

Produits alternatifs au cuivre

Criblage au laboratoire
de produits de remplacement du cuivre
pour la lutte contre le mildiou en agriculture biologique
(2002-2006), et essais d'efficacité au champ (2004-2006)

Auteurs : B. Dupuis (CRA-W),
D. Michelante (CRA-W), C. Dereycke
(CARAH), C. Ducatillon (CARAH),
J. Bruyère (FREDON), L. Dubois (SRPV),
S. Duvauchelle (SRPV), I. Vuylsteke
(PCBT), L. Delanote (PCBT)

Ces essais visent à effectuer une évaluation complète de l'aptitude de substances, non issues de synthèses chimiques complexes, à protéger le feuillage des pommes de terre contre l'infection par le mildiou. A la suite d'un premier criblage au laboratoire, les substances présentant une efficacité suffisante sont testées dans des essais en plein champ.

Ce programme d'expérimentations a pour objectif la recherche d'alternatives aux fongicides cupriques en agriculture biologique.

Méthode au laboratoire

Les produits ont été appliqués sur des plantes de la variété Bintje issues du laboratoire in vitro.

Pour chaque produit testé, 3 à 4 plantes étaient traitées par pulvérisation de 10 ml de bouillie par plante au moyen d'un aérographe.

Pour certains produits, nous avons également réalisé un test de résistance au lessivage par application d'une pluie artificielle d'un équivalent de 25 mm de pluie.

Quatre jours après l'application des produits, nous avons inoculé des feuilles détachées avec une suspension concentrée de mildiou. Les feuilles ont été ensuite mises à incuber et nous avons observé le développement de la maladie. Cette méthode est résumée sur le schéma ci-dessous.

Ces essais ont été menés par le Centre Wallon de Recherches Agronomiques.

Substances candidates

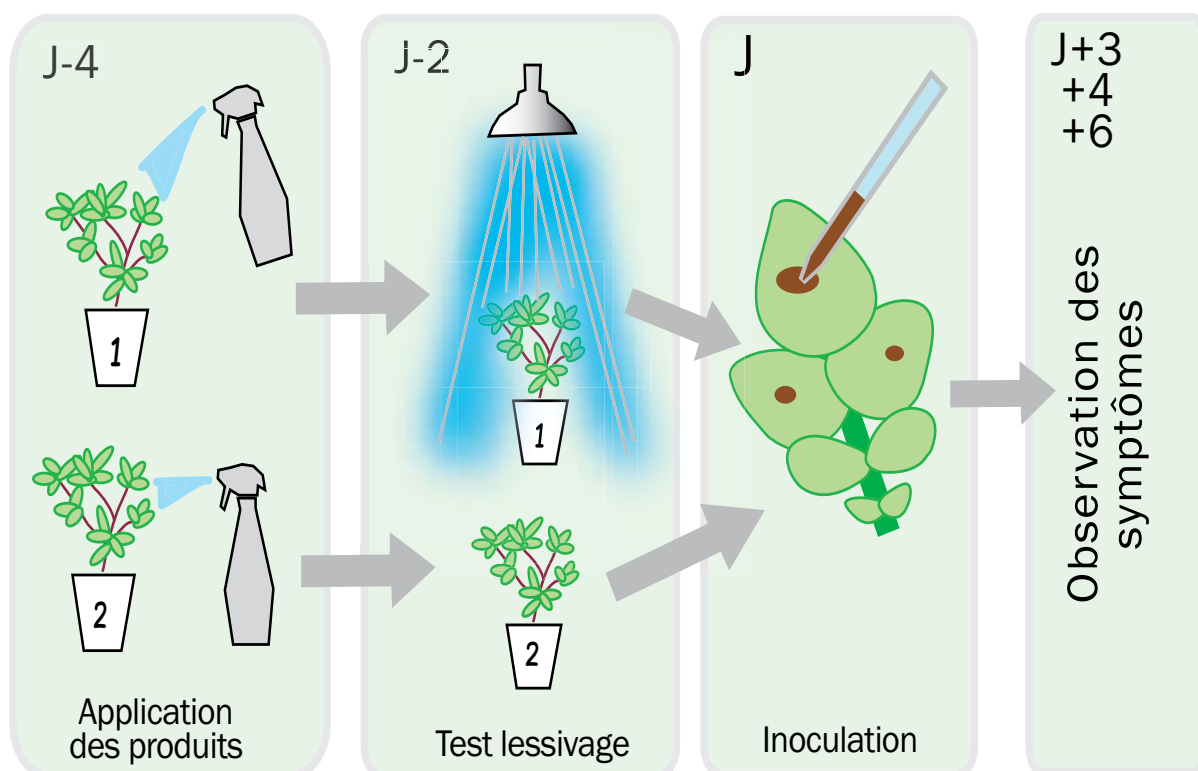
Les 37 substances étudiées ont été identifiées dans la littérature et par des contacts avec les fournisseurs et les agriculteurs.

Certaines sont déjà commercialisées à l'étranger (Allemagne, Etats-Unis, France, etc.), généralement pour leur effet positif sur le renforcement de la vigueur des plantes cultivées ; il est parfois explicitement fait mention d'un effet de stimulation des défenses naturelles réduisant leur sensibilité aux maladies.

En Europe, la plupart ne sont pas agréées pour la protection des pommes de terre contre le mildiou.

Outre leur action possible contre le mildiou, elles ont été choisies en tenant compte des critères imposés par l'article 5 de la directive européenne 91/414 du conseil du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et par l'article 7 du règlement CE 2092/91 concernant l'agriculture biologique, à savoir :

- pas d'effets nocifs sur la santé humaine ou animale,
- pas d'influence inacceptable sur l'environnement.



Résultats des essais au laboratoire

Dans le tableau ci-dessous, nous présentons l'efficacité de protection relative de tous les produits testés au laboratoire.

Les tests de lessivage mettent en évidence l'excellente persistance d'action de la bouillie bordelaise et l'absence totale d'efficacité de Mycosin, Ulmasud et Penta Cu55.

Les éventuels mécanismes d'induction des défenses naturelles développés par ces derniers apparaissent inopérants dans les conditions de l'essai. Leur efficacité observée en l'absence de lessivage serait donc liée à une action biocide de contact.

Glutex garde une efficacité intermédiaire après lessivage : celle-ci pourrait être autant le fait du cuivre résiduel encore présent que d'un effet éliciteur ou encore la conjonction des deux.

Le PK2, le Zonix et le Solucuire ne semblent pas être sensibles au lessivage.

Légende :

- + produits présentant une efficacité comparable à la bouillie bordelaise (3kg/ha)
- +/- produits ayant une efficacité intermédiaire
- produits sans efficacité apparente
- ? produits testés comme additifs et n'ayant pas amélioré l'efficacité du produit de base

Nom - Marques	Efficacité	Nom - Marques	Efficacité
Alicin	-	Optiplant	-
Bicarbonate de K	-	Oxos 300 m	-
Bicarbonate de Na	-	Oxos 600 m	+
Biofa algenextract	-	Penta Cu 55	+
Référence bouillie bordelaise (BB)	+	PHYTOVIT WG	-
Ecoclearprox	-	Pom-PK	-
ELOT VIS	-	Proval PK2	+
Glutex Cu 90	+	Purin d'ortie	-
Ilamin	-	SANOCHIC	-
IRF 84	-	Silforce	+
Kendal	+	Solucuire	+
Kubig	+	Souches mildiou peu virulentes	-
Macérations de divers composés végétaux	-	Splinter	-
MESSSENGER	-	Ulmasud B	+
Microsulfo	-	VI-CARE (C2000, CITREX)	+
Milsana	+	Vitalin Trichoderma T50	-
MYCO-SIN	+	Virkon S	-
Nutrisol - Purin de Prêle	-	Zonix	+



Tests effectués au champ

Dans les essais au champ, nous ne testons que les produits ayant présenté une efficacité significative ou intermédiaire au laboratoire ainsi que certains produits utilisés comme additifs à la bouillie bordelaise (3kg/ha).

Le schéma expérimental était composé de 4 blocs (4 répétitions par produit), les différents produits étant répartis aléatoirement au sein des blocs.

Pour ces essais, nous avons eu recours à des variétés de pomme de terre moyennement sensibles.

En fonction de l'année et du lieu, un témoin non traité était implanté ou non.

Les blocs étaient séparés par des lignes infectrices plantées d'une variété sensible de sorte que chacune des parcelles élémentaires se trouve à égale distance d'une source d'infection par le mildiou. Les parcelles n'étaient pas inoculées, l'infection venait naturellement.

Différents schémas de traitements ont été testés, sur différentes variétés avec ou sans pré-germination.

Ces essais ont été menés par l'ensemble des partenaires du projet VETAB impliqués dans les expérimentations pommes de terre.

Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à contacter nos services.

Légende

- ++ produits présentant une efficacité significativement supérieure à la bouillie bordelaise (3kg/ha)
- + produits présentant une efficacité comparable à la bouillie bordelaise (3kg/ha)
- + / - produits ayant une efficacité intermédiaire
- produits sans efficacité apparente
- ? produits testés comme additifs et n'ayant pas amélioré l'efficacité du produit de base

Nom - Marques	Efficacité	Nom - Marques	Efficacité
Référence Bouillie bordelaise (BB)	+	Proval PK2	+
Ecoclearprox + BB	+	Proval PK2 + Solucuire	++
Glutex CU 90	+	Solucuire	+
Mycosin	-	Splinter + BB	+
Penta Cu 55	-	Ulmasud	-
POM-PK + BB	+	Zonix	+

Principales caractéristiques des produits testés

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques des produits testés.

Dans l'ensemble des essais, deux témoins de référence ont été inclus : le témoin non traité (eau distillée) et le témoin bouillie bordelaise au ¼ de dose (3kg/ha).

Nom - Marques	Type	Origine	Composition	Concentration de substance	Dose Cu métal
Allicin	FCID	extrait de plante	Extrait d'ail	150 ml/ha	0
Bicarbonate de K	SDN	composé minéral	Bicarbonate de K	0.5%	0
Bicarbonate de Na	SDN	composé minéral	Bicarbonate de Na	0.5%	0
Biofa algenextract	SDN	produit d'algue (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	éléments trace (bore, iode, molybdène, cobalt, manganèse, sulfures, zinc, cuivre, fer, selenium, chrome)+ vitamines, AA, acides organiques, hormones végétales	0,5/1%	0
Référence bouillie bordelaise	FCID	<i>composé minéral</i>	sulfate de Cuivre	1%	2400 (600) gr/ha
Ecoclearprox	FCID	composé organique	eau oxygénée stabilisée avec une molécule organique	3L/ha	0
ELOT VIS	SDN	extraits alcooliques de plantes	ND	5%	0
Glutex Cu 90	FCID	composé minéral	hydroxyde de cu	350/400 ml/hl	27 gr/ha
Ilamin	SDN	extrait d'acides aminés	Chaînes d'acides aminés de différentes tailles	4l/ha	0
IRF 84	SDN	extraits d'algues	ND	1,2% (3%)	0
Kendal	ADD au PK2	Composé minéral	mélange N et K2O	3l/ha	0
Kubig	FERT, FCID	composé organo-minéral	cuivre chélaté 10% (en poids)	0,5% (0,33 - 1%)	150 gr/ha
Macérations de divers composts végétaux	SDN, ANTA	thé de compost	fientes de poule, fumier de cheval, déchets verts, cacao	100%	0
Macérations de divers composts végétaux	SDN, ANTA	thé de compost	Déchets verts, herbes, laine	100%	0
MESSENGER	SDN	<i>Erwinia amylovora</i>	HARPIN PROTEIN	5 à 25g/ha	0
Microsulfo	FCID	composé minéral	Produit à base de soufre	1,5kg/ha	0
Milsana	SDN	extrait de plantes	ND	1,5l/ha	0
MYCO-SIN	SDN	poudre de roche, argiles et extraits végétaux	65% argile sulfurée, 0,2% extrait de prêle	2,7% (1,5%)	0
Nutrisol - Purin de Prêle	SDN	purin de prêle	N (700 PPM), Cu (1,34PPM), Fe (8 ppm), Zn (1,35 ppm) + Silice	20%	0
Optiplant	SDN	oligo-éléments et souche de mildiou désactivée à doses homéopathiques	S ; Cu ; Mg ; Co ; Fe ; Zn ; Mn ; B ; Mo	1,5l/ha	1%
Oxos 300 m	FCID	composé minéral	eau oxygénée stabilisée avec Ag	1%	0
Oxos 600 m	FCID	composé minéral	eau oxygénée stabilisée avec Ag	1%	0
Penta Cu 55	FCID	composé minéral	sulfate de Cu pentahydraté	150 ml/hl	7gr/ha
PHYTOVIT WG	AC, ANTA	<i>Bacillus subtilis</i>	1,25 x 10 ¹⁰ endospores/gr + substrat organique	1g/l en trempage racinaire	0
Pom-PK	AC, SDN	composés organiques et minéraux	AA, oligosacch, flavonoides	350/400 ml/hl	0
Proval PK2	SDN, AC	composé minéral	Phosphonate potassique	0.30%	0
Purin d'ortie	SDN	Purin d'ortie	Purin d'ortie	5%	0
SANOCHIC	FCID	composé minéral	79,8 g/l peroxyde d'hydrogène, 2g/l ac. Acétique, 0,68 mg/l ions argent	1 à 1,5%	0
Siliforce	ADD au PK2	Composé minéral	à base de silice	0,3l/ha	0
Solucuire	FCID	Composé minéral	Tallate de cuivre	2L/ha	5%
Souches mildiou peu virulentes	SDN	<i>Phytophthora infestans</i>	Phytophthora infestans souches avirulentes	10 ⁵ sp/ml	0
Splinter	ADD à la bouillie bordelaise	cocktail d'acides aminés	acides aminés à courtes chaînes	0,65l/ha	0
Ulmasud B	SDN	poudre de roches et argiles + agent dispersant naturel	Al (8,7%), S (11,8%), SiO ₂ (13,7%), Ti (0,047%)	2% (0,5%)	0
VI-CARE(C2000, CITREX)	FCID	composé minéral	acide ascorbique + ND	0.125%	0
Vitalin Trichoderma T50	AC, ANTA, SDN	<i>Trichoderma harzianum</i>	108 conidies de Trichoderma harzianum /g	1 à 3 kg/ha (sol) - 200 gr/to de plants	0
Virkon S	FCID	composé organo-minéral	ND	1%	0
Zonix	FCID	Extraits de microorganismes	Rhamnolipides : surfactant biologique	0,5L/ha	0

Légende :

- FCID : produit fongicide
- ANTA : produit antagoniste
- SDN : produit stimulant de défenses naturelles
- FERT : fertilisant
- ADD : additif

Le point sur l'agréation

Dans ce tableau sont reprises les informations concernant l'agréation des produits qui se sont avérés efficaces dans les essais au champ.

Nous avons également repris la quantité de cuivre métal apportée au champ suite à chaque application de ces produits.

Produits efficaces au champ	Dosage	Grammes de cuivre métal par traitement et par hectare	Homologation
Bouillie bordelaise	3kg/ha	600	Homologué en France et en Belgique comme fongicide bio
Glutex Cu90	4L/ha	400	Produit homologué comme biocide en Belgique et utilisable en bio
Proval PK2 + Solucuire	2L/ha + 2L/ha	100	Voir ci-dessous
Proval PK2	2L/ha	0	Homologué en Europe comme fertilisant, non encore homologué en bio (lademande doit être déposée)
Solucuire	2L/ha	100	Homologué en France comme adjuvant de bouillie fongicide et comme bactéricide sur choux, pas encore homologué en bio
Zonix	0,5L/ha	0	Non homologué mais totalement naturel



Discussion générale et conclusion

On observe que sur les 37 produits testés, seuls 3 produits : Proval PK2, Glutex CU 90 et Zonix semblent présenter une efficacité similaire à la Bouillie bordelaise (3kg/ha) pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre en agriculture biologique.

Dans certains essais, l'association du Proval PK2 et du Solucuire offre même une meilleure protection que la Bouillie bordelaise. Nous noterons également que parmi ces produits, deux ne contiennent pas de cuivre (Proval PK2 et Zonix).

On notera finalement que les essais au champ relatifs au Zonix n'ont été réalisés qu'une seule année et sur un seul site alors que le Glutex CU 90 et le Proval PK2 ont pu démontrer leur efficacité sur plusieurs années et sur différents sites.

Ces essais ont été menés par l'ensemble des partenaires du projet VETAB impliqués dans les expérimentations pommes de terre, aussi bien en Wallonie, qu'en Flandre et en France. En effet, dans la recherche des produits, la préparation et la mise en œuvre des essais, le projet VETAB a toujours favorisé les échanges transfrontaliers.