si le critère de l'aptitude à la conservation n'est qu'un critère parmi d'autres entrant dans le choix d'une variété à implanter (débouché, résistance au mildiou sur le feuillage, disponibilité du plant...), il est un moyen de gagner du temps sur la durée de conservation grâce à des dormances variétales plus ou moins longues, et sur le vieillissement physiologique des tubercules, qui se traduit notamment par la formation de sucres réducteurs, influençant le goût et l'aspect du produit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ensemble des partenaires du projet VETAB : le CRA-W, le CARAH, le CEB, le PCBT, le SRPV Nord Pas-de-Calais, la Chambre régionale d'agriculture Nord Pas-de-Calais, le GABNOR et la FREDON Nord Pas-de-Calais pour leur participation à l'élaboration des protocoles, au suivi et à la synthèse des essais, ainsi qu'à l'élaboration des références et des fiches techniques en Agriculture Biologique. Un grand merci également à l'ensemble des producteurs biologiques français et belges qui ont permis la mise en place des essais sur leurs parcelles.

CONCLUSION

L'importance de l'épidémie de mildiou durant la capable 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.

L'EXPERIMENTATION LEGUMIERE BIO EN FLANDRE

Lieven Delanote

PCBT (Centre Expérimental Interprovincial pour la Culture Biologique)
Tel. : 051/27 32 00 - Fax. : 051/24 00 20 - povlt.pcbt@west-vlaanderen.be

Avec environ 3500 ha (=0,5 % SAU) et 350 agriculteurs, l'agriculture bio reste assez modeste en Flandre. Environ 400 ha sont destinés à la culture légumière. Les exploitations sont fort diversifiées, soit des petites exploitations avec des petites surfaces en maraichage et une vente directe, soit des exploitations à une surface moyenne (20 à 30 ha) avec des légumes pour la vente vers la distribution, la coopérative ou la transformation, soit tout les formes et tailles intermédiaire entre les deux. Bien que les surfaces restent au même niveau depuis les années 2000, les exploitations continuent de se développer vers une agriculture bio plus professionnelle et plus approfondie. C'est une tendance à laquelle le PCBT a su contribuer.

1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PCBT

Le 2 juin 1998 fut signé l'acte constitutif du Centre Expérimental Interprovincial pour la Culture Biologique asbl (en néerlandais 'Interprovinciaal Proefcentrum voor de Biologische Teelt', ou PCBT), par les représentants d'organisations issues des secteurs de l'agriculture traditionnelle et biologique et les provinces de Flandre Occidentale, Flandre Orientale et d'Anvers. Le PCBT est agréé en tant que centre expérimental par le Ministère de la Communauté flamande, Comité de Recherche et de Développement. Ces organisations et pouvoirs publics assurent une part importante du financement de base du PCBT. Le budget est renforcé par différents projets qui représentent actuellement la moitié des ressources. Commencée avec deux personnes en 1998, l'équipe s'est élargie à une dizaine de personnes (ouvriers, techniciens, ingénieurs,...) aujourd'hui. Bien que le PCBT soit une organisation autonome, il se trouve sur le site Centre Provincial de Recherche et d'Information pour l'Agriculture et l'Horticulture (POVLT). Le PCBT est le seul dans son genre pour l'agriculture bio en Flandre. La recherche scientifique (université, station d'essais,...) en cultures bio légumières est fort limitée. Néanmoins le PCBT est en contact avec différents labos.

Le PCBT s'est fixé pour objectif d'améliorer la méthode de culture biologique existante par le biais d'une recherche axée sur la pratique (ex. fumure, choix des variétés) et en introduisant de nouvelles techniques (ex. observation des maladies et insectes, lutte mécanique contre les mauvaises herbes). L'étude de la pratique permet également de mettre des informations claires à la disposition des producteurs envisageant une conversion vers l'agriculture biologique. Un troisième groupe dans le public ciblé : ce sont les producteurs traditionnels qui n'envisagent pas (encore) cette reconversion, mais qui sont néanmoins disposés à intégrer des techniques culturales biologiques dans l'exploitation de leur entreprise (ex. désherbage mécanique).

2 UNE RECHERCHE AXÉE SUR LA PRATIQUE POUR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Le fonctionnement du PCBT repose sur trois piliers :

2.1 Initiation et coordination de la recherche au profit de l'agriculture biologique en Flandre

Par le biais de divers groupes de travail liés à un secteur, une concertation est organisée entre chercheurs et agriculteurs biologiques autour des questions liées aux connaissances actuelles, aux besoins en matière de recherche, à l'interprétation des résultats...

2.2 Effectuer de la recherche

Dès sa création en 1998, le PCBT a démarré son propre programme de recherche. D'entrée, il a collaboré de manière étroite avec les agriculteurs biologiques, et de nombreux essais ont été

menés sur des fermes biologiques. Cette collaboration est une source d'inspiration sans cesse renouvelée en vue de nouvelles expériences.

En 2000 et 2001, respectivement sur l'initiative de la Flandre Orientale et de la Flandre Occidentale, on a assisté à un renforcement important de la structure. La Flandre Orientale mettait 1000 m² de serre verre à la disposition de la recherche en cultures biologiques (contact Kurt Cornelissen). La Flandre Occidentale mettait une exploitation de 12 ha de terres à disposition de la recherche en matière d'agriculture et de culture légumière biologiques en plein air. La culture légumière et les grandes cultures disposent ainsi de deux points d'appui importants en vue du développement futur des connaissances.

2.3 La communication

La communication se fait par différents réseaux. La newsletter mensuelle 'Bionieuwtjes', le site internet www.pcbt.be, les visites de champs et les journées thématiques y sont les plus importants. Le PCBT fournit aussi régulièrement des contributions à la presse agricole. Le PCBT est aussi disponible aux questions individuelles des agriculteurs. Sur demande, un conseil individualisé à la ferme est possible.

La ferme expérimentale pour l'agriculture biologique - Beitem

Dès la création en 1998 du PCBT, la province de Flandre Occidentale avait l'intention de mettre une ferme expérimentale à sa disposition. Lors du conseil provincial du 28 mars 2001, cette intention est devenue réalité. L'entreprise compte à l'heure actuelle une dizaine d'hectares de terres agricoles et dispose de bâtiments ad hoc situés à Beitem, à côté du Centre Provincial de Recherche et d'Information pour l'Agriculture et l'Horticulture et à proximité de Roulers. Les terres sont réparties sur trois gros blocs situés autour du siège d'exploitation. La nature du sol varie de sablo-limoneux léger à sablo-limoneux. Après les deux ans de conversion, les premières cultures entièrement biologiques étaient donc effectuées dès 2003.

Une entreprise agricole ou maraîchère bio n'est pas une collection anodine de cultures. Une bonne rotation des cultures est à la base d'une exploitation qui fonctionne bien. Dans le cadre de la rotation des cultures, on peut ensuite rechercher la technique culturale, la fumure et éventuellement la protection des cultures qui sont optimaux. On a choisi cet ordre des choses comme point de départ pour le développement de la ferme expérimentale. Comme second point de départ, nous avons décidé que la ferme expérimentale devait collaborer avec une entreprise d'élevage bovin (laitier). Le blé (paille) ainsi qu'une prairie temporaire de trèfle ont été inclus au plan cultural. Le fruit de la récolte de ces cultures est échangé avec l'éleveur laitier cité plus haut contre du fumier biologique.

En agriculture biologique, tout repose sur la rotation des cultures. Beaucoup d'éléments sont reliés à la rotation des cultures : la structure dont héritera la culture suivante, la dynamique de l'azote dans le sol, la prévention des maladies et insectes, les besoins en main d'œuvre, la lutte contre les mauvaises herbes, le revenu... Pour ces différents thèmes, il est important que le plan cultural présente une variation suffisante.

Dans le cas de la ferme expérimentale, on a opté pour une rotation sur 6 ans (voir tableau). En 2002, la préoccupation principale consiste à démarrer cette rotation de telle sorte que dès 2003 nous puissions, au rythme de cette rotation, développer plus en avant notre étude et notre méthode culturale biologique.

Tableau : Rotation ferme expérimentale

An.	Culture	N (1)	N (2)	(3)	O.S. (4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	blé avec sous-semis de trèfle	+	++	+++	++	+++	-	+	X	F
2	chou	+++	+	+/-	+	+	+++	+		S
3	pomme de terre, trèfle des prés en post-culture	++	-	+/-	-	-	++	+		S
4	trèfle des prés	+	++	+++	+++	+++	-	0	X	F
5	poireau	++	-	---	-	-	+++	++		S
6	carotte	-	-	-	-	-	+++	+++		S
échelle	---	petit	aucun	nég.	nég.	nég.	faible	faible		
	+++	grand	bcp	pos.	pos.	pos.	élevé	élevé		

(1) besoins en azote (2) azote libéré (3) maintien / réparation de la structure du sol (4) production de matière organique (5) plus-value pour la culture suivante (6) marge (7) besoin en main d'œuvre pour la lutte contre les mauvaises herbes

(8) X en échange de fumier biologique (9) fauchage (F) / sarclage (S)

3 LE PROGRAMME DE RECHERCHE

Le programme de recherche du PCBT concerne pour la plupart les grandes cultures (céréales, pommes de terre, légumineuses,...) et les légumes. Dans cette contribution, on se limite aux légumes.

Plutôt que par espèce, le programme est organisé par thème. Pour chaque problème rapporté par un comité technique des agriculteurs bio et des conseillers, on voit ce qui peut apporter le plus à une culture biologique réussie. Si possible, on travaille ensemble avec les collègues de l'agriculture conventionnelle du POVLT.

Les thèmes qu'on peut distinguer sont :

- le désherbage mécanique: la stratégie, la mécanisation, l'optimisation des techniques, le désherbage du lit des plants de poireaux...
- le choix variétal :
 - o En relation avec la maîtrise des maladies et des ravageurs : ex. poireau (résistance aux maladies), les céleris (résistance à la septoriose), les laitues (bremia), endives...
 - o Essais variétaux / collections démonstratives
 - o Si possible, on s'oriente vers les variétés dont il y a des semences bio.
- La maîtrise des maladies et des ravageurs : bandes fleuries, la lutte contre les chenilles sur poireaux et choux (message d'avertissement, positionnement du Bt, couverture par voile...), la lutte contre la mouche du chou...
- Fertilité du sol : engrais verts, observation du profil de sol, impact de la rotation (l'intérêt des grandes cultures dans une rotation maraichage), travail du sol (labour / non labour), la structure, essais pluriannuel fertilisation compost et fumier, application des engrais organiques,...

En plus, étant ferme expérimentale, la synthèse des différentes disciplines doit se faire au champ, comme c'est le cas pour les agriculteurs. La ferme expérimentale n'est pas seulement un site d'expérimentation, mais aussi une ferme démonstrative dont nous sommes jugés sur les résultats techniques et – dans les limites d'une ferme expérimentale – économiques.

SESSION 3

MALADIES ET RAVAGEURS

COMBINAISON DE MOYENS DE LUTTE CONTRE LES NEMATODES A GALLES

Hélène VEDIE

GRAB, Maison de la Bio, Site Agroparc, BP 1222, 84911 Avignon cedex 9.
Tél. 04 90 84 01 70 - helene.vedie@grab.fr

RESUME

Un essai de combinaison de différentes méthodes de lutte contre les nématodes à galles a été conduit pendant 5 ans sur des parcelles sous abri froid fortement contaminées par *Meloidogyne incognita*. Les résultats montrent que l'association de tourteaux de neem et ricin au printemps, d'un engrais vert l'été et de la désinfection vapeur permet d'évoluer vers un assainissement des parcelles. Les résultats culturaux et les indices de galle mesurés sur ces parcelles sont meilleurs que sur les parcelles où seules une ou deux techniques étaient mises en oeuvre. Il apparaît cependant que l'association des techniques testées reste insuffisante pour lutter contre ce ravageur et que l'insertion de plantes non hôtes (fenouil) a un effet supérieur aux traitements étudiés.

INTRODUCTION

Les nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*) sont des ravageurs particulièrement coriaces : la durée de leur cycle est courte (3 à 8 semaines), ils sont très polyphages (cultures **et** adventices), et peuvent descendre profondément dans le sol, ce qui rend la lutte très difficile. Les dégâts sont particulièrement importants en maraîchage sous abri, où les conditions de leur multiplication sont optimales (températures élevées, succession de cultures sensibles) et les mesures prophylactiques (rotations, précautions sanitaires, variétés résistantes...) sont insuffisamment mises en œuvre par les producteurs.

Le GRAB a étudié depuis plus de 10 ans différents moyens de lutte utilisables en Agriculture Biologique : sous-produits végétaux (tourteaux de ricin et de neem, extraits d'ail) ou animaux (chitine...), engrais verts nématicides, microorganismes, désinfection vapeur...

Les solutions biologiques testées individuellement donnant des résultats assez mitigés, et de toute façon insuffisants dans des conditions de sites très infestés, un essai a été mis en place afin de tester l'association de plusieurs techniques sur une parcelle, et d'évaluer l'effet cumulé sur plusieurs années.

1 MATERIEL ET METHODES

L'essai, mis en place en 2003, a pour objectifs :

- de vérifier l'efficacité des tourteaux, en particulier le mélange Nematorg®+ricin, des tagètes et de la désinfection vapeur.
- d'associer ces différentes techniques
- d'étudier l'effet cumulatif de ces techniques sur une même parcelle, sur plusieurs années et sur différentes espèces cultivées.

Dispositif : Essai en tunnel froid sur « grandes » parcelles (8x20m), 8 modalités, pas de répétition.

Sol brun-rouge de texture limono-sablo-argileuse. Profond, basique (pH de 8,2), charge moyenne en cailloux, galets et graviers.

Modalités : 8 combinaisons différentes des techniques suivantes :

Effet des tourteaux : comparaison **3N+3R** = tourteau de neem (Nematorg®), 3t/ha + Ricin, 3t/ha à 1 témoin engrais organique (Duetto 5-5-8).

Fertilisation en NPK équivalente entre les différentes modalités.

Effet de la désinfection vapeur* : comparaison de ½ tunnels désinfectés ou non.

Effet des tagetes en interculture estivale : comparaison de *T. minuta* (8 kg/ha) et *T. patula* (8 kg/ha), à un témoin sorgho fourrager (50 kg/ha).

* la désinfection vapeur est réalisée avec une plaque de 8 m X 1,5 m posée pendant 10 min. La pression vapeur sortie chaudière est de 3,5 bars.

La combinaison des différentes techniques sur les 8 parcelles élémentaires est présentée dans le tableau 1 :

Tableau 1 : Combinaison des différentes techniques sur les 8 parcelles élémentaires

TRAITEMENT ⁽¹⁾	PARCELLE							
	Tunnel 9				Tunnel 8			
	1	2	3	4	5	6	7	8
NR	X		X			X	X	
P					X	X		
M			X	X				
S	X	X					X	X
V		X	X			X	X	

⁽¹⁾ NR : 3 t/ha neem + 3 t/ha ricin - S : sorgho - P : *T. patula* - M : *T. minuta* - V : désinfection vapeur

Planning :

	2003	2004	2005	2006	2007
Epandage tourteaux (3N +3R) et engrais	11 mars	10 février	22 février	31 mars	15 mars
Culture été (Plantation-Récolte)	Melon greffé éP: 19/3 – R: 2 au 20/6	Potimarron P: 30/3 R:24/6	Fenouil P: 23/2 R: 19/5	Potimarron P: 14/4 R: 29/6	Potimarron P: 16/3 R: 5/7
Engrais verts (EV) : Semis-Broyage	S: 2/7 – B: 12/9	S: 22/7 – B: 24/9	S: 23/6 – B: 22/7	S: 10/8 – B: 21/9	
Solarisation ⁽¹⁾ (Pose-Enlèvement)			P: 27/7 – E: 15/9 après tagètes	P: 14/7 – E: 8/8 avant tagètes	
Désinfection vapeur	24/10 après engrais verts	15/7 avant engrais verts	9/6 avant engrais verts	20/10 après engrais verts	
Salades (Plantation-Récolte)	P: 5/11 – R: 24/1	P: 28/10 – R: 24/1	P: 25/10 – R: 10/3	P: 25/10 – R: 11/1	

(1) : la solarisation a été introduite en 2005 sur les **parcelles de tagètes uniquement** (parcelles 3,4,5,6) en raison d'un trop fort enherbement par les adventices

- en 2005 : tagètes broyées précocement et suivies par une solarisation
- en 2006 : courte solarisation avant semis tagètes pour limiter la pression adventices

Mesures/ Observations :

Indices de galle de 1 à 10 selon l'échelle de Zeck - Dénombrement de la population de *Meloidogyne* (CBGP-IRD de Montpellier) - Résultats culturaux (vigueur, rendement...)

2 RESULTATS - DISCUSSION

2.1 Indices de galles (IG)

Les indices de galles ont été réalisés en fin de culture d'hiver et d'été, sur un échantillon de 16 plants par parcelle élémentaire.

La figure 1 montre la variabilité intra et inter-annuelle de cet indice. Les conditions climatiques sont plus défavorables aux nématodes en hiver, par conséquent, les notations d'IG réalisées sur cultures d'hiver donnent des valeurs plus basses que celles mesurées sur les cultures de printemps.

Concernant les variations inter-annuelles, on observe plusieurs effets :

- un effet culture :

Le **melon** cultivé en 2003 est très fortement infesté. La canicule de cet été là a vraisemblablement favorisé de développement des nématodes. Le melon est sans doute aussi plus sensible que le potimarron cultivé les étés suivants.

Le **fenouil** cultivé en 2005 ne présentait pas de galles. Son action de "plante de coupure" est visible sur la salade qui lui a succédé, sans galles non plus, et dans une moindre mesure sur le potimarron de 2006 dont l'indice de galle est plus faible que sur les autres cultures de potimarrons. En 2007, les niveaux d'infestation ont retrouvé des valeurs proches de celles observées avant le fenouil.

- un effet climat :

L'hiver rigoureux en 2005/2006 se traduit (en plus de l'effet précédent fenouil) par l'absence de galles sur salades en 2006, avec une récolte retardée d'un mois et demi. Inversement, l'hiver doux en 2006/2007 se traduit par des infestations assez élevées sur la salade.

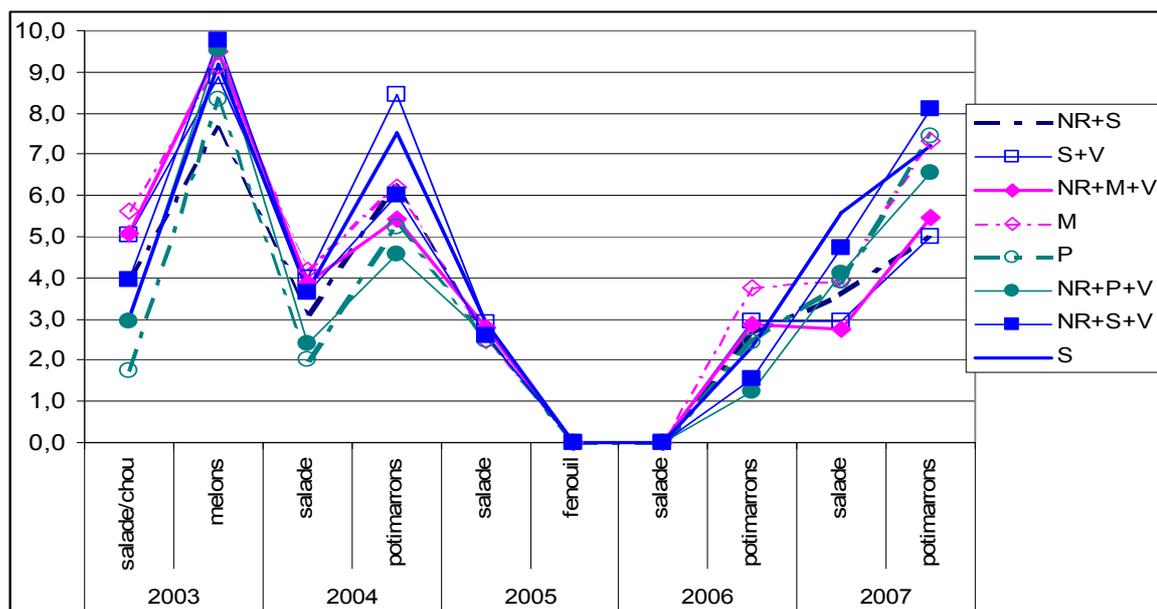


Figure 1 : Evolution des indices de galle bruts (échelle de Zeck, de 0 à 10)

Le représentation graphique des IG bruts ne permet pas une exploitation correcte des données du fait :

- de l'hétérogénéité initiale : indices de galles initiaux mesurés sur salade dans le tunnel 9 (T9) et chou rave (moins sensible) dans le tunnel 8 (T8) + variabilité au sein de chaque tunnel,
- des différences d'IG moyen entre les 2 tunnels d'essai selon les années. En 2007 notamment, le T8 est significativement plus infesté que le T9, sans qu'il y ait d'explication à cette constatation (tableau 2).

Tableau 2 : Différences d'IG bruts entre les 2 tunnels d'essai

(S: test statistique significatif au seuil de 5%)

Année	Culture	IG moyen T8	IG moyen T9	Test de Newman-Keuls (p<0,05)
2003	Chou rave/salade	2,9	4,9	S
	Melon	9,2	8,8	-
2004	Salade	2,9	3,8	-
	Potimarron	5,8	6,6	-
2005	Salade	2,7	2,7	-
	Fenouil	0	0	-
2006	Salade	0	0	-
	Potimarron	1,9	3	S
2007	Salade	4,6	3,3	S
	Potimarron	7,3	5,7	-

D'où le calcul d'un accroissement d'indice de galles relatif, calculé en faisant le rapport, pour chaque parcelle élémentaire, de l'indice de galle moyen rapporté à l'indice de galle du tunnel de la parcelle, auquel on soustrait ce même rapport à t0 sur l'indice de galles initial (24 janv. 2003, sur salades et chou rave) :

$$\text{Accroissement IG relatif parcelle P à la date t} = \frac{\text{IG Pt}}{\text{IG tunnel t}} - \frac{\text{IG P t}_0}{\text{IG tunnel t}_0}$$

On peut ainsi comparer les évolutions respectives des dégâts observés (figure 2).

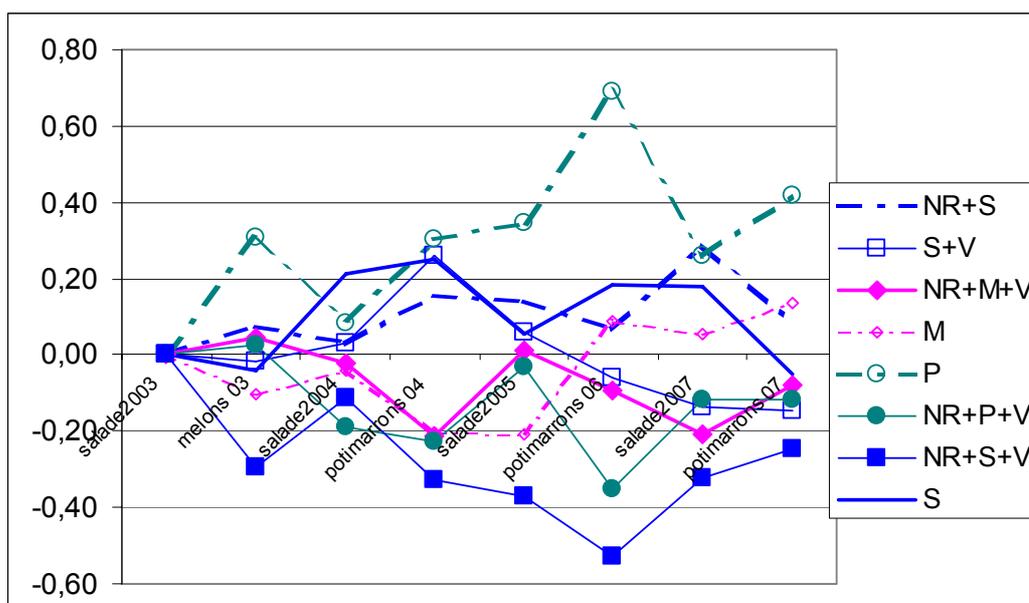


Figure 2 : Evolution des accroissements d'indices de galles relatifs
(indice de la parcelle / indice moyen du tunnel correspondant)

Le graphique fait apparaître les évolutions suivantes :

- la parcelle "*Tagetes patula*" (P) est celle dont l'indice de galle augmente le plus,
- la parcelle "*Tagetes minuta*" (M) a d'abord vu son IG décroître, mais la tendance s'inverse à partir de 2006. L'évolution est donc globalement peu marquée,
- La parcelle "sorgho" (S), témoin de cet essai, évolue peu, avec une tendance à la dégradation de l'IG,
- L'apport de tourteaux de neem et ricin seul (NR+S) n'améliore pas la situation par rapport au sorgho. De même la désinfection vapeur seule (S+V), bien que supérieure à NR+S, donne des résultats mitigés.
- Les meilleurs résultats sont obtenus sur les parcelles où l'on a combiné les différentes techniques : NR+S+V, puis NR+P+V et enfin NR+M+V, où les courbes montrent nettement une diminution progressive de l'indice de galle par rapport à l'état initial.

Il ressort donc que parmi les différentes modalités évaluées au terme de 5 années, les engrais verts nématicides *Tagetes patula* et *T. minuta* n'apportent pas d'amélioration par rapport au sorgho, ni seuls, ni en combinaison avec les tourteaux et la vapeur, puisque le traitement NR+S+V donne les meilleurs résultats. Ces résultats peuvent s'expliquer d'une part par le fait que le sorgho n'est pas sensible aux nématodes à galles et d'autre part parce qu'il est très compétitif face aux adventices. En effet, on avait peu d'adventices dans les parcelles de sorgho, alors que les parcelles de tagètes ont été fortement envahies par des adventices dont un certain nombre d'entre elles (chénopodes, amarantes) montraient de nombreuses galles, d'où un effet sans doute compromis des tagètes...

L'apport de tourteaux de neem et de ricin n'apporte pas non plus d'amélioration notable, mais il manque des modalités dans cet essai, les tourteaux seuls n'ayant été évalués que dans une parcelle (NR+S). De même, l'amélioration apportée par la vapeur seule est insuffisante dans cet essai, mais n'a été évaluée que dans une parcelle (S+V).

Par contre, il ressort nettement que la **combinaison des tourteaux avec un engrais vert et la vapeur permet d'améliorer sensiblement le niveau d'infestation des parcelles** par rapport à leur état initial.

2.2 Rendements

Les mesures de rendement ont été réalisées uniquement pour les cultures d'été, on dispose donc de 5 années de données, correspondant à différentes cultures : melon (2003), potimarron (2004, 2006, 2007) et fenouil (2005) (figure 3).

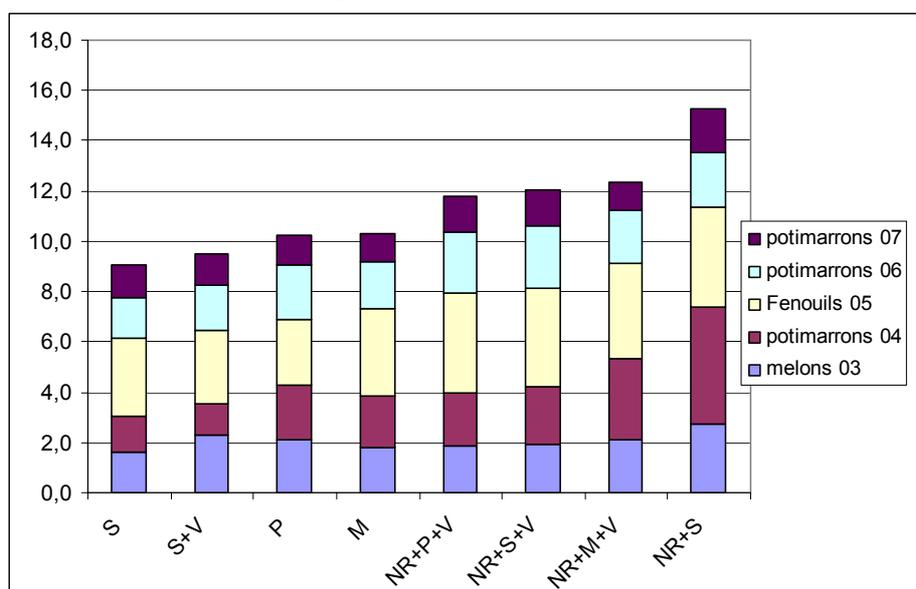


Figure 3 : Rendements bruts cumulés (kg/m²) sur les différents traitements

Les rendements cumulés les plus élevés correspondent aux quatre parcelles ayant reçu les tourteaux de neem et de ricin (NR). Etant donné que la fertilisation a été calculée pour être égale sur toutes les parcelles, on pourrait supposer que la différence observée est liée à un effet des tourteaux sur les nématodes. Cependant, les rendements n'apparaissent que moyennement corrélés ($r^2 = 0,5$) aux indices de galle pour les cultures de potimarron (figure 4). Les indices de galle mesurés sur le traitement "NR+S" par exemple donnent des résultats plutôt élevés, alors que les rendements sont les meilleurs. Il est donc probable que la minéralisation des tourteaux ait été supérieure à celle de l'engrais utilisé sur les témoins, induisant ainsi de meilleurs rendements.

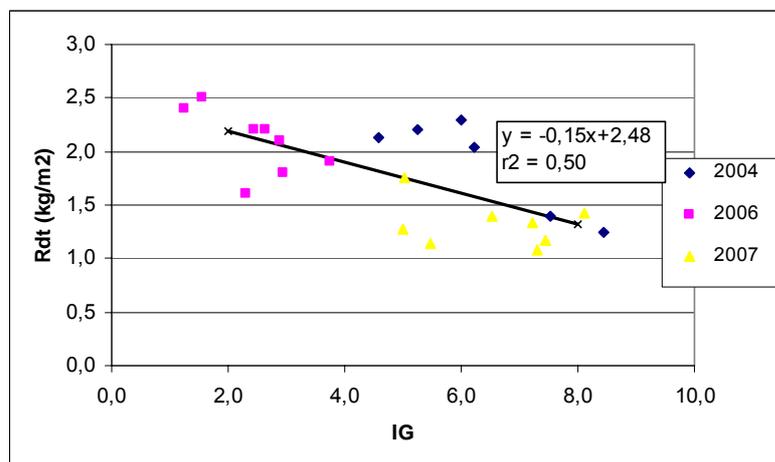


Figure 4 : Corrélation entre les IG et les rendements observés sur potimarron

Pour comparer les résultats entre eux d'une année sur l'autre (indépendamment des conditions climatiques et des types de culture), on peut utiliser, comme pour les IG, l'accroissement de rendement relatif, correspondant au rapport du rendement de chaque parcelle divisé par le rendement moyen du tunnel auquel on soustrait ce même rapport à t₀ sur le rendement initial (juin 2003, sur melon) :

$$\text{Accroissement Rdt relatif parcelle P à la date t} = \frac{\text{Rdt Pt}}{\text{Rdt tunnel t}} - \frac{\text{Rdt P t}_0}{\text{Rdt tunnel t}_0}$$

On constate (figure 5) que :

- l'effet positif de l'apport des tourteaux sur le rendement est particulièrement net sur la culture de potimarron en 2004, mais qu'il s'amenuise ensuite, notamment sur la parcelle NR+S. Le changement d'engrais organique sur les parcelles témoin à partir de 2005 s'est sans doute traduit par une moindre différence d'alimentation des plantes par rapport aux parcelles recevant les tourteaux,
- les parcelles donnant les **meilleures performances de rendement** sont aussi celles ayant les meilleures évolutions d'indice de galle (**NR+S+V**, **NR+P+V** et **NR+M+V**), et inversement (mauvais résultats sur la parcelle P),
- la parcelle avec *Tagetes minuta* seul (M) donne des rendements cultureux corrects.

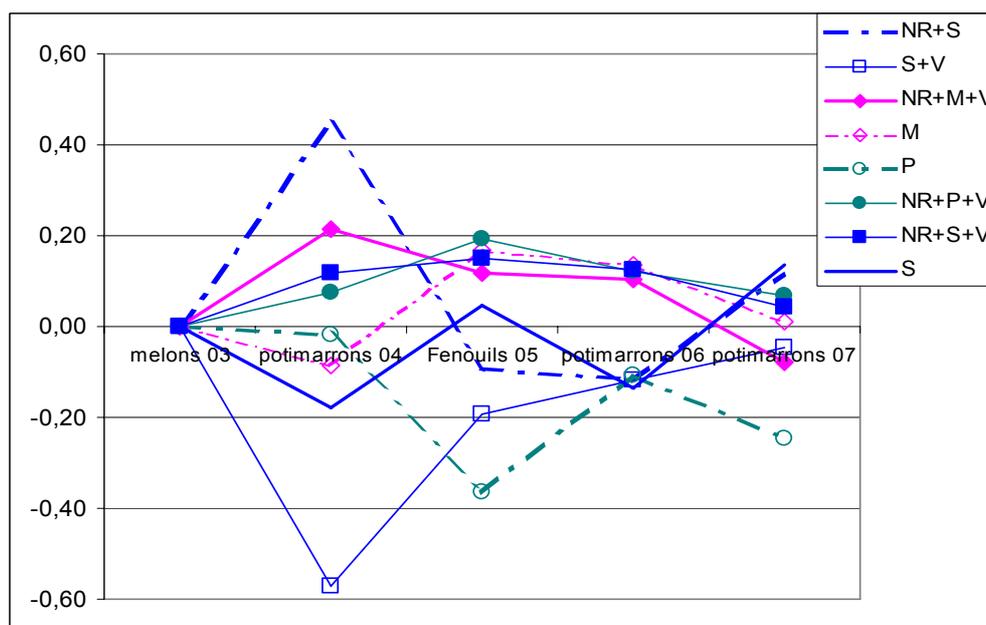


Figure 5 : Evolution des accroissements de rendement relatif (rendement de la parcelle / rendement moyen du tunnel correspondant)

2.3 Dénombrement des *Meloidogyne*

Les dénombrements des juvéniles de stade 2 (libres dans le sol) ont été réalisés par l'IRD (UMR CBGP, Montpellier) entre 2003 et 2006.

A la mise en place de l'essai, les effectifs des populations de nématodes étaient très élevés sur toutes les parcelles de l'essai (entre 10000 et 100000 individus par dm³ de sol). Ce niveau de population, atteint sur melon l'année caniculaire 2003, n'a plus été atteint au cours des quatre années suivantes (les populations ne dépassent pas 10000 individus par dm³ par la suite).

Afin d'avoir un graphique lisible de la cinétique des populations, on utilise une échelle logarithmique.

La figure 6 présente l'évolution des effectifs de *Meloidogyne* mesurés en fin de cultures d'été. Globalement les populations de *Meloidogyne* diminuent pour toutes les parcelles au cours des quatre années de l'essai. La chute de population plus importante observée en 2005 est due à la culture de fenouil, défavorable au développement des nématodes à galles.

Les tendances d'évolution de population sur les différents traitements sont peu concordantes avec les observations des indices de galle, ce qui limite l'exploitation de ces données : populations plus faibles sur les parcelles P et S par exemple, pour lesquelles les autres indicateurs sont défavorables...

Les populations de nématodes du genre *Meloidogyne* peuvent varier de manière très importante d'une zone de prélèvement à une autre et/ou d'une date de prélèvement à une autre. Cette forte variabilité limite l'intérêt de cette mesure sur notre essai.

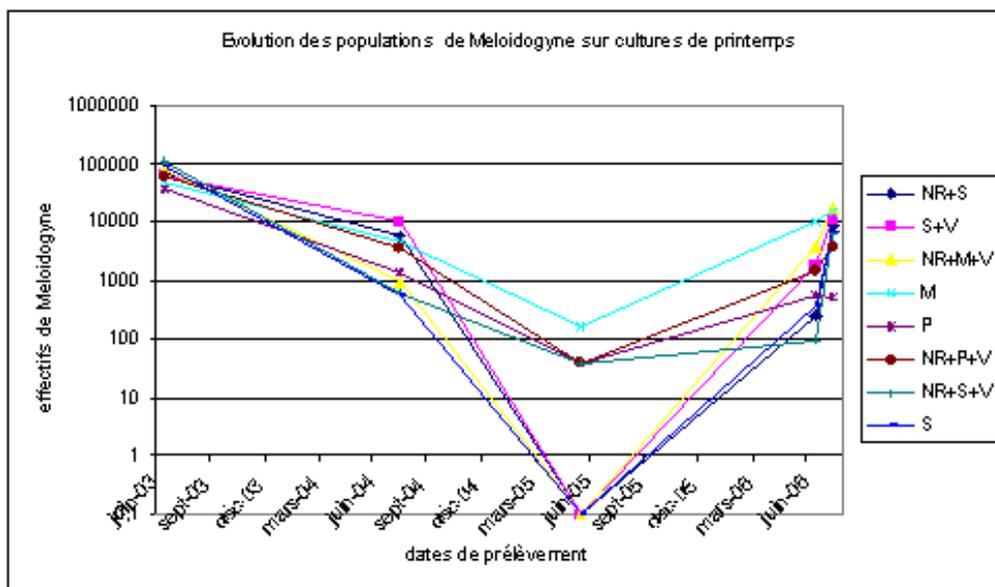


Figure 6 : Evolution des populations de *Meloidogyne* sur cultures de printemps

2.4 Synthèse des indicateurs

Tableau 3 : évolution des différents indicateurs en fonction des traitements

	Rendement relatif	IG relatif	Effectif <i>Meloidogyne</i>
NR+S	+	+	variable
S+V	-	+ puis -	+
NR+M+V	++	-	- puis +
M	+	- puis +	+
P	--	++	-
NR+P+V	++	--	0
NR+S+V	++	--	-
S	0	+	-

+ : augmentation ; - : diminution ; 0 : pas d'effet net

En croisant les résultats obtenus sur les évolutions des rendements, des indices de galle et des populations de *meloïdogyne spp.*, seules les modalités "NR+P+V", "NR+S+V" et "NR+M+V" voient ces paramètres évoluer de façon très positive : diminution de la population de nématodes, des dégâts sur les racines, et augmentation des rendements. Cela signifie alors que l'association des différentes techniques permet bien d'évoluer vers un assainissement des parcelles infestées par les nématodes. Mais l'engrais vert nématicide n'aurait pas un rôle très important, car le sorgho, dans l'association de techniques, permet d'obtenir un résultat au moins équivalent aux tagètes.

On a peu d'évolution, ou des évolutions contradictoires, des paramètres mesurés sur les autres traitements, sauf sur la parcelle *T. patula* seule, "P", où les indicateurs sont négatifs.

CONCLUSION

Les résultats de cet essai montrent à nouveau que les différentes méthodes utilisées seules sont insuffisantes pour lutter efficacement contre les nématodes du genre *Meloïdogyne*, notamment dans ce site très infesté.

L'association de différentes techniques, tourteaux, engrais vert et désinfection vapeur, permet bien d'évoluer vers un assainissement des parcelles, mais l'engrais vert nématicide n'aurait pas un rôle très important, car le sorgho, dans l'association de techniques, permet d'obtenir un résultat équivalent à *Tagetes patula*. La plus ou moins bonne maîtrise des adventices, qui sont hôtes des *Meloïdogyne*, a dans doute limité l'effet des tagètes.

L'effet des combinaisons de techniques évaluées ici reste toutefois insuffisant pour limiter l'infestation, l'introduction d'une culture non hôte comme le fenouil a un effet bien supérieur aux différents traitements étudiés. Cette constatation, faite sur un autre essai avec l'oignon (rapport final GRAB, 2006), montre l'importance de faire des rotations et d'insérer des cultures non hôtes dans cette rotation. L'effet est très net en préventif (résultats obtenus pendant 10 ans sur le site Biophyto par le CivamBio66 et la Centrex), mais semble tout à fait important aussi en curatif. Les travaux doivent donc être orientés en ce sens, en évaluant l'effet à court et moyen terme de différentes plantes de coupure dans les rotations maraîchères méditerranéennes.

Merci à Denis **Menoury**, maraîcher, Thierry **Mateille** (IRD/ UMR CBGP), Jérôme Lambion (GRAB) et la société Spropêche pour leur contribution à ces travaux.

POUR EN SAVOIR PLUS

Arrufat A., Dubois M, 2006. Prévention contre les pathogènes du sol en cultures sous abris : rotations, engrais verts, solarisation. Alter agri n°77, 13-15.

GRAB : Rapports d'expérimentation annuels depuis 1998

LA MAÎTRISE NATURELLE DU PUCERON CENDRE DU CHOU (*BREVICORYNE BRASSICAE*) EN NORD BRETAGNE

Christian Porteneuve

CTIFL / SECL le Glazic 22740 Pleumeur Gautier

RESUME

Cette étude sur la maîtrise naturelle du puceron cendré du chou-fleur a été réalisée trois années consécutives sur plusieurs parcelles en agrobiologie. Elle est le fruit d'un travail collectif réalisé par les agents des chambres d'agriculture, des OP et des stations expérimentales des trois départements du nord Bretagne. Elle montre l'efficacité dans la maîtrise du puceron cendré du chou de trois principaux auxiliaires, un microhyménoptère parasitoïde (*Diaeretiella rapae*), un syrphé (*Episyrphus balteatus*) et des mycoses à entomophthorales. Le paysage environnant les parcelles est relativement homogène au niveau des trois départements. Il est composé de talus herbacés très riches en bio diversité végétale et de haies éparses. Il ne semble pas jouer un rôle de proximité, mais doit agir à un niveau plus large

INTRODUCTION

Le puceron cendré du chou (*Brevicoryne brassicae*) peut présenter une nuisibilité sur culture de chou-fleur, en deux occasions :

- quand la plante est jeune, une forte attaque peut l'affaiblir, de sorte qu'elle ne donnera pas une pomme commercialisable,
- quand la plante arrive à maturité, la présence de pucerons cendrés sur la pomme ou dans les feuilles de la couronne nuit à la présentation commerciale.

Cette étude pluriannuelle et multi site a pour but de mieux comprendre comment sont naturellement maîtrisées les populations du puceron cendré et éventuellement d'établir un lien entre cette maîtrise et l'environnement parcellaire. Elle a pour principe :

- D'estimer les populations de pucerons cendrés et leur évolution dans diverses parcelles de chou-fleur sur plusieurs saisons culturales
- De déterminer les espèces auxiliaires présentes et d'évaluer leur impact sur les populations de pucerons
- De caractériser l'environnement de proximité de la parcelle.

1 MATERIEL ET METHODES

1.1 Méthode

Des parcelles de chou fleur implantées avec la même variété (Belot, pour une récolte en décembre) dans les 3 départements du nord Bretagne sont suivies de la plantation à la récolte.

Dans chaque parcelle, 50 plantes sont marquées et sont notées au maximum une fois par semaine. Les notations portent sur l'ensemble des 50 plantes (chaque feuille est notée). Chaque colonie de pucerons est repérée et sa surface estimée à l'aide d'un gabarit. Pour les petites colonies, on compte une surface de 2 mm² ou 0.02 cm² par individu. Chaque colonie est identifiée individuellement. Les pucerons isolés sont également repérés et comptés.

Une information est donnée sur la présence de pucerons ailés présents dans les colonies ou notés comme individus isolés. Les prédateurs, parasites ou parasitoïdes sont repérés sur la plante et dans les colonies. L'environnement de proximité de la parcelle est décrit.

1.2 Déroulement de l'étude

L'étude a débuté en 2004 sur trois parcelles, une dans le département du Finistère et deux, dans le département des Côtes d'Armor. Elle a été étendue à six parcelles sur les trois départements du nord Bretagne en 2005 et 2006. Les observations ont été réalisées par les agents des chambres d'agriculture, des OP et des stations expérimentales des trois bassins de production. L'appui méthodologique a été assuré par l'UMR BiO3P

En 2005 et 2006, deux parcelles par département ont été notées, une chez un producteur biologique et l'autre dans la station expérimentale locale. Toutes les parcelles suivies sont conduites en agriculture biologique, à l'exception de celle de la station expérimentale du Finistère qui est une parcelle conventionnelle conduite sans intervention fongicide ni insecticide.

2 RESULTATS

2.1 Résultats globaux

Ces trois années d'observation ont montré que la régulation naturelle a bien fonctionné sur la totalité des parcelles observées. Il n'y a eu aucune dépréciation de récolte due à la présence des pucerons. Celle-ci a toujours été inférieure au seuil de nuisibilité de 100 cm² de colonie par plante sur 1% des plantes. (Seuil déterminé en 2003 par la chambre d'agriculture du Finistère).

Les notations ont montré l'importance de 3 auxiliaires majeurs :

- Un microhyménoptère parasitoïde (*Diaeretiella rapae*). Seule cette espèce, qui parasite d'autres pucerons, émerge des momies des pucerons cendrés. Son activité est décelée très tôt sur pucerons isolés ou dans les colonies. Elle permet une régulation précoce particulièrement bien adaptée aux infestations faibles à moyennes.
- Un syrphe (*Episyrphus balteatus*). De toutes les nombreuses pupes collectées sur les plantes et mises en élevage, seule cette espèce a émergé. Lorsque le nombre de colonies augmente ou que certaines prennent de la surface, on assiste à des pontes massives, et très rapidement les larves nettoient les colonies. Lorsque les colonies sont plus petites, les larves se déplacent facilement de l'une à l'autre, la texture de surface de la feuille du chou s'y prête. C'est l'auxiliaire le plus efficace.
- Des mycoses à entomophthorales. Leur présence est décelée à partir de la mi octobre. Elles ont un rôle important quand les conditions d'humidité sont favorables. La pluviométrie est particulièrement déterminante pour leur activité.

Plus rarement, d'autres auxiliaires ont été notés. Il est possible d'observer la présence d'œufs de chrysopes et parfois d'apercevoir les larves, mais cela est très rare. On observe aussi parfois la présence de larves de cécidomyies dans les grosses colonies.

2.2 Résultats détaillés

2.2.1 *Environnement parcellaire*

Nous avons convenu de décrire l'environnement parcellaire de proximité des parcelles suivies. Les parcelles ont des surfaces comprises entre 1 et 3 ha. Elles sont très souvent environnées de talus herbacés. Des haies éparses apparaissent plus ou moins dans le paysage. Les espèces végétales dénombrées sur les abords de la parcelle sont classées selon l'échelle de Braun Blanquet.

Tableau 1 : Echelle de Braun Blanquet

Symbole	R	+	1	2	3
Fréquence %	Rare	Quelques plantes	< 5 %	5 à 25 %	25 à 50 %

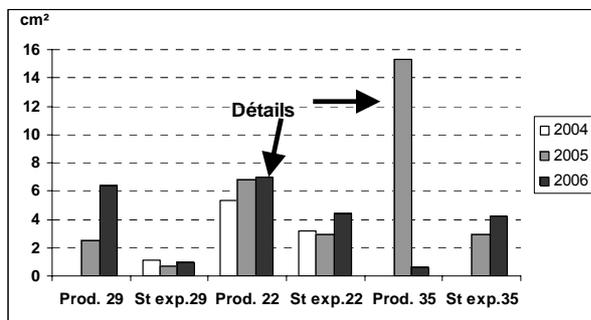
Les talus offrent une grande diversité d'espèces végétales. Ils permettent, par leur forme, de développer de la surface. Ce ne sont pas les mêmes espèces végétales que l'on trouve au sommet, sur les flancs exposés aux points cardinaux et à leur base. Ils ont également l'avantage de laisser circuler l'air.

Parmi les espèces relevées, les plus fréquentes sont les graminées (agrostis, brome, dactyle, houlque, phléole, fétuque...), les incontournables (ronce commune, fougère...), quelques arbustes (prunellier, aubépine...) et beaucoup d'autres plantes (achillée, ajonc., capselle, carotte,

céaiste, fumeterre, gaillet, géranium, germandrée, laitron, Lamier, linair, matricaire, moutarde, mouron, ombilic, oseille, ortie, porcelle, potentille, plantin, ravenelle, séneçon, silène, scrofulaire, stellaire, vesce, véronique...). Sur ces espèces sont présents différents pucerons (ronce, vesce, silène...). Les floraisons sont étalées de fin février à décembre.

2.2.2 Principales caractéristiques des colonies

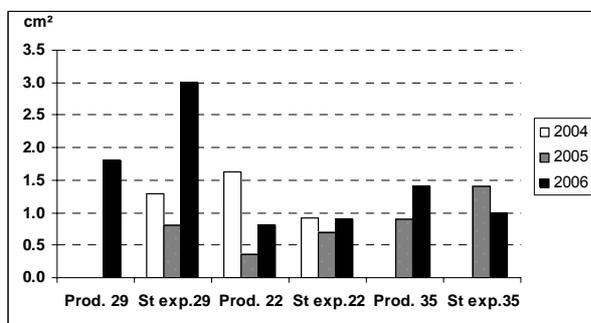
Figure 1 : Colonies de puceron cendré : surface cumulée maximale par plante



Pour les 3 années d'observation sur l'ensemble des parcelles, la surface moyenne maximale des colonies varie entre deux et 6 cm², ce qui est largement inférieur au seuil de nuisibilité de 100 cm².

Une situation plus délicate, mais maîtrisée a été rencontrée en 2005 dans l'Ille et Vilaine, principalement pour des causes de sécheresse.

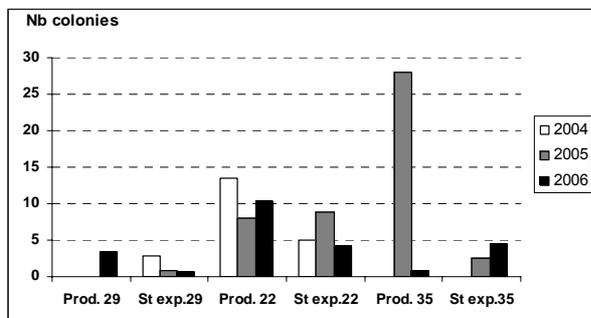
Figure 2 : Colonies de puceron cendré : surface moyenne maximum d'une colonie



On observe beaucoup de petites colonies dont la taille est inférieure au cm².

En moyenne, la surface maximale d'une colonie est proche du cm².

Figure 3 : Colonies de puceron cendré : Nombre moyen maximum par plante



Cela se traduit par un faible nombre moyen maximum de colonies par plante.

Dans la plupart des parcelles suivies, presque toutes les plantes observées sont colonisées. Il arrive cependant dans le cas où l'infestation est faible que cela corresponde à un pourcentage de plantes colonisées faible. (Station expérimentale 29)

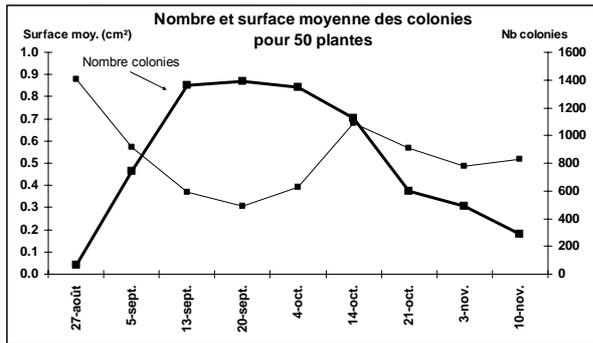
2.2.3 Comparaison de deux situations parcelaires.

La comparaison des 2 situations comme indiqué en figure 1 révèle la plupart des situations observées.

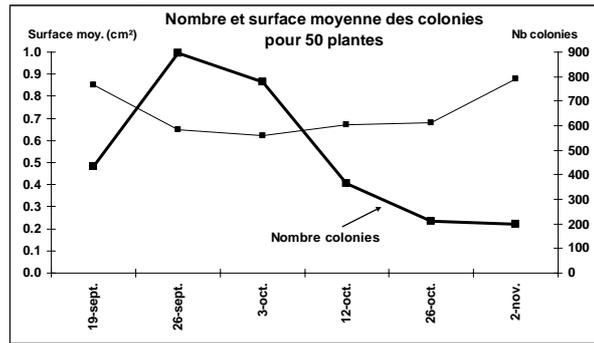
Les figures suivantes concernent l'évolution du suivi d'une parcelle d'un producteur biologique en Ille et Vilaine en 2005 et celle d'un producteur biologique dans le département des Côtes d'Armor en 2006.

Figure 4 : Nombre et surface moyenne des colonies pour 50 plantes

2005 : producteur (dépt. 35)



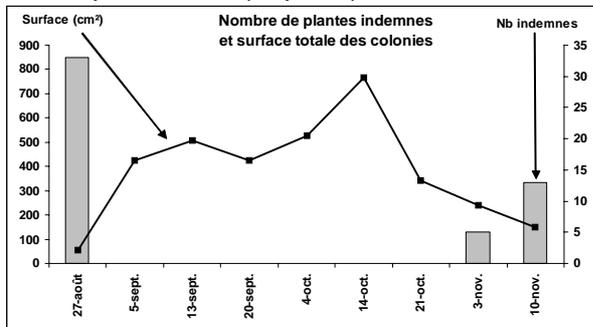
2006 : producteur (dépt. 22)



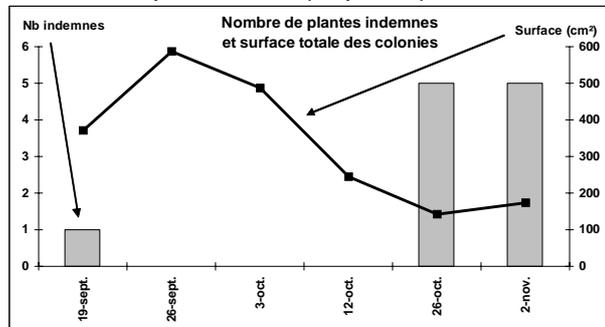
Le nombre de colonies augmente régulièrement pour atteindre un maximum fin septembre début octobre. A cette période, les plantes sont très végétatives et émettent rapidement des nouvelles feuilles. Les pucerons sont très fréquemment localisés sur la face inférieure des feuilles de la couronne extérieure. Le nombre de colonies décroît ensuite régulièrement. Dans la parcelle dépt. 35, on observait beaucoup de très petites colonies.

Figure 5 : Nombre de plantes indemnes et surface totale colonies pour 50 plantes

2005 : producteur (dept.35)



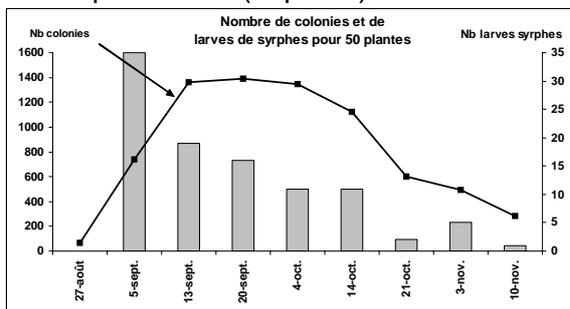
2006 : producteur (dept. 22)



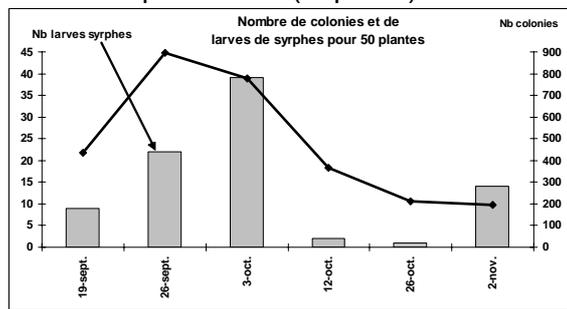
On constate que très rapidement la plupart des plantes observées sont colonisées par les pucerons. On note un nombre significatif de plantes indemnes en début et en fin de cycle végétatif. Dans certaines situations de faible infestation, le pourcentage de plantes indemnes reste élevé.

Figure 6 : Nombre de colonies et de larves de syrphes pour 50 plantes

2005 : producteur (dépt. 35)



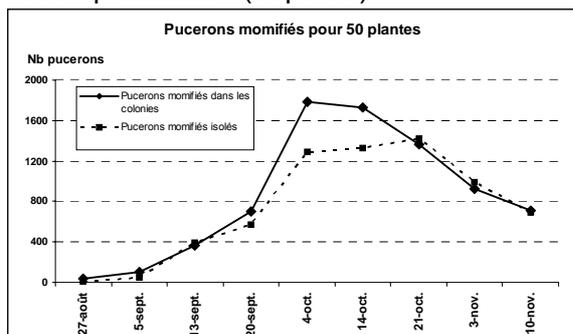
2006 : producteur (dépt. 22)



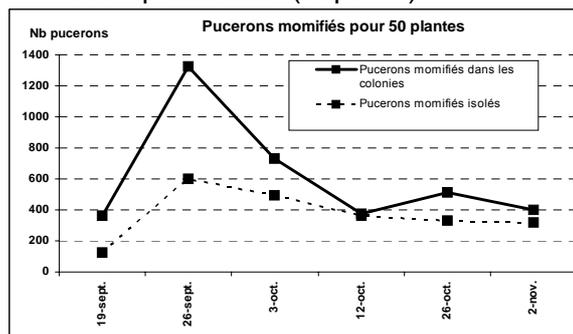
Lorsque le nombre et la surface des colonies augmente, nous observons l'efficacité redoutable des larves de syrphes. C'est le principal auxiliaire pour la gestion du nombre de pucerons. Les pontes sont bien adaptées à la ressource alimentaire.

Figure 7 : Nombre de pucerons momifiés pour 50 plantes

2005 : producteur (dépt. 35)



2006 : producteur (dépt. 22)



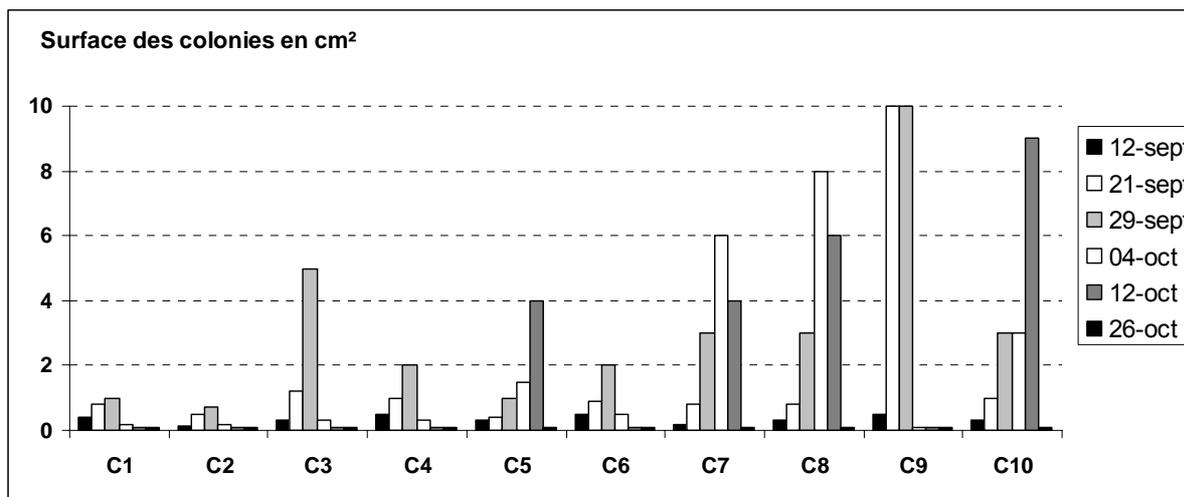
L'activité de *Diaeretiella rapae* est constante sur la période des suivis. On l'observe beaucoup sur puceron isolé. Beaucoup de départs de colonies sont vraisemblablement stoppés par ce parasitoïde.

2.2.4 Devenir de colonies repérées sur feuilles protégées et non protégées

Toutes les notations effectuées et commentées précédemment ont été traitées en moyenne. Le dispositif d'observation ne permettait pas de suivre le devenir d'une colonie.

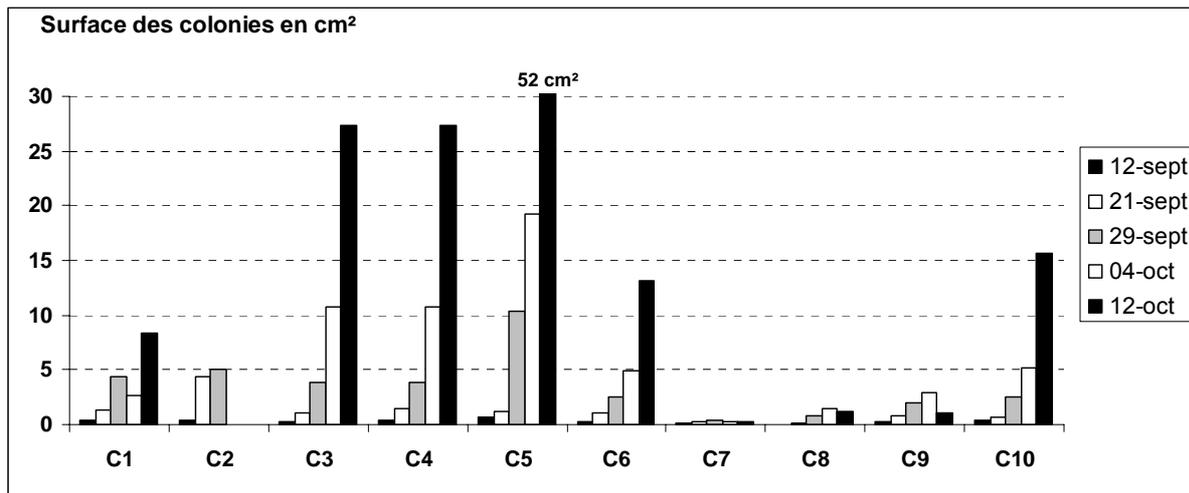
En 2006, une observation sur la station expérimentale des Côtes d'Armor a été réalisée pour répondre à cette question. A cette fin nous avons repéré sur 10 feuilles de dix plantes différentes, une colonie qui a été marquée et suivie. Nous l'avons fait également sur 10 autres feuilles qui ont été protégées par un manchon de filbio (biothrips).

Figure 8 : devenir de 10 colonies sur feuilles non protégées



Le suivi a eu lieu sur plus d'un mois. Toutes les colonies n'ont pas le même devenir. 40% n'ont pas dépassé la taille de 2 cm². Certaines d'entre elles ont atteint la taille de 5 à 10 cm² en 3 semaines. Au final, elles ont toutes disparu.

Figure 9 : devenir de 10 colonies sur feuilles protégées



Quand la feuille est protégée, les colonies évoluent différemment. Certaines se développent rapidement, d'autres n'évoluent pas ou peu. La limite de leur survie tient à la sénescence de la feuille. En effet, la colonisation se fait principalement sur les feuilles de la couronne extérieure (les plus âgées), celles-ci deviennent sénescentes et finissent par tomber entraînant avec elles les pucerons.

3 DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude réalisée sur plusieurs années et sur plusieurs sites dans les conditions de l'agriculture biologique, nous a montré une excellente maîtrise naturelle du puceron cendré du chou-fleur pour des variétés récoltées en décembre (chou-fleur d'hiver).

Le système de maîtrise est assez simple. Il fonctionne avec trois auxiliaires importants.

Ce système est inféodé au chou-fleur, il est différent de celui que l'on connaît pour l'artichaut (punaises anthocorides, larves de chrysope, larves de coccinelles...).

L'environnement parcellaire ne semble pas exercer une influence au niveau de la proximité immédiate de la parcelle, mais à une échelle plus large.

Le talus amène de la biodiversité tout en permettant la circulation de l'air. Correctement entretenu, il est plus riche en espèces végétales que non entretenu, car en cette situation les ronces, en se développant, réduisent la biodiversité végétale.

Il ne faut pas oublier dans cette régulation naturelle le rôle actif que joue la plante. Sa principale défense réside en sa capacité de croissance. Une plante végétative est moins attractive pour le puceron cendré. Il faut qu'elle puisse se développer rapidement après plantation. Elle supportera d'autant plus facilement la présence du puceron cendré

BIODESINFECTION EN RHONE-ALPES : RESULTATS 2007

Christian ICARD - CTIFL/SERAIL
04 78 87 97 59 - icard.ctifl@wanadoo.fr

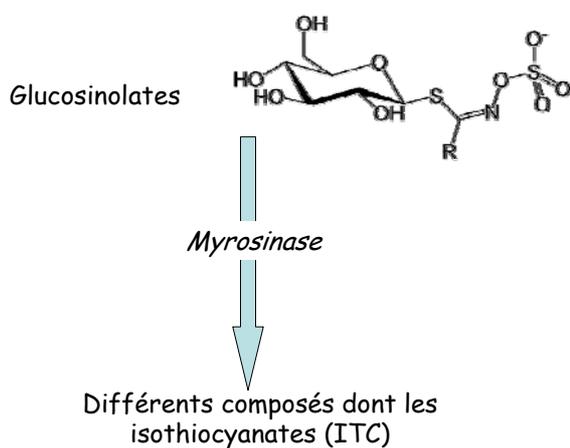


Biodésinfection en Rhône-Alpes

résultats 2007



Qu'est ce que la biodésinfection ?



Qu'est ce que la biodésinfection ?



Broyage

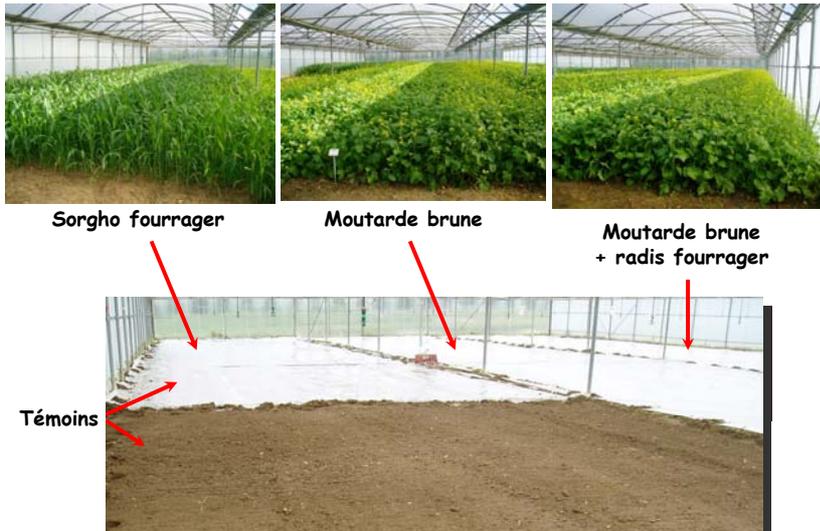


Enfouissement

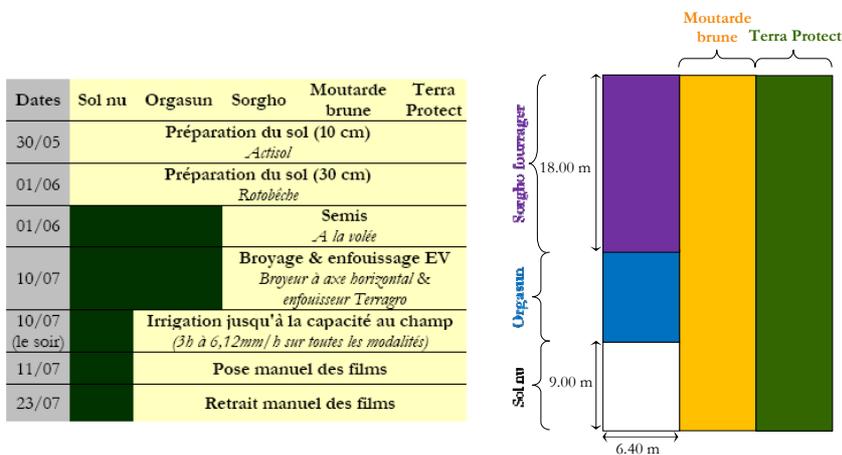


Bâchage

Mise en place à la SERAIL



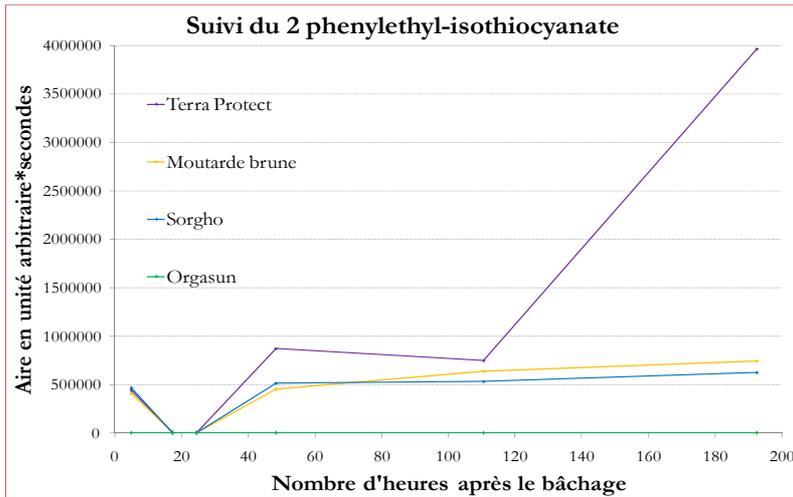
Mise en place à la SERAIL



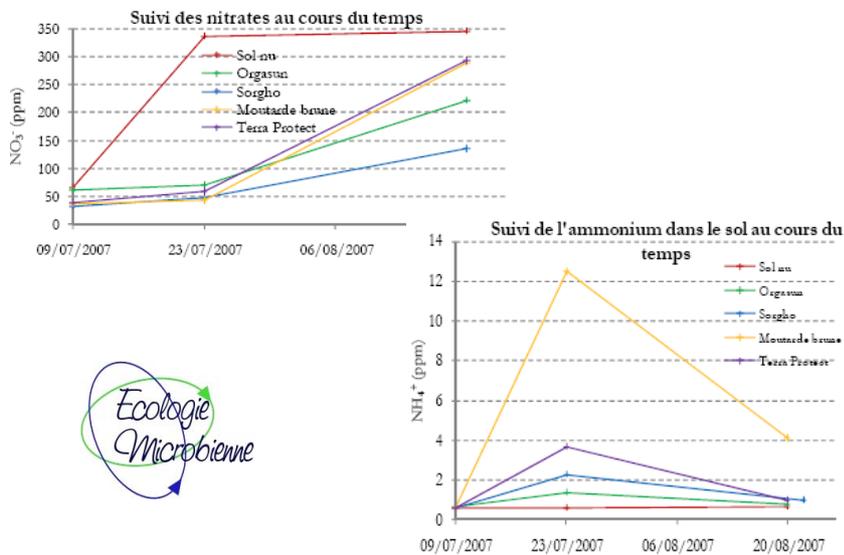
Suivi des ITC



Suivi des ITC



Suivi NO₃⁻, NH₄⁺, activités nitrifiante-dénitrifiante



*Ecologie
Microbienne*

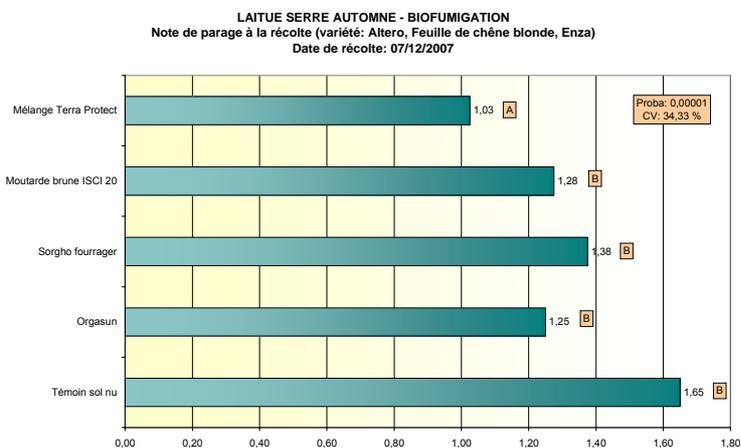
Mise en place de cultures de laitues



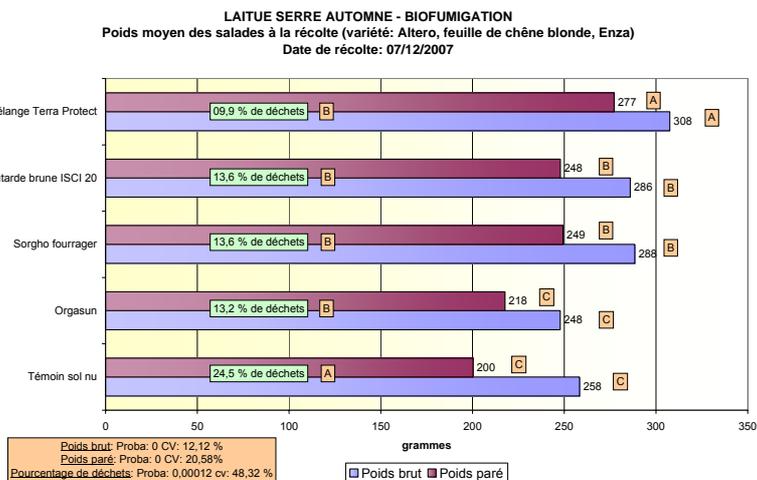
Résultats agronomiques



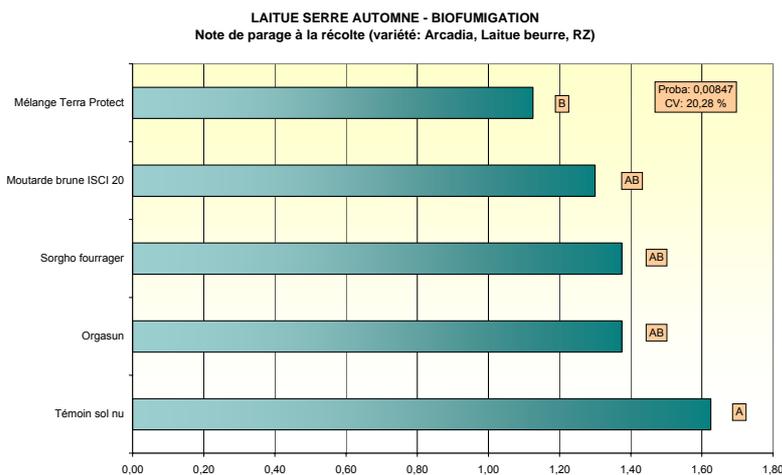
Résultats agronomiques - Altero



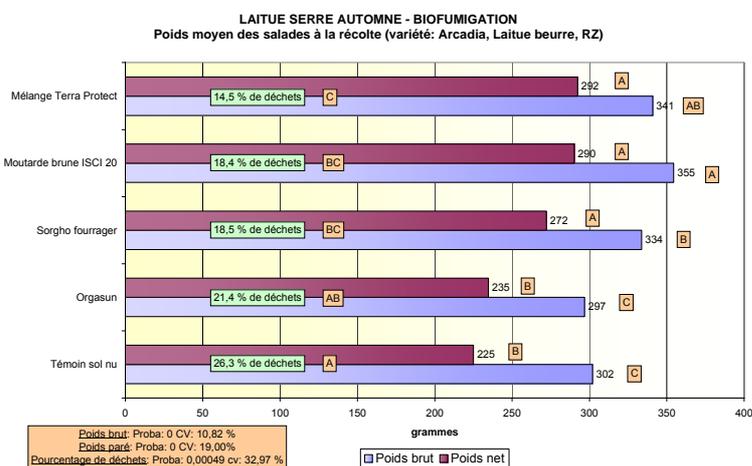
Résultats agronomiques - Altero



Résultats agronomiques - Arcadia



Résultats agronomiques - Arcadia



Conclusion

Méthode générale:
utilisation des propriétés de certaines plantes

- Créneau de temps
- Précédent cultural
- Culture à venir
- Problèmes observés sur la parcelle
- Type de sol, contexte pédo-climatique...
- Choix de la plante et de la méthode de travail

BIOPESTICIDES : EXEMPLE DE LA DEMARCHE EN RHONE-ALPES AVEC *FALLOPIA SPP*

Christian ICARD - CTIFL/SERAIL
04 78 87 97 59 - icard.ctifl@wanadoo.fr



Biopesticides:

Exemple de la démarche en Rhône-Alpes avec *Fallopia spp*



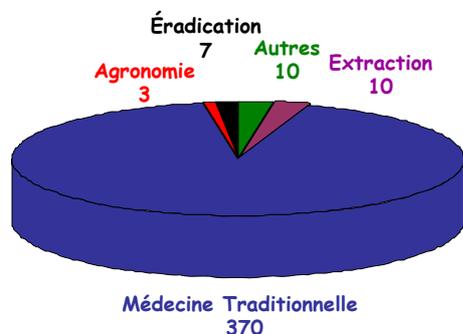
La renouée en France

- ✓ Arrivée en France au début du 20^{ème} siècle
- ✓ Éluée plante ornementale de l'année 1902
- ✓ Croissance rapide jusqu'à 5 cm par jour



↳ Invasion des berges et des bords de routes

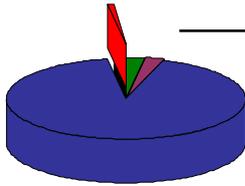
Brevets *Fallopia spp* : 400 références



Mots clefs pour la recherche esp@cenet - Worldwide :

Fallopia / *Reynoutria* / Japanese Knotweed / Giant Knotweed

Brevets Fallopia spp : Utilisation Agronomique



3 brevets déposés

Dépositaire des brevets BASF AG

Espèce utilisée : *Fallopia sachalinensis*

- ✓ Utilisation de *Fallopia sachalinensis* contre des champignons pathogènes du géranium (1989)
- ✓ Mélange d'extrait de *Fallopia sachalinensis* et de fertilisateur azoté pour une activité antifongique (1998)
- ✓ Process d'extraction alcoolique de molécules issues de *Fallopia sachalinensis* (toutes parties de la plante) (1999)

Milsana® : Dr. Schaette AG / KHH Bioscience -BASF-

Milsana®

Bioprotectant Concentrate

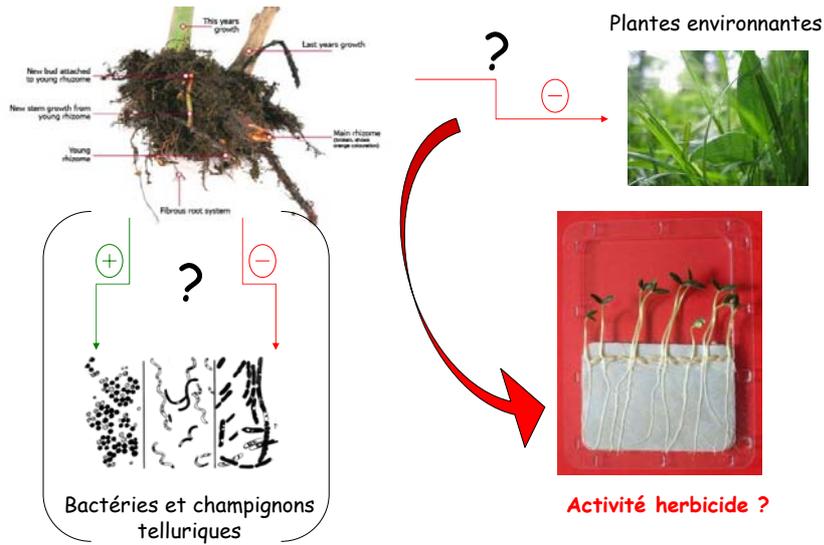
A plant extract to boost the plant's natural defense mechanisms against certain fungal diseases.

Active ingredient: Extract of <i>Reynoutria sachalinensis</i>	5.0%
Other ingredients:	95.0%
Total	100.0%

Milsana® : Dr. Schaette AG / KHH Bioscience -BASF-

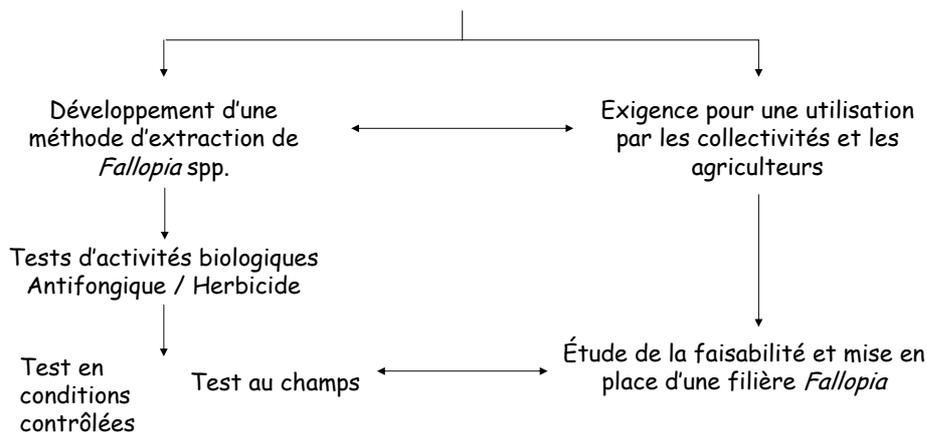
- ✓ Utilisation sous serre pour la culture de plantes ornementales
- ✓ Active la croissance des plantes et augmente la résistance par rapport à certains pathogènes *Oidium* spp.
- ✓ Préventif plus que curatif

Allélopathie de *Fallopia* spp



Proposition de projets 2007/2008

Valorisation des déchets du complexe
d'espèces *Fallopia* invasif en Rhône-
Alpes



Biopesticides: cas de l'insecticide « idéal »

Insecticide « idéal »	Phyto-insecticide
sélectivité et absence de toxicité sur les espèces non visées	molécules allélochimiques: très sélectives et spécifiques
faible rémanence	biodégradabilité
absence de phénomène de résistance	résistances possibles si application systématique



« Bienvenue à PO²N »

Toutes les initiatives qui s'inscrivent dans le développement durable sont les bienvenues puisqu'une prise de conscience s'est faite jour qu'il fallait concevoir et produire autrement pour donner aux générations futures la possibilité de vivre avec une qualité de vie semblable à la nôtre. Dans ce contexte, promouvoir une agriculture durable qui puisse satisfaire le besoin alimentaire d'une population humaine en expansion démographique et qui respecte l'environnement est plus que jamais à l'ordre du jour.

Rassembler autour du thème des substances naturelles d'origine végétale, microbiologique ou marine dans leurs dimensions pesticide et biocide s'inscrit avec force dans ce mouvement. C'est pourquoi je soutiens sans réserve l'initiative du Groupe Francophone d'Étude des Pesticides Organiques d'Origine Naturelle, dont il faut aussi souligner la dimension francophone. En effet, la biodiversité culturelle est aussi importante que la biodiversité biologique pour promouvoir le développement durable. Je suis donc doublement heureuse de parrainer cette jeune association. »

Catherine Regnault-Roger

Madame Regnault-Roger est Professeur à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour et notamment l'auteur de l'ouvrage « Biopesticides d'origine végétale » dont elle prépare actuellement la seconde édition.



Dans un contexte de développement durable, des solutions alternatives à l'utilisation de composés chimiques de synthèse, à l'introduction de biopesticides vivants (bactéries, insectes...), ou encore à la culture de plantes génétiquement modifiées doivent être proposées. Le Groupe Francophone d'Étude des Pesticides Organiques d'Origine Naturelle (PO²N) est née de l'association de jeunes universitaires et d'agents d'organismes techniques volontaires s'intéressant aux pesticides organiques d'origines naturelles (Biopesticides chimiques). Le but du groupe est de partager les connaissances et de faire connaître les différents travaux réalisés dans les pays francophones sur les molécules ou extraits naturels à activités de type pesticide.

Nous pensons qu'il est capital de réunir et de faire se rencontrer :

- les écologues qui étudient les écosystèmes et les molécules allélopathiques (molécules potentiellement valorisables en agrochimie),
- les universitaires spécialistes des composés naturels ou qui évaluent l'activité de ces composés, leur dégradation et l'impact de leur utilisation sur l'environnement,
- les responsables de structures ou organismes techniques (ITV, CTIFL ...) qui utilisent de nouvelles formulations d'origines biologiques,
- les responsables d'organismes (chambre d'agriculture, agence de l'eau, coopératives....) en lien direct avec le monde agricole et ses attentes,
- **toutes les personnes, physiques ou morales qui, par leurs titres, leurs travaux ou leurs compétences spéciales, sont capables d'apporter un concours efficace à l'étude des Pesticides Organiques d'Origine Naturelle.**

Au-delà, le but de l'association est d'identifier un réseau d'acteurs capables de proposer une solution alternative à base de pesticides organiques d'origine naturelle dans le cadre d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement.

Cédric BERTRAND
Président de PO²N

*Cédric Bertrand est Ingénieur Agronome, Docteur en Phytochimie,
Maître de conférences à l'Université Lyon 1*



SESSION 4
QUALITE DES PRODUITS ET
COMMERCIALISATION

PRODUIRE DES LEGUMES BIOLOGIQUES, C'EST POSSIBLE : VALORISATION DE L'EXPERIENCE TRANSFRONTALIERE EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE DE 2005 A 2007

M. Legrand¹; L. Delanote², C. Ducatillon³, A. Delebecq⁴, G. Roy¹

(1) : Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles Nord Pas-de-Calais (FREDON) - 21 rue Becquerel, BP 74, 62750 LOOS-EN-GOHELLE, (France)

mickael.legrand@fredon-npdc.com

(2) : Interprovinciaal Proefcentrum voor de Biologische Teelt (PCBT) – Ieperseweg 87, 8800 RUMBEKE (Belgique), Lieven.Delanote@west-vlaanderen.be

(3) : Centre pour l'agronomie et l'agro-industrie de la province du Hainaut (CARAH) – rue P.Pastur 11, 7800 ATH (Belgique), ducattillon@carah.be

(4) : Groupement des Agriculteurs Biologiques du Nord Pas-de-Calais (GABNOR) Z.I. Le Paradis, 59133 Phalempin (France), alain.delebecq@gabnor.org

RESUME

Au travers du programme Interreg VETAB, des itinéraires techniques correspondant au mode de production de l'Agriculture Biologique ont été élaborés pour les cultures de carotte, céleris et choux. La communication résume les principaux éléments relatifs à la place dans la rotation, la préparation du sol, du semis et de la plantation, la fertilisation, le choix variétal, le désherbage, les maladies et ravageurs observables et les techniques de protection utilisables en Agriculture Biologique ainsi qu'une approche technico-économique, pour chacun des trois légumes.

INTRODUCTION

Avec respectivement 1.8 et 1.7% de leurs surfaces agricoles en production biologique et en conversion (BONNY, 2006), la France et la Belgique occupent seulement les 19^{ème} et 21^{ème} rangs de l'Europe des 25. Afin d'aider au développement de l'Agriculture Biologique, neuf partenaires français, flamands et wallons se sont associés ont créé le projet VETAB (« Valoriser l'Expérience Transfrontalière en Agriculture Biologique ») dans le cadre du programme Interreg III bénéficiant du soutien financier de l'Union Européenne (FEDER).

L'objectif global du projet est de « favoriser le développement de l'agriculture biologique dans les trois régions concernées, en s'appuyant sur des synergies transfrontalières à créer.

De façon plus spécifique, le projet concerne le développement des grandes cultures et légumes biologiques de plein champ, ceux-ci représentant une part importante de l'économie agricole régionale » (BOUTIN C, 2005).

De 2005 à 2007, les expérimentations communes, les échanges de résultats, de références bibliographiques et d'expériences issus de la production ou d'études en station nous ont permis, entre autres, d'élaborer des fiches de références pour la production de carotte, céleri et choux selon le mode de production biologique.

Nous nous proposons ici de présenter l'essentiel des éléments techniques proposés dans ces itinéraires, à commencer par la place de chaque légume dans la rotation, les techniques de préparation de sol, de semis ou de plantation, la fertilisation, le choix variétal, le désherbage, les maladies et ravageurs observables et les techniques de protection utilisables en Agriculture Biologique. Enfin, une approche technico-économique a été entreprise afin d'informer au mieux les producteurs désirant s'orienter vers ce mode de production.

1 PLACE DANS LA ROTATION

La rotation joue un rôle particulièrement important en Agriculture Biologique. Il s'agit d'éviter les phénomènes « d'usure des sols » et de développement de maladies ou ravageurs du sol (pythium, hernie, nématodes, mouches du chou ou de la carotte...) contre lesquels il est très difficile de lutter par la suite.

En général, carotte, céleri ou chou sont cultivés une fois tous les six ans. Un minimum de cinq années est exigé.

Pour chaque légume, il convient de faire attention à ne pas faire précéder la culture par une plante de la même famille botanique (carotte et céleri par exemple). Pour les choux, il faut également veiller à ne pas emblaver d'engrais verts de la famille des crucifères. Pour la carotte certains précédents semblent provoquer des risques parasitaires supplémentaires comme le blé avec le cavity spot, le colza et les haricots avec le sclérotinia, les prairies pour les problèmes d'excès d'azote et la présence en grande quantité de ravageurs du sol. Les sols à fort taux d'argile risquent d'entraîner la pourriture des carottes en cas de pluies importantes et les sols caillouteux des problèmes de déformations des racines.

Exemple de rotation pratiquée :

Céleri ou carotte – betterave potagère – fève / épinard d'automne – froment – chou de Bruxelles – pomme de terre.

La planification des temps de travail est également un facteur important à intégrer dans la rotation. Il convient par exemple de songer au fait que les productions de chou-fleur d'été ou brocoli sont très exigeantes en terme de temps de travail, en particulier lors des récoltes de juin et juillet, périodes où il faut aussi veiller au désherbage ou au repiquage des autres légumes, sachant que l'ensemble de ces activités ne peut souffrir aucun retard !

2 PREPARATION DU SOL – SEMIS ET PLANTATION

La plupart des exigences sont analogues aux productions conventionnelles : la préparation, le semis et la plantation doivent être soignés. Il faut un sol bien ressuyé ayant une bonne rétention en eau pour les choux par exemple. Il existe par contre certaines spécificités. En production biologique, vu les disponibilités en azote souvent limitées, il est essentiel que l'azote soit accessible au maximum pour la culture et il est absolument nécessaire de pouvoir exploiter toute la profondeur de labour. Chaque faute commise concernant la structure du sol est irréversible étant donné que l'on ne peut pas avoir recours à des engrais minéraux (DELANOTE *et al*, 2007). Pour la carotte, l'essentiel des semis a lieu au printemps mais souvent plus tardivement qu'en production conventionnelle afin de retarder l'exposition de la culture à la mouche de la carotte et permettre un ou des faux semis (LEGRAND *et al*, 2007).

3 FERTILISATION

Les besoins totaux sont propres à chaque légume. Quelle que soit la culture, tout comme en production conventionnelle, il est vivement conseillé d'effectuer les apports après avoir effectué une analyse de sol. Des déficits entraîneront les pertes de rendement et de qualité. A l'inverse, une fumure azotée trop importante ou un taux de matière organique trop élevé risquent d'entraîner le développement de problèmes phytosanitaires contre lesquels il n'y aura aucune solution curative. Etant donné les rendements moindres qu'en production conventionnelle, l'apport de 80% des besoins fertilisants peut suffire (DELANOTE *et al*, 2007).

Pour la carotte, peu exigeante en azote, l'apport sera réalisé plusieurs mois à l'avance et seuls les semis précoces de printemps pourront nécessiter un apport en fertilisants à libération rapide, du type guano ou poudre de sang, afin d'avoir un bon départ de la culture.

Le céleri, exige des sols riches en matières organiques. C'est pourquoi du fumier est incorporé lors du labour.

Pour les choux-fleurs, brocolis et différents choux, il est nécessaire de tenir compte pour le planning de fertilisation de la période et de la durée de croissance de la culture. Les premiers

doivent disposer de suffisamment d'azote en début de culture. Un trèfle blanc semé sous couvert de céréale en précédent d'un chou pommé permet par exemple d'obtenir plus de 50 kg d'azote pour la culture vers mai-juin.

Pour les apports en potasse, Haspargit® ou Patentkali® sont utilisés, en déduisant de la fertilisation ce qui a été apporté par du fumier.

Le pH peut être maintenu par des apports de chaux au moyen d'écumes de carbonatation ou toute source naturelle de carbonate de calcium comme par exemple des marnes, de la craie, des chaux d'algues marines...

4 CHOIX VARIETAL

Le choix des variétés est globalement analogue à celui effectué en conventionnel et fonction du circuit de commercialisation. Il porte sur les variétés disponibles en Agriculture Biologique et, à défaut de leur disponibilité, sur des semences conventionnelles non traitées (après demande de dérogation).

De manière générale et pour la plupart des légumes, la préférence doit porter sur des variétés avec des besoins en azote limités. Il faut porter une attention particulière aux résistances ou tolérances variétales aux maladies et ravageurs lorsqu'elles existent et en cas de forts risques de dégâts. Il existe cependant des exceptions. Ainsi, vu la rotation assez longue, la résistance à la hernie du chou-fleur n'est pas une priorité en Agriculture Biologique.

Il est parfois conseillé de récolter les carottes, céleris et choux un peu plus jeunes qu'en production conventionnelle, de façon à limiter les risques de dégâts de fin de culture et faciliter la conservation. Cela est possible en choisissant notamment des variétés plus tardives ou en semant/plantant plus tardivement.

Il est également recommandé au producteur de s'informer régulièrement auprès de la station d'expérimentation la plus proche pour connaître les références variétales du bassin de production et suivre les évolutions d'année en année (compilation faite au sein du réseau de criblage variétale ITAB / CTIFL).

5 DESHERBAGE

Le désherbage est un facteur clé de la conduite culturale. Il représente bien souvent la principale difficulté technique pour le producteur de légumes. Il a une incidence sur le temps de travail et l'organisation de celui-ci ainsi que sur les coûts de production.

Le désherbage des choux, et dans une moindre mesure des céleris, qui sont toutes deux des cultures repiquées, est relativement simple à réaliser, au contraire de celui de la carotte qui est plus délicat à réussir. L'efficacité du désherbage est globalement très dépendante des conditions climatiques.

Un ou plusieurs faux semis sont préconisés lorsque la date de plantation ou de semis le permet. Les levées d'adventices sont alors détruites par désherbage thermique ou à l'aide de la herse étrille si les conditions climatiques sont favorables.

Pour les choux, qui possèdent un début de croissance rapide et une bonne capacité de couverture du sol, deux à trois sarclages suffisent en général. Le premier, est effectué deux à trois semaines après plantations, sur les jeunes adventices, avec une herse à doigts. Le dernier sarclage a lieu juste avant la fermeture de la culture, combiné avec le buttage.

Des binages répétés tous les sept à dix jours dès le stade adventice germante/levante sont préconisés pour désherber les céleris (DE REYCKE *et al*, 2007). La herse à rotor permet d'intervenir sur le rang.

La maîtrise des adventices sur une culture de carottes doit se concevoir sur toute la durée de la rotation. Une culture « nettoyante » est recommandée en précédent cultural. Deux à trois passages mécaniques ou thermiques (si le temps n'est pas suffisamment « séchant ») sont nécessaires.

Des passages manuels sont nécessaires pour finir l'entretien des parcelles, en particulier au niveau du rang de semis ou de plantation, délicat à gérer à l'aide des seuls outils thermiques ou mécaniques. Par hectare, 10 à 20 heures sont à prévoir sur une culture de choux, 50 à 60 pour les céleris et de 150 à 300 heures pour la carotte.

6 PROTECTION DES CULTURES

Plusieurs ravageurs (mouches, pucerons...), maladies aériennes (*alternaria*, septoriose...) ou racinaires (*pythium*, sclérotinia, pourritures...) peuvent affecter les légumes. Les dégâts peuvent être importants mais, dans la plupart des cas, lorsque les mesures prophylactiques préventives sont appliquées (respect du temps de rotation, gestion de la fertilisation, de la densité de semis, structure de sol...), les risques d'apparition sont limités. Le suivi des Avertissements Agricoles® aide à connaître les périodes de développement des maladies et ravageur et oriente les observations.

La mouche de la carotte représente le principal problème phytosanitaire sur cette culture. La stratégie de protection doit viser à 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 (VILLENEUVE *et al*, 2007). L'éloignement des zones d'infestations, le décalage des dates de semis et l'utilisation de voiles pendant le 1^{er} vol permettent de bons résultats de protection.

En production de céleris, c'est la septoriose, *Septoria apiicola*, qui pose le plus de problèmes. La protection fongicide à l'aide de cuivre (produits non autorisés en Belgique) s'avère peu efficace. Un modèle de prévision des risques, utilisé depuis plusieurs années dans les Avertissements Agricoles® en France, en cours de validation en Belgique permet d'améliorer la protection. Des recherches d'alternatives au cuivre sont à l'étude.

Les choux peuvent être affectés par un grand nombre de ravageurs ou maladies. La mouche du chou et les chenilles défoliatrices représentent parmi les principaux problèmes. Contre les chenilles, il est nécessaire d'observer régulièrement les plantes afin de détecter les œufs et les jeunes chenilles pour intervenir au bon moment et de façon répétée à l'aide de *Bacillus thuringiensis*. L'aménagement de l'environnement parcellaire permet également de favoriser les prédateurs et parasites de chenilles et de pucerons. Contre la mouche du chou, la couverture des parcelles à l'aide de voiles pendant les trois à quatre semaines suivant la plantation évite les pontes. Les interventions mécaniques pratiquées pour le désherbage détruisent une partie des œufs et jeunes larves. En cas de symptômes, butter vigoureusement et arroser si nécessaire permet de favoriser la croissance racinaire.

7 RESULTATS ECONOMIQUES

Selon le produit et sa destination (marché du frais ou de l'industrie), le résultat économique est très variable.

Pour le chou et le céleri biologique, le marché du frais demande souvent de plus petits calibre qu'en production conventionnelle tandis que pour l'industrie les exigences sont les mêmes.

Rendements et pourcentages récoltables peuvent fluctuer assez fortement selon le cycle de culture et d'une année sur l'autre, par exemple en fonction des conditions climatiques, en enfin selon les difficultés rencontrées (désherbage, problème sanitaire...).

Le résultat variera également en fonction du débouché, de la demande, de la durée de conservation...

Tableau 1 – Résultats économiques indicatifs par produit

Produits	Rendement (en tonnes ou pièces/Ha)	Prix unitaire (en euros/tonnes ou pièce)	Total (en euros/Ha)
Carotte (frais)	40 T/Ha	200 à 600€/T	8000 à 12000
Carotte (industrie)	50 T/Ha	140€/T	7000
Céleri à côtes (frais)	45 000 pièces	0,61	27 450
Céleri vert (frais)	60 000 pièces	0,61	36 600
Céleri rave (frais)	35 000 pièces	0,72	25 200
Céleri rave (industrie)	25 à 35 T/Ha	225€/T	5625 à 7875
Brocoli (frais)	7 T/Ha	1.5€/T	10 500
Chou-fleur (frais)	16 000 pièces	1,0	16 000
Chou rouge (conservation)	27 000 pièces	0,6	16 200
Chou rouge (industrie)	60 T/Ha	0,12€/T	7 200
Chou blanc (conservation)	30 000 pièces	0,5	15 000
Chou blanc (industrie)	80 T/Ha	0,09€/T	7 200

8 CONCLUSION

Quelle que soit la culture, la production de légumes, selon les critères d'exigence de l'Agriculture Biologique, résulte, nous l'avons vu, d'une approche globale, qui va de la place du légume dans la rotation (en intégrant des critères tels que la gestion des temps de travail, l'interculture...) à la récolte (en anticipant au besoin celle-ci, en adaptant les exigences en fonction du débouché commercial...), en passant par les différents critères évoqués plus haut. Loin des clichés existants encore aujourd'hui, la production de légumes biologiques, demande de la technicité, de la maîtrise, du temps d'observation et de la réactivité. Pour autant, elle reste abordable et économiquement intéressante. Les auteurs ne sauraient trop conseiller les producteurs ou techniciens intéressés par plus d'éléments, de se procurer les fiches techniques complètes dédiées aux cultures de carotte, céleris et choux (renseignements auprès du GABNOR pour la version française et auprès du PCBT pour la version flamande). Enfin, le programme Interreg nous a appris qu'il était important de partager et valoriser les expériences, à commencer par celles des producteurs.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ensemble des collègues du GABNOR, du PCBT, du CEB, de la FREDON et du CARAH pour leur participation aux essais et études, ainsi qu'à l'élaboration des références et des fiches techniques légumes en Agriculture Biologique, et en particulier Caroline DE REYCKE (CARAH) et Isabelle VUYSLSTEKE (PCBT).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BONNY S., 2006. *L'agriculture biologique en Europe : situation et perspectives. Notre Europe*, 30p.
- BOUTIN C., 2005. *Guide des pratiques de l'Agriculture Biologique en grandes cultures*, 44p.
- DELANOTE L., VUYSLSTEKE I., TEMMERMAN F., DEREYCKE C., LEGRAND M., 2007. *Les choux. Fiches pratiques en Agriculture Biologique.*
- DE REYCKE C., DUCATTILLON C., LEGRAND M., VUYSLSTEKE I., DELANOTE L., LEONARD V., 2007. *Le céleri. Fiches pratiques en Agriculture Biologique.*
- LEGRAND M., ROY G., DELANOTE L., DELEBECQ A., DEREYCKE C., VUYSLSTEKE I., TEMMERMAN F., 2007. *La carotte. Fiches pratiques en Agriculture Biologique.*
- VILLENEUVE F., LEGRAND M., ROY G., 2007. *La protection contre la mouche de la carotte en agriculture biologique : quels moyens ? Journées techniques Fruits et Légumes Biologiques – 4et 5 décembre 2007 – Caen.*

LA QUALITE NUTRITIONNELLE DES LEGUMES BIOLOGIQUES

Bruno Taupier-Létage
ITAB, Commission Qualité
bruno.taupier-letage@wanadoo.fr

RESUME

En raison de leur intérêt nutritionnel, les légumes devraient occuper une place de choix dans notre alimentation, or ce qui n'est pas toujours le cas...

Cette présentation de la qualité nutritionnelle des légumes biologiques s'appuie sur les principaux travaux scientifiques y faisant références.

Les résultats montrent que pour les minéraux et les vitamines, les différences entre le bio et le conventionnel sont faibles. Par contre, la teneur en polyphénols des légumes biologiques est assez différenciée, en faveur du bio.

Des expériences sur animaux ont aussi été conduites, en général favorables au bio.

Cependant, des besoins de recherche importants sont nécessaires pour mieux évaluer la qualité nutritionnelle des légumes biologiques.

INTRODUCTION

Le PNNS (Programme National Nutrition Santé) recommande d' « *augmenter la consommation de fruits et légumes, quelles qu'en soient les formes (crus, cuits, nature, préparés, frais, surgelés ou en conserve) pour atteindre une consommation d'au moins 5 fruits et légumes par jour* ». Ce qui ne semble pas évident, comme le montre l'expertise INRA (Combris P. et al.).

Les caractéristiques nutritionnelles des F&L sont décrites ainsi par le PNNS :

« *Les F&L sont riches en minéraux et en vitamines, dont la vitamine C. Ils contiennent aussi des fibres qui calment l'appétit de façon rapide et durable et qui facilitent le transit intestinal. Ils apportent peu de calories grâce à leur teneur élevée en eau, et sont donc des aliments de choix pour la prévention de l'obésité et du diabète. Les antioxydants qu'ils renferment (bêta-carotène, vitamines C et E, polyphénols, ...) pourraient expliquer l'effet protecteur reconnu des fruits et légumes vis-à-vis des maladies cardiovasculaires et des cancers* »

Il nous a semblé intéressant d'apporter des informations précises sur la qualité nutritionnelle des légumes biologiques, aspect très peu abordé dans cette expertise collective.

1 MATERIELS ET METHODES

De nombreuses études ont été conduites sur la qualité nutritionnelle des produits biologiques, en comparaison avec les produits conventionnels. Cependant, « *Les teneurs de tous ces micronutriments et microconstituants varient en fonction de nombreux paramètres tels que la variété ou le stade physiologique du végétal, le climat (lumière, température), les pratiques culturales (fertilisation, irrigation), les conditions de stockage post-récolte et les pratiques culinaires, ce qui rend difficile l'évaluation des apports réels.* » (Combris P. et al.).

Il est donc nécessaire d'être très vigilant sur la qualité scientifique des études retenues, et de réaliser une évaluation critique des travaux cités, à partir de critères de sélection clairement établis. Par exemple, sur 99 études évaluées, la Soil Association en a rejeté 70 pour différentes raisons précisées dans la figure 1 ci-après.

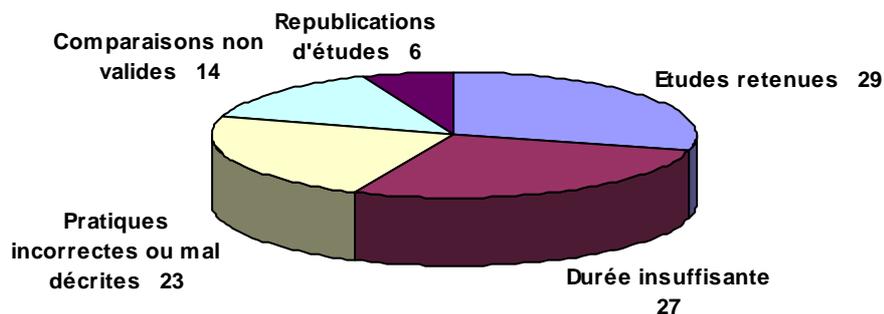


Figure 1: Evaluation 99 études scientifiques (Soil Association, 2001)

L'évaluation réalisée par l'AFSSA en 2003, a repris l'essentiel des critères de sélection retenus par la Soil Association :

☛ **Critères d'inclusion** pour la sélection des articles portant sur les caractéristiques des aliments issus de l'agriculture biologique et de l'agriculture conventionnelle et sur les mécanismes expliquant certaines propriétés des aliments issus de l'agriculture biologique :

- L'échantillonnage doit être réalisé de manière à permettre des conclusions valides sur le plan statistique ;
- Les données sur les produits issus de l'agriculture biologique doivent provenir exclusivement de fermes et d'unités de transformation certifiées ;
- Les pratiques agricoles et d'élevage doivent être bien décrites et relever sans ambiguïté des modes de production biologique ou conventionnel ;
- Les méthodes de production doivent indiquer les pratiques appliquées par les producteurs (par exemple : fertilisation, assolement, phytoprotection, alimentation animale, santé animale, emploi d'additifs, etc.) ;
- Les teneurs sont exprimées clairement par rapport à la matière fraîche et/ou la matière sèche ;
- Les études comparatives doivent porter sur des critères pertinents du point de vue de la sécurité sanitaire et de la valeur nutritionnelle.

☛ **Critères d'exclusion** pour la sélection des articles portant sur les caractéristiques des aliments issus de l'agriculture biologique et de l'agriculture conventionnelle

- L'essai est conduit sur un sol dont l'histoire n'est pas connue (condition : au minimum 2-3 ans après conversion) ;
- Les pratiques sont incorrectes au regard notamment des exigences de l'agriculture biologique ou les renseignements sur les essais agronomiques ou sur les échantillons sont insuffisamment documentés ;
- La présentation des données ne permet pas de faire une séparation entre les données valides de celles qui ne le sont pas ;
- Les études sont la reprise d'une publication déjà éditée.

De plus, les publications validées peuvent avoir des approches différentes, selon que l'on travaille au niveau de la production ou du consommateur : essais culturaux en parcelles expérimentales, exploitations appariées et certifiées, échantillons certifiés du marché. Les résultats n'auront pas la même signification, selon les objectifs poursuivis.

Ces préliminaires méthodologiques nous ont semblé importants pour garantir la validité des résultats présentés ci après.

2 QUALITE NUTRITIONNELLE

Différentes approches complémentaires sont abordées dans cette partie:

2.1 Matière fraîche et matière sèche

Les discussions ont été nombreuses concernant l'expression des résultats : doit-on les rapporter à la matière fraîche ou à la matière sèche ? Cela ne signifie pas la même chose.

Les teneurs de certains nutriments d'aliments issus de l'agriculture biologique et conventionnelle sont exprimées selon les études comparatives disponibles en fonction de la matière fraîche ou de la matière sèche. La valeur nutritionnelle des aliments donnée dans les tables de composition des aliments est classiquement exprimée en matière fraîche.

Pour le consommateur, il est plus intéressant de disposer de légumes ayant le plus fort taux de matière sèche puisque leur intérêt nutritionnel est du aux composés présents dans la matière sèche. Pour les légumes feuilles, les légumes racines, les bulbes et les tubercules, les études montrent une faible tendance à une teneur en matière sèche supérieure lorsqu'ils sont en agriculture biologique.

Tableau 1 : Comparaison des teneurs en matière sèche dans les légumes feuilles, racines, bulbes et tubercules cultivés selon le mode biologique et conventionnel. AFSSA 2003

Légumes	Teneur en matière sèche			Auteurs
	>	=	<	
Salades	2	1		Vogtmann (1984), Lairon (1982), Termine (1984)
Choux	2	2		Rembialkowska (2000), Vogtmann (1993), Pither (1990), Lairon (1982)
Pommes de terre	5	3	1	Granstedt et Kjellenber (1997), Alföldi (1996), Kolbe (1995), Pimpini (1992), Pither (1990), Dlouhy (1989), Abele (1987), Termine (1984), Lairon (1982)
Carottes	2	4	1	Rembialkowska (2000), Hogstad (1997), Vogtmann (1993), Leclerc (1991), Pither (1990), Abele (1987), Termine (1984)
Poireaux	1	1		Termine (1984), Lairon (1982)
Betteraves		3		Mader (1993), Alföldi (1996), Abele (1987)
Céleri racine	1			Leclerc (1991)
Navet		1		Lairon (1982)
Oignon		1		Pimpini (1992)
BILAN	13	16	2	

>: Teneur supérieure en AB; =: pas de différence; <: teneur inférieure en AB

2.2 Les minéraux

Une faible tendance favorable pour le magnésium et le fer et défavorable pour le manganèse peut être constatée pour certains légumes biologiques. Cependant, le bénéfice nutritionnel peut globalement être considéré comme négligeable, au regard des quantités de minéraux apportés par les légumes, par rapport aux ANC (Apports nutritionnels conseillés).

Tableau 2 : Comparaison biologique /conventionnel par élément, sur 12 légumes (202 résultats exprimés) ; Afssa 2003

Elément	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
Bilan	8>,28=,8<	6>,27=	15>,23=,1<	6>,14=	2>,16=,1<	5>,15=,2<	12=,4<	1=, 1<
Bilan Global	42>, 137=, 23<							

>: Teneur supérieure en AB; =: pas de différence; <: teneur inférieure en AB

2.3 Les vitamines

Excepté pour la Vitamine C et la Provitamine A, peu de données sont disponibles.

Pour plusieurs espèces de légumes, une tendance à une teneur en vitamine C plus élevée dans les produits bio a été mise en évidence. Cependant, les méthodes d'analyses de la vitamine C ayant fortement évolué, il est indispensable de rester prudent sur les résultats.

Tableau 3 : Récapitulatif des données sur la vitamine C, dans les comparaisons entre légumes de l'agriculture biologique et de l'agriculture conventionnelle. Afssa 2003

Légumes	Teneur en vitamine C			Auteurs
	>	=	<	
Différence significative	>	=	<	
Pommes de terre	4	4		Varis et al. (1996), Kolbe et al. (1995), Vogtmann et al. (1993), Abele et al. 1987), Fischer et Richter, (1986), Termine et al. (1984), Blanc et al. (1984), Dlouhy, (1981)
Carottes		4	1	Vogtmann et al. (1993), Leclerc et al. (1991), Pither et Hall (1990), Abele et al. (1987), Termine et al. (1984)
Laitues		2		Termine (1984), Blanc et al. (1989)
Choux	1	2		Rembialkowska (2000), Vogtmann (1993), Pither (1990)
Poireaux		1		Termine (1984)
Betteraves		1		Mader (1993)
Céleri	1			Leclerc et al. (1991)
Tomates	1			Pither et Hall (1990)
BILAN	7	14	1	

>: Teneur supérieure en AB; =: pas de différence; <: teneur inférieure en AB

Pour les autres vitamines, il n'y a pas assez de données pour tirer des conclusions.

2.4 Les phytomicroconstituants

C'est incontestablement un des points forts des produits biologiques. Ces éléments qui résultent du métabolisme secondaire des plantes, sont bénéfiques pour la santé, aux teneurs présentes dans les végétaux. Ils ont notamment un rôle d'antioxydant, anti-inflammatoires ou encore une action protectrice contre le cancer ou les maladies cardiovasculaires.

Les plantes synthétisent ces substances, principalement comme moyen de défense en cas d'attaque par les maladies ou les ravageurs. Ce sont principalement des polyphénols, caroténoïdes, glucosylonates. (Cf tableau 4). L'intérêt suscité par ces constituants étant relativement récent, le nombre d'études comparatives entre produits bio et conventionnels les concernant est encore peu nombreux, et la plupart d'entre elles sont récentes.

Tableau 4 : Etudes comparatives entre produits bio et produits conventionnels portant sur le pouvoir antioxydant global ou sur la teneur en certains antioxydants (notamment polyphénols, caroténoïdes, glucosinolates). Aubert 2007

Teneur en antioxydants :	Nombre d'études par aliment	Références
plus élevée dans les produits bio Total : 14	Tomate :3	Borel P, 2003 ;Pether R, 1990 ; Caris-Veyrat, 2004
	Pomme de terre :4	Hamouz K, 1999 ; Häkkinen SH, 2000 ; Wszelaki A, 2005 ; Hajslova J, 1999
	Fraise : 2	Asami, DK, 2003 ; Olsson ME, 2006
	Oignon :1	Ren H, 2001
	Carotte :1	Leclerc L, 1991
	Broccoli :1	Adams S, 2002
	Chou :2	Young JE, 2005 ; Ferreres F, 2005
sans différence significative Total : 6	Tomate :1	Lucarini M, 1999
	Fraise : 1	Häkkinen SH, 2000
	Courgette :1	Lucarini M
	Carotte :1	Warman PR, 1997
	Laitue :1	Young JE, 2005
	Chou : 1	Young JE, 2005
plus élevée dans les produits conventionnels Total : 1	Tomate : 1	Sambo P, 2001

2.5 Tests de préférences alimentaires

Ces études consistent à mettre à la disposition d'animaux d'expérience, des quantités égales d'aliments de la même variété, mais cultivés selon des modes de production différents. Du fait de leur comportement alimentaire, les rats de laboratoire, omnivores, sont bien adaptés à ce type d'expérience. Ils commencent par goûter prudemment les aliments proposés, choisissent en fonction de leurs préférences et mangent les aliments choisis en quantités croissantes. Des betteraves et carottes biologiques ont ainsi été consommées en plus grandes quantités que des produits conventionnels.

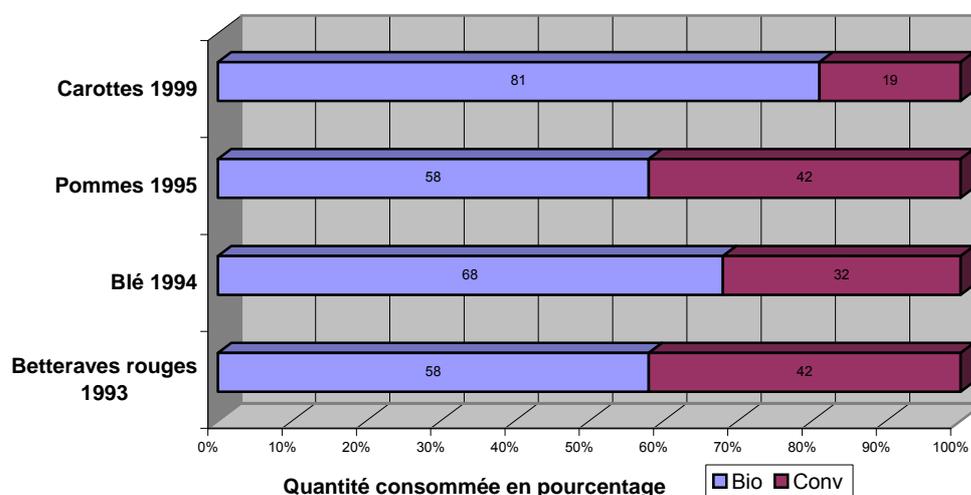


Figure 2: Etudes de préférence alimentaire (Fibl 2006)

2.6 Expériences sur animaux

Dans les expériences sur animaux, deux lots sont comparés dans des conditions identiques, recevant les mêmes aliments, biologiques dans un groupe et conventionnels dans l'autre. L'impact sur différents paramètres biologiques est ainsi étudié. Ces études sont généralement en faveur des produits biologiques.

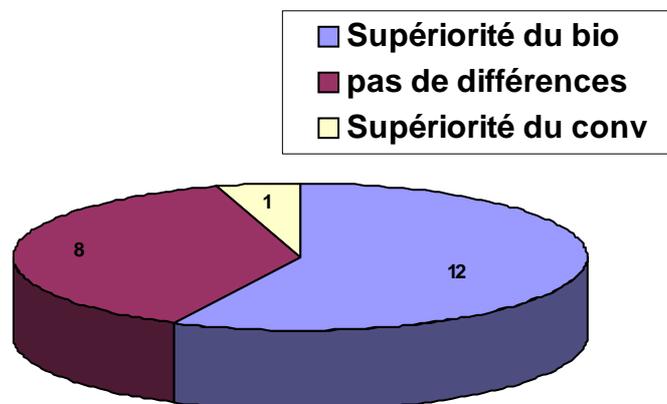


Figure 3: Etudes comparatives de la santé d'animaux recevant une nourriture biologique ou conventionnelle (Fibl 2006)

Lorsque les résultats sont supérieurs en bio, il est constaté :

- Une croissance plus forte
- Une fertilité plus élevée
- Une plus faible mobilité des spermatozoïdes avec une alimentation conventionnelle
- Une plus faible incidence des maladies
- Moins d'avortements et de mortalité à la naissance

Lorsque les résultats sont identiques, il n'y a pas de différences en terme de fertilité ni en terme de croissance.

Lorsque les résultats sont supérieurs en conventionnel, il est constaté une moins bonne santé et une moindre longévité avec une alimentation biologique.

3 DISCUSSION : DES BESOINS DE RECHERCHE IMPORTANTS

Les différentes approches présentées ci-dessus montrent des résultats plus ou moins tranchés selon les aspects considérés. C'est toutefois insuffisant pour apprécier de façon globale la valeur nutritionnelle des légumes biologiques.

« La majorité des études retenues ne traite que de l'aspect quantitatif de la valeur nutritionnelle des aliments, en se limitant à la comparaison sur les teneurs d'un nutriment ou d'une famille de nutriment, pour un ou quelques aliments.

Aucune donnée ne permet de considérer l'influence du mode d'agriculture sur la biodisponibilité des nutriments, ni même sur leur métabolisme, leurs rôles physiologiques ou sur la santé des consommateurs. » (AFSSA 2003)

Les études nutritionnelles comparant des groupes humains ayant un même type d'alimentation, avec des produits biologiques ou non sont très coûteuses et de ce fait très peu nombreuses. D'où ces quelques études conduites sur animaux.

De même, l'impact des conditions de stockage, transformation et conservation sur la qualité nutritionnelle sont rarement abordés.

On ne peut aussi que regretter que la sélection végétale ne prenne que très peu en compte ces aspects nutritionnels, notamment les antioxydants, éléments très favorables à la santé humaine. Seuls des moyens importants mis sur ce type de recherche permettraient de clarifier l'impact de la qualité nutritionnelle des légumes biologiques sur la santé humaine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AFSSA, 2003 - Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique, 164 p.

AUBERT C., 2007 - Produits bio et santé : le point sur les connaissances. Alter Agri N° 83, 12-16

COMBRIS P. et al, 2007 - Les fruits et légumes dans l'alimentation. Enjeux et déterminants de la consommation. Expertise scientifique collective, INRA, France. 375 p.

DOSSIER FIBL, 2006 - Qualité et sécurité des produits bio : Une comparaison avec les produits conventionnels. 24 p.

HEATON S., 2001- Organic farming, food quality and health. A review of the evidence. Soil Association, 87 p.

Programme National Nutrition Santé, 2005 – La santé vient en mangeant. Le guide alimentaire pour tous.