

Végéphyll – 12^e CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES
TOURS – 11 ET 12 DÉCEMBRE 2018

PROJET MILPOMBIO, A LA RECHERCHE DE SOLUTIONS DE BIOCONTROLE POUR LUTTER
CONTRE LE MILDIOU DE LA POMME DE TERRE

A. MENIL ⁽¹⁾, J.-E. CHAUVIN ⁽²⁾, R. PELLE⁽²⁾, M. BOUSSEAU ⁽²⁾, D. GAUCHER ⁽³⁾,
G. BEAUVALLET ⁽³⁾, C. MAUMENE ⁽³⁾, D. ANDRIVON⁽⁴⁾, C. PASCO ⁽⁴⁾, F. VAL ⁽⁴⁾,
A. BARBARY ⁽⁵⁾, J. LE MOAL⁽⁵⁾, M. TURNER ⁽¹⁾

- ⁽¹⁾ Protection et Nutrition des Plantes, VEGENOV, SAINT-POL-DE-LEON, France, menil@vegenov.com
⁽²⁾ UMR IGEPP, INRA, PLOUDANIEL, France, jean-eric.chauvin@rennes.inra.fr
⁽³⁾ SPIC, ARVALIS-Institut du végétal, BOIGNEVILLE, France, D.GAUCHER@arvalis.fr
⁽⁴⁾ UMR IGEPP, INRA, LE RHEU, France, didier.andrivon@inra.fr
⁽⁵⁾ Bretagne Plants Innovation, HANVEC, France, a.barbary@plantsdebretagne.com

RÉSUMÉ

Le mildiou (*Phytophthora infestans*) est le principal bio-agresseur des cultures de pommes de terre en France. Face à ce pathogène, responsable d'un IFT (Indice de Fréquence de Traitements) important sur cette culture, aucune solution de biocontrôle n'est à l'heure actuelle disponible pour les producteurs. Le projet MilPomBio, financé par l'ONEMA, vise à proposer aux producteurs des stratégies de protection intégrant en particulier 2 leviers : l'utilisation de produits de biocontrôle et le choix de la variété. Après un criblage d'une quarantaine de produits de natures variées, une sélection de produits efficaces a été effectuée afin de : 1/ étudier leur mode d'action (effet direct sur le pathogène ou stimulation des défenses des plantes -SDP-) 2/ étudier l'interaction entre résistance variétale (génétique et architecturale) et efficacité des produits de biocontrôle 3/ les intégrer au champ dans des itinéraires techniques. Grâce à cette approche, les itinéraires techniques mis en place ont permis la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires conventionnels.

Mots-clés : MilPomBio, *Phytophthora infestans*, Pomme de terre, Biocontrôle, Résistance variétale.

ABSTRACT

Late blight (*Phytophthora infestans*) is the main disease of potato in France. No biocontrol product is available against this disease that requires a large amount of fungicide treatments. The MilPomBio project, financed by ONEMA, aims to identify biocontrol products and to define integrated strategies: association with other products or varietal resistance. After a screening of about forty products, a selection of effective products was carried out in order to 1 / evaluate their mode of action (direct effect on the pathogen or stimulation of the defenses of the plants -SDP-) 2/ evaluate the interaction between varietal resistance (genetic and architectural) and the effectiveness of biocontrol products 3/ Integrate them into the field in technical itineraries thanks to this approach, have made possible the reduction of conventional phytosanitary products .

Keywords: MilPomBio, Potato late blight, Biocontrol, Varietal resistance.

INTRODUCTION

Les cultures de pomme de terre occupent en France environ 180 000 ha de grandes cultures : plants et pommes de terre (destinées au marché du frais, de la transformation alimentaire - frites, chips, etc...- et de la transformation industrielle - fécule), auxquels s'ajoutent quelques milliers d'ha de pommes de terre en maraîchage. La France était en 2012 le premier exportateur européen de pommes de terre de consommation et le second pour les plants de pomme de terre.

Le mildiou de la pomme de terre, causé par *Phytophthora infestans*, est le principal bioagresseur des cultures de la pomme de terre dans le monde. Cette maladie est redoutable, tant par son caractère fortement épidémique que par sa capacité à attaquer tous les organes (feuilles, tiges et tubercules) de la plante à tous les stades de développement de la culture, dès lors que les conditions climatiques sont propices. En France, le climat rencontré lors de la culture de la pomme de terre est régulièrement favorable, à très favorable, aux attaques de mildiou (températures douces et humidité). Le mildiou de la pomme de terre peut provoquer des pertes de rendements très importantes, de 50% voire 100% dans les cas d'attaques précoces et violentes (cas de l'année 2007 par exemple) ou en conditions de production en agriculture biologique. En cas d'attaques tardives, ce sera plutôt la qualité des tubercules qui sera affectée, du fait de pourritures avant récolte ou en début de conservation.

Aujourd'hui, la principale méthode de lutte contre cette maladie est l'application préventive de fongicides de synthèse (IFT fongicide moyen 2014 : 14,5, source Agreste : Soleilhavoup 2016). Ces traitements concernent presque exclusivement la lutte contre le mildiou. L'enjeu pour les filières pommes de terre est d'œuvrer pour atteindre les objectifs de réduction de l'emploi des fongicides du plan Ecophyto tout en assurant l'avenir de la production pour les besoins nationaux et pour le maintien et la croissance des exportations.

Afin de satisfaire ces 2 enjeux, il apparaît indispensable de combiner de manière optimale tous les leviers de la protection intégrée :

- la recherche de produits de biocontrôles pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre ;
- la valorisation de la résistance variétale au mildiou (Le Hingrat et al., 2011 ; Gaucher et Taupin, 2012 a, b). Les obtenteurs français ont d'ailleurs mis en priorité ce caractère de résistance à la maladie dans leur programme de création variétale ;
- l'utilisation d'un outil d'aide à la décision, notamment de l'OAD Mileos®, issu des travaux conjoints d'Arvalis et de la DGAL (Jaunâtre et Gaucher, 2011 ; Gaucher et Ponthonne, 2013).

La première phase du projet MilPomBio (Figure 1) a consisté à évaluer l'efficacité de protection de produits de biocontrôle vis-à-vis du mildiou de la pomme de terre en conditions contrôlées (2015).

Les 5 produits les plus intéressants ont été sélectionnés pour les essais aux champs en 2016. Leurs efficacités sur 4 variétés ont été évaluées afin de connaître leurs capacités à interagir avec la génétique de la plante. Ces 5 produits ont également été évalués en association avec une dose réduite de fongicide sur une variété. Afin de mieux comprendre le mode d'action des produits, une étude de la stimulation des défenses des plantes et des tests d'effet direct a été réalisée.

Suite au résultat de 2016, une deuxième année de screening pour évaluer de nouveaux produits a été réalisée en conditions contrôlées et au champ.

La dernière étape du projet a consisté à évaluer en conditions de production plusieurs stratégies de protection intégrée, associant variétés, produit de biocontrôle et fongicide susceptibles d'apporter un niveau de maladie acceptable. Ce travail a été réalisé sur deux sites très différents en termes de conditions pédoclimatiques. Ces résultats sont en cours d'analyse.

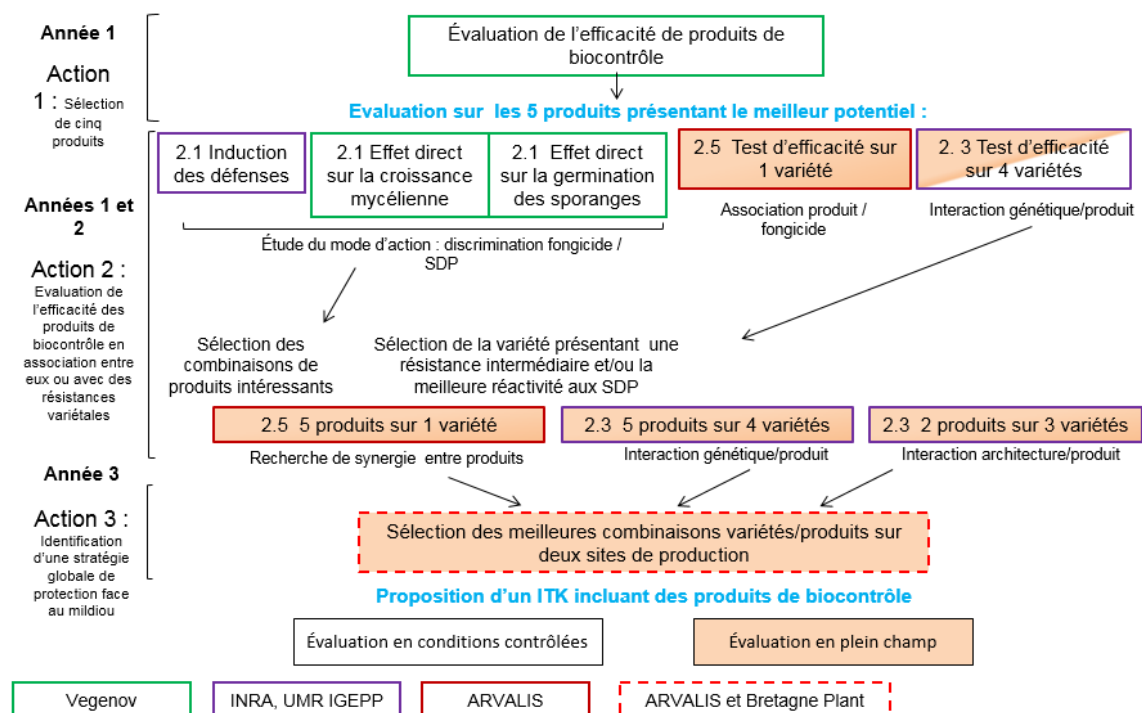


Figure 1 : Organisation du projet
(Project organisation)

MATERIEL ET MÉTHODE

EVALUATION DE PRODUITS CONTRE LE MILIOU DE LA POMME DE TERRE EN CONDITIONS CONTRÔLÉES.

L'objectif de la première phase a été d'évaluer l'efficacité de protection de 40 produits (Tableau I) vis-à-vis du mildiou de la pomme de terre en conditions contrôlées (chambre de culture 2015 et 2016).

Dispositif expérimental

Les essais ont été menés en conditions contrôlées sur des jeunes plants de pomme de terre de la variété Désirée, variété présentant une sensibilité intermédiaire au mildiou (note de sensibilité au catalogue français = 5).

Les essais ont été organisés en 4 répétitions indépendantes d'une plante par modalité. Les modalités évaluées ont été comparées à des modalités témoins : un témoin négatif traité à l'eau et un témoin positif traité avec un fongicide conventionnel (Dithane neotec). Plusieurs essais ont été réalisés afin d'évaluer l'efficacité de protection de 40 produits d'origines variées : extraits d'algues, extraits de plantes, microorganismes, éléments minéraux et composés organiques.

Les produits ont été appliqués par pulvérisation foliaire jusqu'à limite de ruissellement.

Une inoculation artificielle par une souche de *Phytophthora infestans*, EU6_A1 isolée par l'INRA de Rennes, a été réalisée par pulvérisation foliaire après application des produits.

7 jours après inoculation, la lecture du niveau d'infestation des pommes de terre par le mildiou est réalisée grâce à une échelle de notation selon le pourcentage de la surface foliaire nécrosée. On calcule ensuite une efficacité (en pourcentage) de protection par rapport au témoin eau (formule de ABBOTT : $(M_{\text{témoin}} - M_{\text{modalité}}) / M_{\text{témoin}}$).

ETUDE DU MODE D'ACTION DE 5 PRODUITS.

Les essais réalisés visent à évaluer l'impact de 5 produits sélectionnés en action 1 sur la germination de sporanges et la croissance mycélienne de *Phytophthora infestans*, souche EU6_A1 (2015).

Les essais ont été organisés en 4 répétitions indépendantes d'une boîte de Petri sur milieu gélosé (milieu petit pois). Les modalités évaluées sont comparées à des modalités témoins : témoin négatif (traité avec de l'eau) et témoin positif (traité avec un fongicide conventionnel Dithane neotec). Cinq produits ont été évalués.

Dispositif expérimental : germination des sporanges

L'inoculum de *Phytophthora infestans* (souche EU6_A1) a été obtenu par multiplication sur milieu petit pois. Les 5 produits à tester et l'inoculum sont préparés à une concentration 2X de celle souhaitée pour l'essai. Un mélange de 50% de produit et 50% d'inoculum a ensuite été étalé sur boîte de Petri, puis placé dans les conditions favorables à la germination des sporanges.

La capacité anti-germinative des produits a été mesurée par comptage des sporanges germées et non germées d'une boîte 48 h après inoculation. On calcule ensuite une efficacité (en pourcentage) d'inhibition de la germination par rapport au témoin eau (formule de ABBOTT : $(M_{\text{témoin}} - M_{\text{modalité}}) / M_{\text{témoin}}$).

Dispositif expérimental : croissance mycélienne

Phytophthora infestans a d'abord été mis en culture sur milieu petit pois en boîte de Petri. Des fragments de gélose recouverte d'un mycélium en pleine croissance ont ensuite été prélevés à l'aide d'un emporte-pièce. Ces fragments sont alors repiqués au centre de nouvelles boîtes de Petri où les produits ont été préalablement étalés, pour réaliser l'essai à proprement parler. Les boîtes sont ensuite placées dans les conditions favorables à la croissance du mycélium.

La capacité de ralentissement de la croissance mycélienne est évaluée par la mesure du diamètre de croissance du mycélium 15 jours après inoculation. On calcule ensuite une efficacité (en pourcentage) d'inhibition de la croissance mycélienne par rapport au témoin eau (formule de ABBOTT : $(M_{\text{témoin}} - M_{\text{modalité}}) / M_{\text{témoin}}$).

EVALUATION DE PRODUITS CONTRE LE MILDIOU SUR 4 VARIETES DE POMME DE TERRE AU CHAMP.

Deux essais, réalisés en 2016 et 2017, avaient pour objectif d'évaluer au champ l'efficacité de protection de différents produits vis-à-vis du mildiou de la pomme de terre en association avec différents niveaux de résistance variétale.

Dispositif expérimental

Les essais ont été menés en microparcelle sur la station expérimentale de l'UMR IGEPP de l'INRA à Ploudaniel sur 4 variétés choisies selon un gradient de sensibilité au mildiou :

- Bintje : variété sensible,
- Désirée : résistance partielle moyenne,
- Môwe : résistance partielle forte,
- Passion : variété tolérante.

Les essais ont été organisés en split-plot en 3 blocs : variétés en bloc et traitements en sous-blocs. Chaque parcelle élémentaire est composée de 3 rangs de 12 plantes. Les modalités évaluées sont comparées à des modalités témoins : un témoin négatif non traité et un témoin positif traité avec une référence cuivrée à mi-dose (par rapport à la dose maximale réglementaire autorisée sur la saison soit 300g de cuivre métal par ha et par traitement). Cinq produits ont été évalués en 2016 et 2017.

Le premier traitement a été réalisé avant l'apparition des premières taches de mildiou à l'aide d'un pulvérisateur d'expérimentation à 310 l/ha. Les produits ont été appliqués hebdomadairement sur neuf semaines.

Dès la première apparition de symptômes sur feuille, une à deux notations hebdomadaires du degré de destruction du feuillage par le mildiou ont été effectuées afin de suivre correctement la progression de la maladie selon une échelle standardisée. Cette échelle est largement inspirée de celle établie par la British Mycological Society (Anon, 1947, le barreau 10 a été rajouté):

0 = Pas de mildiou
0,1 = de 1 à 4 taches sur le feuillage d'une plante
1 = 5 à 10 taches sur le feuillage d'une plante
5 = 11 à 50 taches sur le feuillage d'une plante
10 = jusqu'à 10% de la surface foliaire détruite
25 = jusqu'à 25% de la surface foliaire détruite
50 = jusqu'à 50% de la surface foliaire détruite
75 = jusqu'à 75% de la surface foliaire détruite
90 = jusqu'à 90% de la surface foliaire détruite
95 = jusqu'à 95% de la surface foliaire détruite
100 = plantes entièrement détruites

EVALUATION DE PRODUITS EN ASSOCIATION AVEC UNE DOSE REDUITE DE FONGICIDE CONTRE LE MILDIOU DE LA POMME DE TERRE AU CHAMP.

Deux essais, réalisés en 2016 et 2017, avaient pour objectif d'évaluer au champ l'efficacité de protection de différents produits vis-à-vis du mildiou de la pomme de terre en association avec une dose réduite de fongicide.

Dispositif expérimental

Les essais ont été menés en microparcelle sur la station expérimentale d'Arvalis à Boigneville sur la variété assez sensible Kaptah-Vandel.

Les essais ont été organisés en alpha plan de 4 blocs. Chaque parcelle élémentaire est composée de 3 rangs de 16 plantes. Un rang contaminateur a été disposé entre chaque parcelle élémentaire afin d'améliorer l'homogénéité d'infection de l'essai. Les modalités évaluées ont été comparées à des modalités témoins : un témoin négatif non traité et deux témoins positifs traités avec une référence fongicide Emendo M à 2,5 kg/ha et 1,25 kg/ha.

Le premier traitement a été réalisé avant l'apparition des premières taches de mildiou, à l'aide d'un pulvérisateur d'expérimentation à 250 l/ha. Les produits ont été appliqués hebdomadairement sur huit semaines.

Dès la première apparition de symptômes sur feuille, une à deux notations hebdomadaires du degré de destruction du feuillage par le mildiou ont été effectuées afin de suivre correctement la progression de la maladie selon une échelle standardisée. Cette échelle est largement inspirée de celle établie par la British Mycological Society (Anon, 1947, le barreau 10 a été rajouté):

0 = Pas de mildiou
0,1 = de 1 à 4 taches sur le feuillage d'une plante
1 = 5 à 10 taches sur le feuillage d'une plante
5 = 11 à 50 taches sur le feuillage d'une plante
10 = jusqu'à 10% de la surface foliaire détruite
25 = jusqu'à 25% de la surface foliaire détruite
50 = jusqu'à 50% de la surface foliaire détruite
75 = jusqu'à 75% de la surface foliaire détruite
90 = jusqu'à 90% de la surface foliaire détruite
95 = jusqu'à 95% de la surface foliaire détruite
100 = plantes entièrement détruites

RESULTATS

EVALUATION DE PRODUITS CONTRE LE MILIOU DE LA POMME DE TERRE EN CONDITIONS CONTROLEES.

Dans nos conditions expérimentales, 12 produits (Tableau I) ont présenté une très bonne efficacité de protection (> 75%) et 3 produits ont présenté une efficacité intermédiaire (50 à 75%).

Les produits à base d'extrait d'algue rouge + Mn + Zn, extrait de microorganisme, extrait de plante 21, extrait de plante 22 et extrait de plante 23 + Cu ont été retenus pour les essais aux champs menés en 2106.

Les produits à base de phosphite 1, phosphite 2, phosphite 3, soufre, extrait de plante 20, et extrait de plante 22 ont été retenus pour les essais aux champs menés en 2017.

Type de produits	Composition	Résultats
Extraits d'algues	Extraits d'algues	
	Extraits d'algues rouge + Si	
	Extraits d'algues verte+ Si	
	Extraits d'algues rouge + Mn+ Zn	
	Extraits d'algues verte + Mn+ Zn	
Microorganismes	<i>Pseudomonas + Trichoderma</i>	
	Extraits microorganisme	
Éléments minéraux	Huile de paraffine	
	Oligoéléments	
	Phosphite 1	
	Phosphite 2	
	Phosphite 3	
	Soufre	
Composés organiques	Polyphénol	
	Polysaccharides	
Extraits de plantes	Extraits d'allium	
	Extraits de plantes 1	
	Extraits de plantes 2	
	Extraits de plantes 3	
	Extraits de plantes 4	
	Extraits de plantes 5	
	Extraits de plantes 6	
	Extraits de plantes 7	
	Extraits de plantes 8	
	Extraits de plantes 9	
	Extraits de plantes 10	
	Extraits de plantes 11	
	Extraits de plantes 12	
	Extraits de plantes 13	
	Extraits de plantes 14	
	Extraits de plantes 15	
	Extraits de plantes 16	
	Extraits de plantes 17	
	Extraits de plantes 18	
	Extraits de plantes 19	
	Extraits de plantes 20	
	Extraits de plantes 21	
	Extraits de plantes 22	
	Extrait de plantes 23 + Cu	
	Extrait de plantes 24 + Cu	

% d'efficacité
<25%
25-50%
50-75%
> 75%

Tableau I : Efficacité de protection de 40 produits vis-à-vis du mildiou de la pomme de terre.
(Evaluation of 40 products against potato late blight in laboratory conditions)

ETUDE DU MODE D'ACTION DE 5 PRODUITS.

Germination des sporanges :

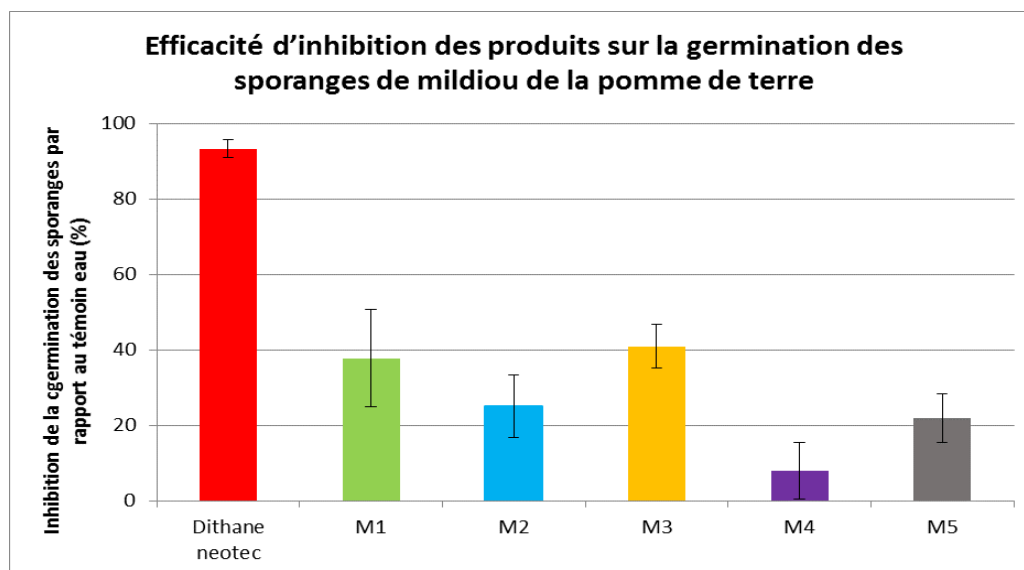


Figure 2 : Inhibition des produits sur la germination des sporanges de mildiou de la pomme de terre. M1 : extrait de plante 23 + Cu, M2 : extrait de microorganisme, M3 : extrait d'algue rouge + Mn + Zn, M4 : extrait de plante 21, M5 : extrait de plante 22.

(Product's effect on sporangia germination of potato late blight)

Les produits ont montré un effet quasiment nul à modéré d'inhibition de la germination des sporanges. L'effet le plus faible (8% d'inhibition) a été observé pour la modalité 4. Les modalités M2 et M5 ont présenté une inhibition légère (avec respectivement 25% et 22%). L'effet le plus marqué (qui reste modéré) a été observé pour les produits des modalités M1 et M3, avec respectivement 38% et 41% d'inhibition.

Croissance mycélienne :

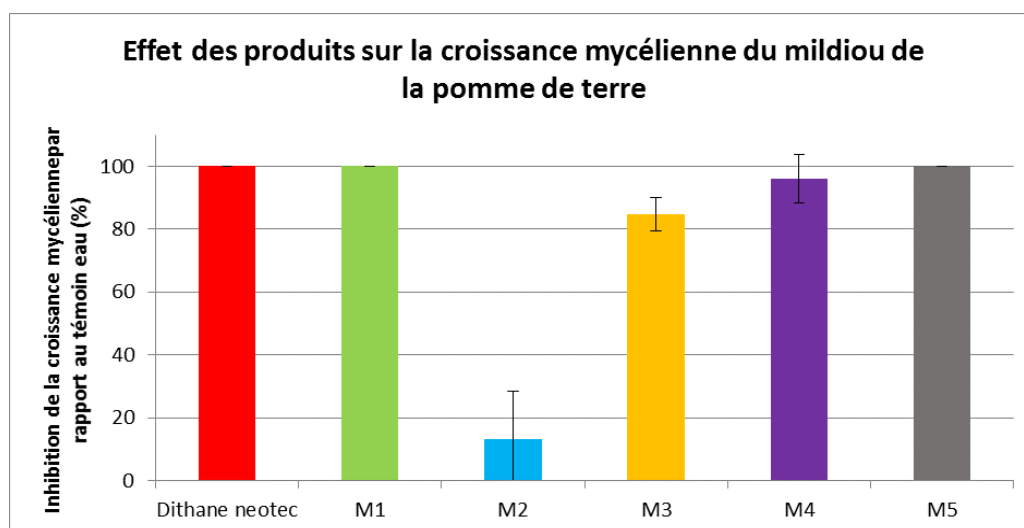


Figure 3 : Inhibition des produits sur la croissance mycélienne du mildiou de la pomme de terre. M1 : extrait de plante 23 + Cu, M2 : extrait de microorganisme, M3 : extrait d'algue rouge + Mn + Zn, M4 : extrait de plante 21, M5 : extrait de plante 22.

(Product's effect on mycelial growth of potato late blight)

Les produits des modalités M1, M3, M4 et M5 ont induit une inhibition forte (M3, 85%) à très forte (entre 96% et 100% pour les autres modalités) de la croissance du mycélium. Le produit de la modalité M2 a induit une inhibition très faible et hétérogène (13%), de la croissance du mycélium.

EVALUATION DE PRODUITS CONTRE LE MILDIOU SUR 4 VARIETES DE POMME DE TERRE AU CHAMP.

En 2016, seul l'extrait de plante 23 + Cu a montré une efficacité de protection intéressante sur les 4 variétés.

Les résultats obtenus en 2017 sont présentés figure 4 ci-dessous.

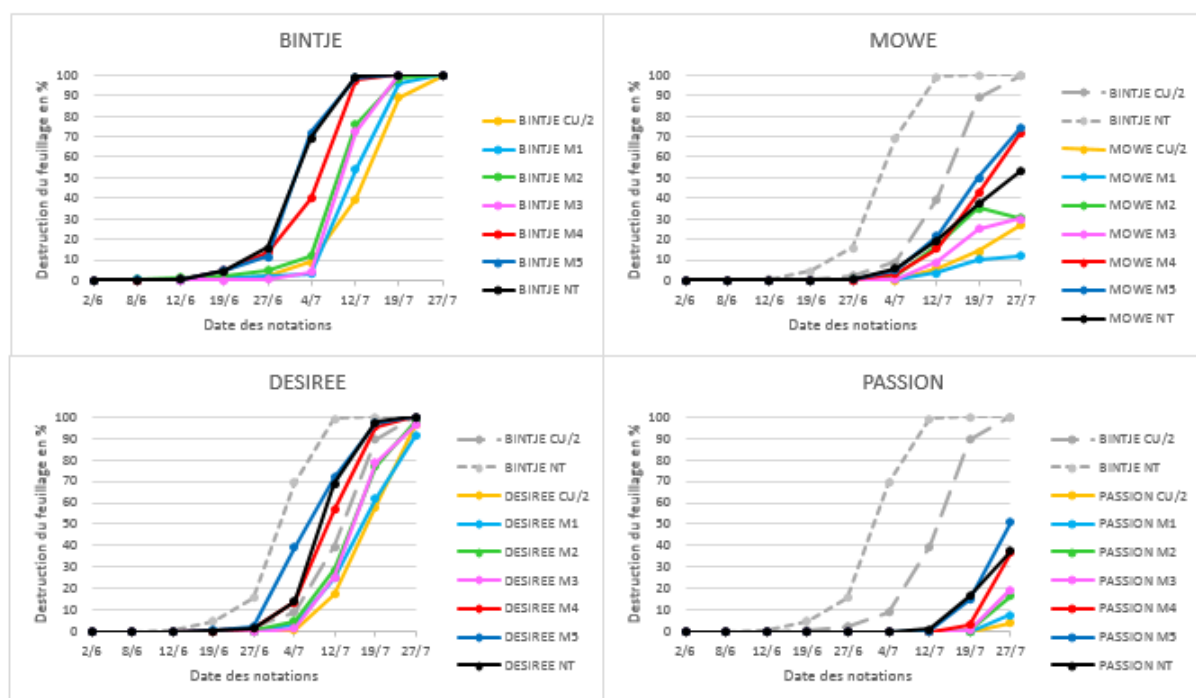


Figure 4 : Effet des produits sur le développement du mildiou de la pomme de terre sur les variétés Bintje, Désirée, Möwe et Passion. Les graphiques présentent la moyenne des pourcentages de destruction du feuillage sur les trois répétitions pour les 9 notations. M1 : Phospite 1, M2 : Phospite 2, M3 : Phospite 3, M4 : extrait de plante 20, M5 : extrait de plante 22.

(Product's effect on the development of potato late blight on 4 varieties : Bintje, Désirée, Möwe and Passion). Graphs show percentage means of foliage destruction on the 3 replicates for the 9 notations. M1 : Phospite 1, M2 : Phospite 2, M3 : Phospite 3, M4 : plant extract 20, M5 : plant extract 22.

Sur la variété Bintje (sensible), les modalités M1 à M3 (phosphite) semblent permettre un ralentissement d'apparition des symptômes.

Sur la variété Désirée (résistance partielle moyenne), la modalité M1 a permis la meilleure protection avec 90% du feuillage détruit, et présente une meilleure efficacité que la référence cuivre à demi-dose. Les modalités M1 à M3 (phosphite) semblent également permettre un ralentissement d'apparition des symptômes.

Sur la variété Möwe (résistance partielle forte), les modalités M1 à M3 (phosphite) ont permis une réduction de la destruction du feuillage par le mildiou, comparable (M2 et M3) ou meilleure (M1) que la référence cuivre à mi-dose.

Sur la variété Passion (variété tolérante), les modalités M1 à M3 (phosphite) ont permis une réduction de la destruction du feuillage par le mildiou, comparable (M1) ou légèrement inférieure (M2 et M3) à la référence cuivre à mi-dose.

EVALUATION DE PRODUITS EN ASSOCIATION AVEC UNE DOSE REDUITE DE FONGICIDE CONTRE LE MILDIU DE LA POMME DE TERRE AU CHAMP.

Seul l'extrait de plante 23 + Cu a montré une efficacité de protection intéressante en 2016.

Les résultats obtenus en 2017 sont présentés figure 5 ci-dessous.

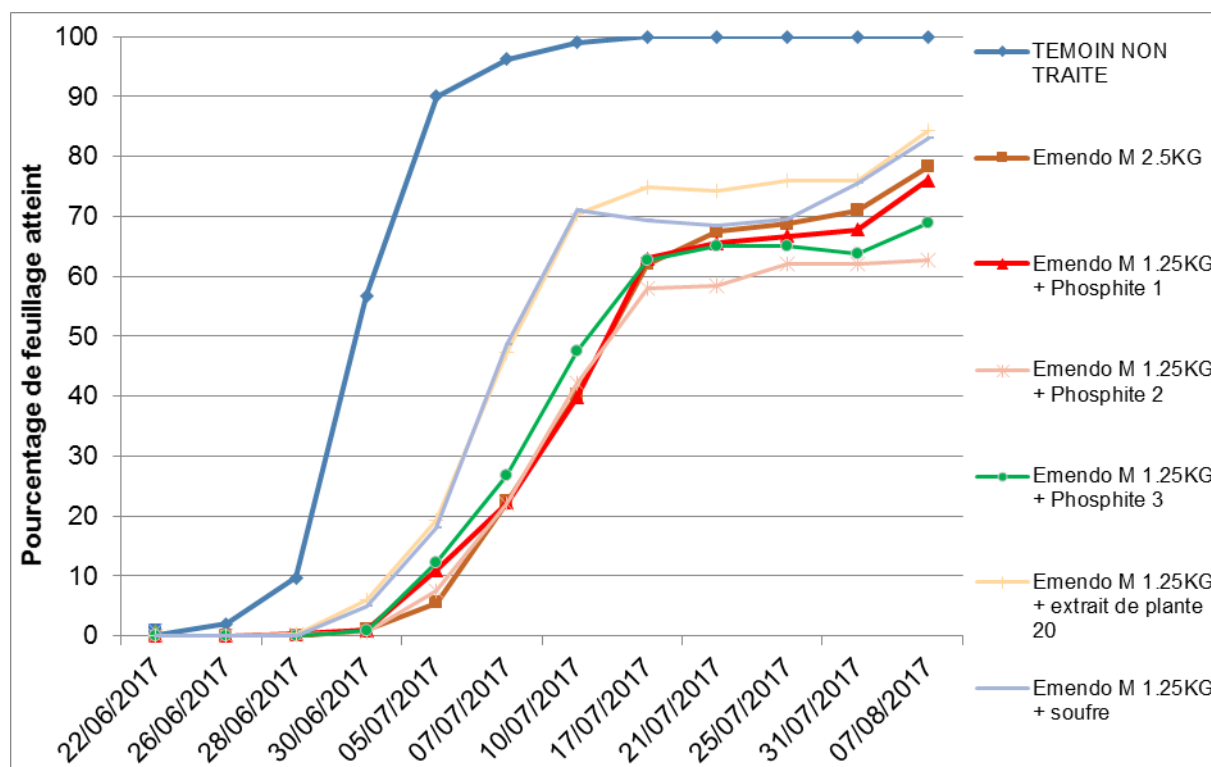


Figure 5 : Effet des produits sur le développement du mildiou de la pomme de terre. Les graphiques présentent la moyenne des pourcentages de destruction du feuillage sur les quatre répétitions pour les 12 notations.

(Product's effect on the development of potato late blight. Graphs show percentage means of foliage destruction on the 4 replications for the 12 notations).

Trois modalités associant une dose réduite de fongicide (Emendo M à 1,25 kg/ha) avec les 3 produits de biocontrôle à base de phosphite ont permis d'observer une efficacité de protection comparable (phosphite 1), voire meilleure (phosphite 2 et 3), à la référence fongicide à pleine dose, Emendo M à 2,5 kg/ha.

L'association de produits de biocontrôle soufre et extrait de plante 20 avec l'Emendo M à 1,25 kg/ha, n'a pas permis de compenser la réduction de dose du fongicide.

DISCUSSION ET CONCLUSION

La première phase du projet MilPomBio a permis de sélectionner 12/40 produits de biocontrôle efficaces contre le mildiou de la pomme de terre en conditions contrôlées, dont 3 produits à bases de phosphite.

L'évaluation de produits (extrait d'algue rouge + Mn + Zn, extrait de microorganisme, extrait de plante 21, extrait de plante 22 et extrait de plante 23 + Cu) au champ en 2016 n'a par contre pas confirmé cette efficacité de protection, excepté pour l'extrait de plante 23 + Cu.

En 2017, les trois produits à base de phosphite ont confirmé leur efficacité de protection au champ avec une dose réduite de fongicide. De plus, l'application des trois phosphites seuls sur 4 variétés ont également montré un effet positif de protection contre le mildiou, l'effet est d'autant plus visible

que la variété est tolérante. Si des différences de comportement variétal ont été observées lors du développement épidémique, aucune différence de comportement n'a été observée en lien avec l'utilisation de ces 3 produits.

L'utilisation de produit à base de phosphite, produit de biocontrôle, pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre pourrait permettre de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires. La part entre effet direct contre *Phytophthora infestans* et effet SDP des phosphites est encore mal connu. Une meilleure compréhension du mode d'action pourrait permettre de mieux positionner les phosphites dans l'itinéraire de traitement.

La dernière année du projet a consisté à évaluer plusieurs itinéraires techniques sur deux sites ayant des conditions pédoclimatiques différents (station expérimentale d'Arvalis à Boigneville et station expérimentale de Bretagne Plants Innovation à hanvec)

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à tous les partenaires du projet pour leur collaboration et aux firmes qui ont bien voulu participer à ce projet en nous permettant de tester leurs produits.

Nous remercions également l'ONEMA pour son soutien financier dans le cadre de l'appel à projets « Pour et Sur le Plan Ecophyto ».

BIBLIOGRAPHIE

Anon. (1947) « The Measurement of Potato Blight ». *Transactions of the British Mycological Society* 31 (juillet): 140- 41.

Jaunâtre, V., and Gaucher, D. (2011). MILEOS®, un outil d'aide à la décision qui évolue. *Recueil de Communications, AFPP – Quatrième Conférence Internationale Sur Les Méthodes Alternatives En Protection Des Cultures* 104-108.

Gaucher, D., and Ponthonne, S. (2013). Outils d'aide à la décision : Mileos évolue. *La Pomme de Terre Française* 585, 38-39.

Gaucher D., Taupin P. (2012a) – Réduire les risques de bioagresseurs grâce à la prophylaxie. *ARVALIS-Infos*, 10/09/2012, 1p.

Gaucher D., Taupin P. (2012b) – Dossier protection intégrée : De la prophylaxie et de l'anticipation face au mildiou de la pomme de terre. *Perspectives Agricoles*, 392 : 26-28.

Jaunâtre V., Gaucher D., Hannon C., Vannetzel E. (2011) – Mildiou de la pomme de terre – Comment bien protéger ses parcelles ? *Perspectives Agricoles*, 374, 64-65.

Le Hingrat, Y., Laty, P., Glais, L., Boulard, F., Jacquot, E., Gaucher, D., Golaz, F., Molot, B., Giovinazzo, R., and Boisgontier, D. (2011). Can spatial meteorological data improve disease forecasting and crop management ? *Abstracts of Papers and Posters, EAPR, July 25-29 2011, Oulu (Finland)* 1.

Soleilhavoup, M. (2016). Enquête Pratiques phytosanitaires sur les grandes cultures 2014 : Nombre de traitements et indicateurs de fréquence de traitement. *Agreste Les dossiers n°36, Septembre 2016*, pp. 52-53.