

**AFPP – CINQUIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES DE PROTECTION DES PLANTES
LILLE – 11 AU 13 MARS 2015**

**EVALUATION DE TRAITEMENTS ALTERNATIFS
CONTRE LE MILDIOU DE LA POMME DE TERRE**

D. GAUCHER⁽¹⁾ et G. BEAUVALLET⁽¹⁾

⁽¹⁾ ARVALIS-Institut du végétal, Station expérimentale, 91720 BOIGNEVILLE, France.

d.gaucher@arvalisinstitutduvegetal.fr
g.beauvallet@arvalisinstitutduvegetal.fr

RÉSUMÉ

Le mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*) peut entraîner des pertes de rendement importantes (jusqu'à 90%). Il est donc à l'origine de pertes économiques fortes. Des moyens de lutte chimique existent mais n'offrent pas de protection efficace à 100%. Dans le cadre du plan ECOPHYTO, ARVALIS-Institut du végétal oriente ses recherches vers des pratiques culturales qui tendent à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires au profit de produits alternatifs afin de contribuer à une véritable protection intégrée de la pomme de terre. Depuis 2006, pour lutter contre cette maladie, ARVALIS teste différents produits tels que des stimulateurs des défenses des plantes, des microorganismes antagonistes fongiques et bactériens, des extraits végétaux, animaux et minéraux. Certains produits alternatifs, seuls ou associés à une dose réduite de fongicides, présentent des résultats intéressants.

Mots-clés : Pomme de terre, *Phytophthora infestans*, méthodes alternatives, défense des plantes.

ABSTRACT

EVALUATION OF ALTERNATIVE TREATMENTS AGAINST POTATO LATE BLIGHT ON POTATO

Potato late blight (*Phytophthora infestans*) can cause significant yield losses (up to 90%). It is therefore the cause of significant economic losses. Chemical control means exist but do not offer effective protection to 100%. As part of ECOPHYTO plan, ARVALIS focuses its research of technical practices that tend to reduce the use of pesticides in favor of alternative products to contribute to a truly integrated protection of potato. Since 2006, for the fight against this disease, ARVALIS tests various products such as stimulators of plant defenses, fungal and bacterial antagonistic microorganisms, plant extracts, animals and minerals. Some alternative products, alone or with a reduced dose of fungicides, show interesting results.

Keywords: Potato, *Phytophthora infestans*, alternative control, plant defenses.

INTRODUCTION

La production mondiale de pomme de terre a doublé au cours des vingt dernières années et il s'agit aujourd'hui de la 4^{ème} espèce la plus cultivée au monde derrière le riz, le blé et le maïs.

L'un des principaux facteurs limitant de la production de cette culture est le mildiou. Cette maladie, causée par l'agent pathogène *Phytophthora infestans*, peut entraîner de lourdes pertes de rendement (jusqu'à 90 %) et affecter la qualité des tubercules. Son caractère épidémique et explosif ainsi que l'absence de solutions curatives efficaces en font une maladie difficile à maîtriser. Pour lutter contre cette maladie, on peut agir à trois niveaux : i) sur la sensibilité de la plante (par la résistance variétale et la stimulation des défenses naturelles), ii) sur la présence et la virulence de l'agent pathogène (par la prophylaxie, les outils de détection et la lutte fongicide) et iii) en s'ajustant au climat (avec les Outils d'Aide à la Décision). La lutte chimique est essentiellement préventive et a pour but de protéger la culture avant chaque période de risque de contamination. Le choix de la spécialité fongicide est réalisé en fonction de la pression du mildiou, du délai d'action curative lorsqu'elle existe, de la persistance d'action, du mode d'action, de la résistance au lessivage et de l'évolution de la culture. Elle constitue la principale méthode de lutte actuelle et mobilise près du tiers de la masse des fongicides utilisés dans le monde [Keller, 1999]. Le nombre moyen de traitement contre le mildiou est d'environ 13,5 par campagne pour la pomme de terre de conservation en France (entre 12 et 18), et environ 20 pour les pommes de terre féculières (entre 18 et 24). [Bouttet et al., communication personnelle]. Cette méthode de lutte est aujourd'hui remise en cause pour plusieurs raisons. Tout d'abord, pour son effet néfaste pour l'environnement ou la santé des utilisateurs. Ensuite, il s'agit d'un mode de lutte très coûteux. Une étude de la FAO estime qu'environ 1,6 milliards d'euros sont dépensés annuellement dans le monde pour lutter contre cette maladie. On estime le coût de cette protection à 300 € / ha / an pour les pommes de terre de conservation en France, et 500 € / ha / an pour les féculières, soit environ 10 % du coût de production. [Bouttet et al., communication personnelle]. Ainsi, le contexte social actuel est favorable à une diminution de ce levier au profit d'autres moyens de protections plus respectueux de l'environnement. Cela se traduit notamment dans le plan Ecophyto par l'objectif de réduire de 50 % l'utilisation de pesticides, et par le souhait des agriculteurs et des structures interprofessionnelles de développer d'autres techniques de protection comme la lutte prophylactique, le choix variétal [Ellissèche et al., 1999], l'utilisation d'outil d'aide à la décision (Mileos®) ou les stimulateurs de défenses des plantes [Piasentin, 2009].

Depuis le début des années 2000, de nombreux projets ont montré l'intérêt de certains produits alternatifs ou de l'association entre des produits alternatifs et une plus faible dose de fongicides dans la lutte contre cette maladie [Köhl, 2007] [Jung et al., 2008 et 2009][Ducatillon et al., communication personnelle][Liefert et al., 2005][Gaucher et al., 2011].

Les phosphites (PO₃) sont dérivés de l'acide phosphoreux H₃PO₃. Ces phosphites sont en général stabilisés avec un sel (par exemple KOH), ce qui donne le phosphite de potassium (KH₂PO₃ ou K₂HPO₃). Ces produits ont un mode d'action double contre les oomycètes. La première action est directe et inhibe la croissance et la reproduction du pathogène, altère les parois cellulaires [Terrial, communication personnelle], et inhibe un processus du métabolisme des oomycètes (phosphorylation oxydative) [Brunings et al., 2005]. La deuxième action consiste en la stimulation des mécanismes de défenses naturelles de la plante comme la réaction d'hypersensibilité et la résistance systémique acquise. On notera enfin que ces produits sont systémiques et s'accumulent dans la plante.

Face à la demande sociétale d'avoir une agriculture plus respectueuse de l'environnement (exemple du plan Ecophyto), les différents acteurs de la filière souhaitent de nouvelles solutions de protection. C'est pourquoi, ARVALIS-Institut du végétal dirige donc ses travaux depuis 2007 vers plusieurs stratégies de luttés alternatives dont les stimulateurs des défenses des plantes (SDP). En effet, cette nouvelle stratégie, consistant en l'application de substances capables de stimuler les réponses de défenses des plantes, a émergé depuis les années 1990 et donné des résultats parfois prometteurs.

Dans cette communication, nous présenterons le matériel et les méthodes utilisées dans ces essais, ainsi que les résultats et leur analyse.

MATERIEL ET MÉTHODE

DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Nos essais n'étant pas réalisés dans des grands bassins de production de pomme de terre, le mildiou est inoculé pour être certain d'avoir de la maladie, et pour connaître la date d'infection (pour déclencher le premier traitement). La souche de *Phytophthora infestans* choisie est de type A1, résistante ou sensible au metalaxyl (sensible pour ce qui concerne l'essai de 2012). Elle a été multipliée sur milieu petit pois par le laboratoire Eurofins dans son unité de Loos en Gohelle. L'inoculum se présente sous forme de mycélium sur milieu gélosé en boîte de Pétri de diamètre 100 mm. La préparation de l'inoculum pour l'application se fait par broyage mycélien. Cette technique a prouvé son efficacité et sa facilité de mise en place. 15 boîtes de Pétri recouvertes de mycélium permettent de produire 1 litre de solution nécessaire à la contamination de 100 m de rang contamineurs. La préparation est simple, la culture gélosée est broyée et mélangée avec de l'eau, puis filtrée. Cet inoculum est ensuite pulvérisé sur un plant par rang contamineur de 5 m. La pulvérisation se fait à basse pression pour avoir des gouttelettes de suspension volumineuses et persistantes. Ces plants sont recouverts par un sac plastique humide pendant 15-20 h pour assurer une bonne contamination. Les essais sur la station de Boigneville sont inoculés dans la première quinzaine de juin quelles que soient les années. Ils sont brumisés pour obtenir des conditions optimales de contamination et éviter la mort du pathogène lors des années ou périodes climatiques difficiles pour le mildiou (chaud et sec). La brumisation doit permettre d'avoir de l'eau libre sur les feuilles pendant au moins 10 à 12h consécutives. La variété utilisée est Kaptah Vandel. Il s'agit d'une variété féculière assez sensible au mildiou (note 4, sur une échelle de 1 à 9). Elle est tardive et possède un feuillage développé. Cela permet de réaliser l'essai plus longtemps et plus tard dans la saison en cas de développement tardif de la maladie.

Nos différents essais étudient uniquement le facteur traitement contre le mildiou ; ils comportent 24 modalités répétées 4 fois. Ils sont répartis en alpha plan (4 blocs lignes et 4 blocs colonnes) dans le but d'avoir une meilleure répartition des parcelles et une meilleure appréhension de la variabilité environnementale.

Chaque parcelle élémentaire fait 11.25 m² et comporte environs 40 plants de pomme de terre répartis sur 3 rangs de 5 m de long (espace inter-buttes de 75 cm). Entre chacune de ces parcelles, il y a 2 rangs non plantés et 1 rang planté non traité servant de rang contamineur. La plantation est réalisée dans la seconde quinzaine d'avril avec des plants certifiés et une planteuse classique de 4 rangs. Les traitements fongicides sont réalisés à l'aide d'une brouette de pulvérisation à raison de 250 l de bouillie par ha.

CHOIX DES MODALITES

Nos essais comportent tous un témoin non traité, une référence fongicide pleine dose et une référence fongicide demi-dose. La référence fongicide choisie est un programme avec 4 applications d'Acrobat M DG (dimetomorphe + mancozebe) 2 kg/ha en début de cycle suivi de 4 applications de Shirlan (fluazinam) 0,4 l/ha en fin de cycle si besoin. Il s'agit de produits présentant une bonne efficacité. Les traitements sont appliqués tous les 7 jours. L'expérimentation se réalise sur environ 2 mois, soit 8 applications sauf en cas de pression très explosive ce qui était le cas en 2012. Seuls les applications d'Acrobat M DG ont donc été réalisées en 2012.

Ces essais comportant 18 modalités ont pour principal objectif de préciser la problématique de valorisation des produits alternatifs dans les programmes de lutte contre le mildiou. Depuis 2007, ARVALIS teste plusieurs produits commerciaux à base de phosphite dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre. Dans la plupart des cas, les phosphites (750 à 1000 g/ha) étaient associés à des doses réduites de fongicides (entre 1/3 ou 1/2 dose) afin de maintenir un niveau d'efficacité correct et un coût abordable. D'après les résultats des essais de 2007 à 2011 et des discussions avec les sociétés

phytosanitaires, nous avons choisi en 2012 de tester ce produit à base de phosphite (code : PHOS) à 1000 g de matière active PO₃/ha en association avec une demi-dose de fongicide. Par ailleurs, faisant une démarche d'homologation, nous l'avons également testé en solo à 2000 g de PO₃/ha et aussi en association avec une pleine dose de fongicides.

En 2012, un autre produit alternatif a été testé (code : SDP) associé à un 1/3 de dose de fongicides. Ce produit est constitué de divers extraits de plantes totalement naturels et pourrait être utilisable en agriculture biologique.

VARIABLES ETUDIEES ET TRAITEMENTS DES DONNEES

- En cours de végétation : on évalue le pourcentage de végétation détruite par la maladie sur une parcelle élémentaire. Lorsqu'il y a moins de 5 % de végétation détruite sur une parcelle, le nombre de taches de mildiou par parcelle est compté et ensuite converti en pourcentage de végétation détruite (10 taches par plante = 1 %). Ces notations sont réalisées une à trois fois par semaines.
- A la récolte : On réalise une notation sur tubercule. Pour cela, un échantillon de 100 tubercules est prélevé à la récolte sur un rang central (environ 12 plantes) et on évalue la contamination par le mildiou (% tubercules touchés).

Les données et les informations concernant les essais sont stockées dans le logiciel d'ARVALIS, SILENA essai. Deux types d'analyses sont réalisés :

- Une analyse en bloc ou en alpha plan est réalisée utilisant un modèle linéaire à effet fixe. La variable « % de végétation détruite par la maladie » est transformée en Arc-sinus de la racine carré pour mieux suivre le modèle utilisé. Après vérification des hypothèses de normalité, une analyse de variance est réalisée. En cas de différence notée entre traitements ou blocs, un test de comparaison multiple à 5 % (Tukey ou Bonferonni) est réalisé et les modalités sont classées en groupes homogènes (Newman-Keuls, 5 %).
- Pour étudier la cinétique d'efficacité du produit, nous avons choisi de calculer l'AUDPC (Area Under Disease Progression Curve). A l'aide du logiciel R, nous avons d'abord calculé l'AUDPC de chaque parcelle élémentaire, puis nous avons réalisé une analyse de variance sur ces valeurs en utilisant un modèle linéaire mixte (lmer avec bloc aléatoire et modalité fixe). Ensuite nous avons calculé la moyenne ajustée pour chaque traitement, et nous avons réalisé un test de comparaison multiple (Tukey à 5 %) et classé les différents traitements en groupes homogènes (Newmann-Keuls, 5 %). Enfin nous avons réalisé une CAH (Classification à Ascendante Hiérarchique) afin d'observer les tendances.

RESULTATS

MILDIU

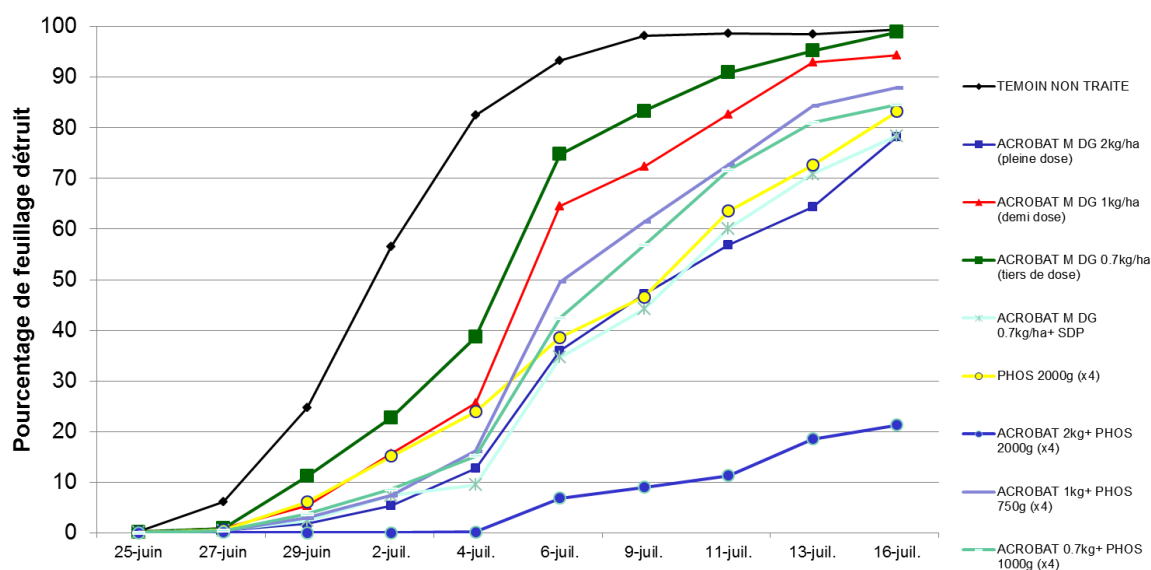


Figure 1 : Courbe d'évolution de la destruction du feuillage par le mildiou en 2012 (Boigneville 91)

Figure 1 : Evolution of foliage destruction by late blight (Boigneville 91)

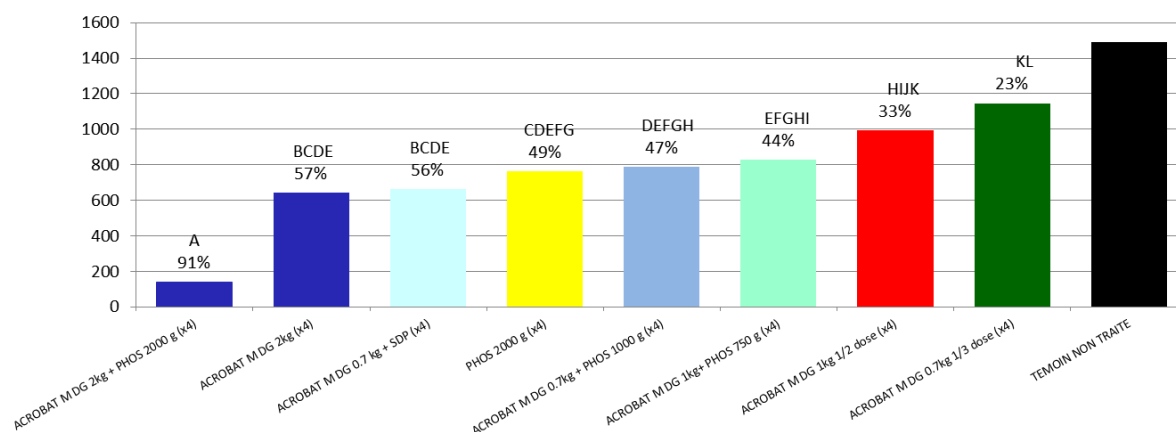


Figure 2 : AUDPC et efficacité (%) des différentes modalités de l'essai mildiou en 2012 (Boigneville 91)

Figure 2 : AUDPC and efficacy (%) of different treatments of late blight test in 2012 (Boigneville 91)

Dès la première notation on observe une différence significative entre les références fongicides et le témoin non traité. Ensuite, on note que dès le 06/07, il y a une différence significative entre la pleine dose d'une part, et la demi-dose et le tiers de dose d'autre part. Cela s'explique sans doute par une pression de maladie très forte dès le début des essais. En fin d'essai, l'écart est toujours statistiquement significatif. Le comportement des références de cet essai est donc validé.

Concernant les 4 autres modalités de cet essai, les résultats sont très intéressants.

Le produit codé SDP montre une efficacité contre le mildiou de la pomme de terre totalement identique à celle de la pleine dose de fongicides pendant toute la durée de l'essai alors qu'il n'est associé qu'à 1/3 de dose de fongicides. L'association est donc significativement plus efficace que le 1/3

de dose de fongicides seule, ce qui démontre clairement l'apport de ce produit. Ce produit pourra constituer un candidat intéressant en protection contre le mildiou dès que son autorisation en protection des plantes aura été accordée (AMM).

Concernant le produit à base de phosphite, il s'avère que les modalités mises en place permettent un contrôle du mildiou intermédiaire entre la pleine dose et la demi-dose ou le tiers de dose. La protection semble bien meilleure en début d'essai sans doute à cause d'une pression de maladie un peu moins forte à cette période et aussi en relation avec une mobilité dans la plante plus forte en phase de croissance active. Il est donc équivalent de mettre 1/3 de dose de fongicides + 1000 g de phosphite ou 1/2 dose de fongicides + 750 g de phosphite. Ceci dit, l'efficacité de ces 2 mélanges reste légèrement inférieure à celle de la pleine dose des fongicides de référence. La modalité PHOS seul a raison de 2000 g sa par hectare apporte une efficacité intermédiaire entre la demi-dose et la pleine dose d'Acrobat M DG. Statistiquement, elle est différente de la domi-dose mais reste équivalente à la pleine dose.

Enfin, la modalité Acrobat M DG + PHOS 2000 g (cumul de 2 pleines doses) donne des résultats significativement meilleurs que la pleine dose d'Acrobat M DG seule. C'est aussi la seule modalité de cet essai à permettre un contrôle presque parfait de l'épidémie avec environ 20% d'attaque en fin d'essai et une efficacité moyenne sur l'essai de 91%.

DISCUSSION

Dans des essais précédents testant des traitements alternatifs valorisant des stimulateurs de défense des plantes, nous avons pu constater que l'utilisation de phosphites en solo permettait d'apporter une efficacité dans la lutte contre le mildiou mais que celle-ci est insuffisante pour obtenir un contrôle satisfaisant au champ. Seules les stratégies d'associations de doses réduites de fongicides avec des phosphites apportent une efficacité similaire à celle des fongicides actuels à leur pleine dose.

Utilisés à 750 g de PO₃ / ha en association avec une demi-dose ou à 1000 g de PO₃ / ha avec un tiers de dose de fongicide de référence, les phosphites peuvent constituer une solution presque aussi efficace qu'une pleine dose de fongicide. Une association de 1000 g de phosphite avec une demi-dose de fongicides serait sans doute un bon équilibre pour retrouver une efficacité de la pleine dose de fongicide. De plus il s'agit d'une solution réalisable économiquement pour la plupart des produits à base de phosphites. Le coût d'un traitement serait entre 23 et 30 € / ha selon les produits, sachant que le coût de la référence fongicide choisie dans ces essais se situe en moyenne à 25 €. La modalité pleine dose + 2000 g de PO₃ revient à doubler le coût de la protection fongicide par rapport au fongicide seul. Le gain spectaculaire d'efficacité ne peut suffire à rentabiliser cette pratique sur de longues durées. Ceci dit, l'ajout de 750 à 1000 g de PO₃ à des pleines doses de différents fongicides pendant les périodes de très fort risque en cours de croissance active pourrait se justifier (après validation dans des essais en 2015) car elle pourrait éviter aux producteurs de réduire les cadences d'application des fongicides de 7j habituellement à 5 voire 4 jours dans ces périodes très risquées.

Le produit codé SDP a pour l'instant montré des résultats intéressants malgré le test avec un protocole d'essai spécifique à l'évaluation de fongicides, et donc d'une très forte pression de maladie. Ce produit semble très intéressant en protection des plantes mais il devra, avant une éventuelle phase de commercialisation pour cet usage, bénéficier d'une autorisation de mise sur le marché répondant aux procédures réglementaires actuelles.

CONCLUSION

Ce travail a tout d'abord permis de confirmer la très bonne efficacité protectrice des fongicides y compris à doses réduites, de créer de nouvelles références, et aussi permis d'avancer sur la problématique des phosphites : lorsqu'on les utilise à 750 g de PO₃ / ha en association avec une demi-dose de fongicide, on obtient une protection presque aussi efficace qu'une pleine dose de fongicide. Une dose de 1000 g/ha serait sans doute plus efficace et permettrait de stabiliser l'efficacité dans le cadre des associations avec des demi-dose de fongicides. Par contre, nos résultats antérieurs ont

montré que, utilisés en solo, les phosphites ne permettent pas une protection correcte. Cet essai a aussi permis d'observer l'excellente protection apportée par le produit codé SDP en forte pression associé à 1/3 de dose de fongicides.

L'avenir des SDP semble prometteur mais il faut faire attention à ne pas brûler d'étapes dans leur développement. La clarification de la réglementation sur ces substances pourrait faciliter leur développement.

Il faudra aussi continuer le travail de screening de nouveaux produits en testant les produits en solo et en association avec un tiers ou une demi-dose de dose de fongicides. Pour finir, une réduction de 50% de l'utilisation de fongicide semble facilement envisageable sur pomme de terre en raison du nombre important de traitements, de la bonne efficacité des doses réduites de fongicides, et des possibles associations avec des SDP. Il serait intéressant d'évaluer l'effet dose des produits en fonction de la pression de maladie ; cela permettrait une meilleure intégration au logiciel Mileos®. Mais une meilleure utilisation de l'OAD (Outil d'aide à la décision intégrant la prise en compte de la résistance variétale) serait déjà une grande avancée.

D'autre part, ARVALIS travaille aussi sur le rhizoctone brun, issu d'un inoculum primaire d'origine tellurique ou du plant, qui provoque des attaques sur les bases des tiges provoquant des baisses de rendement. Mais ce sont surtout les attaques en fin de cycle sur tubercules qui sont préjudiciables pouvant provoquer un déclassement des lots et des pertes économiques importantes par dégradation de la présentation des tubercules avec la présence de sclérotés sur la peau des tubercules. Concernant les méthodes de lutte contre cette maladie, selon la source d'inoculum, elles passent par les traitements de plants avant plantation (inoculum sur le plant) ou par un traitement du sol dans la raie de plantation avec un équipement spécialisé (inoculum venant du sol). L'une des pistes pour la lutte alternative est la valorisation d'organismes antagonistes apportés sur le plant et/ou dans la raie de plantation [WILSON et al., 2008] [LOISON et al., 2011]. Concernant cette maladie, certains produits testés dans les années passées se sont avérés inefficaces dans le cadre de la lutte contre les attaques des tiges et des tubercules de pomme de terre par le rhizoctone brun. Nous avons vu que l'efficacité des produits à base d'azoxystrobine, appliqués à 1l/ha ou à 3l/ha est réelle, même si contrairement aux autres années, la dose réduite a montré une efficacité moyenne. L'essai de 2012 réalisé sur la base d'un organisme antagoniste ayant donné des résultats encourageants les années passées semble bien montrer l'effet du mode d'application de ce type de produits. En effet, l'application de ces organismes vivants directement dans un sol parfois très sec et très sableux ne semble pas apparaître comme le mode d'application le plus adapté à ces produits. Une application sur les tubercules de plants semble permettre une meilleure efficacité dans la lutte contre le rhizoctone brun, surtout en association avec une dose réduite de fongicide dans la raie de plantation. Enfin, même si elle reste assez méconnue car non évaluée lors de l'inscription des variétés au catalogue du CTPS, la résistance variétale semble être un des leviers qui pourrait aussi être activé pour la mise en place d'un schéma de protection intégrée vis-à-vis de ce champignon tellurique [CHATOT, communication personnelle].

En l'état, cette publication ne traduit que des résultats d'essais et un produit non homologué pour cet usage ne peut pas être utilisé dans le cadre de la protection des cultures.

REMERCIEMENTS

Ces essais ont été réalisés dans le cadre du projet de recherche SysPID pour l'essai rhizoctone avec financement du CASDAR.

BIBLIOGRAPHIE

BRUNINGS, DATNOFF, SIMONNE, (2005), Phosphorous Acid and Phosphoric Acid : when all P sources are not equal, University of Florida - IFAS Extension, www.edis.ifas.ufl.edu.

ELLISSECHE, PELLE, ANDRIVON, (1999), Résistance variétale au mildiou, situation et perspectives, La pomme de terre française, 1999, n°510, p16-22.

LOISON R, GAUCHER D, BEAUVALLET G, JAUNATRE V (2011), Evaluation de traitements alternatifs contre le rhizoctone brun de la pomme de terre ; in recueil de communications, AFPP – QUATRIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES EN PROTECTION DES CULTURES LILLE – 8, 9 ET 10 MARS 2011, 10p.

GAUCHER D, MARTIN A, JAUNATRE V, BEAUVALLET G, (2011), Evaluation de traitements alternatifs valorisant les stimulateurs de défense des plantes contre le mildiou de la pomme de terre ; in recueil de communications, AFPP – QUATRIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES EN PROTECTION DES CULTURES ; LILLE – 8, 9 et 10 MARS 2011, 10p.

JUNG D, DIGEL F, AMIRAUX C, ANDNA G, (2008), Essai de produits alternatifs pour la protection de la pomme de terre contre le mildiou – Rapport Planète Légumes 2008.

JUNG D, ANDNA G, (2009), Essai de produits alternatifs pour la protection de la pomme de terre contre le mildiou, Rapport Planète Légumes 2009.

KELLER H, (1999), Renforcer les défenses naturelles des plantes, Biofutur, 1999, 190, 32-36.

KÖHL.J, (2007), REPCO 501452: Replacement of copper fungicides in organic production of grapevine and apple in Europe: publishable Final Activity Report, Plant Research International, 2007, [pdf], www.rep-co.nl

LEIFERT.C, WILCOCKSON.S.J, (2005), Blight-MOP : Development of a systems approach for the management of late blight (caused by *Phytophthora infestans*) in EU organic potato production, Final report : december 2005, [pdf], <http://orgprints.org/10650/>.

PIASENTIN.J, (2009), Stimulation des mécanismes de défenses naturelles des plantes. Protection des cultures, production de composés secondaires d'intérêt., Paris : Terres d'Innovation, Avril 2009, 1-86.

WILSON P.S., KETOLA E.O., AHVENNIEMI P.M., LEHTONEN M.J. et VALKONEN J.P.T. ; 2008 ; Dynamics of soilborne *Rhizoctonia solani* in the presence of *Trichoderma harzianum*: effects on stem canker, black scurf and progeny tubers of potato ; Plant Pathology 57 : 152-161.