

# EVALUATION DE DEUX STRATEGIES VISANT A REDUIRE L'USAGE DU CUIVRE EN PRODUCTION BIOLOGIQUE DE POMME DE TERRE ET DE FRUITS A PEPINS

Q. LIMBOURG<sup>1</sup>, q.limbour@cra.wallonie.be, V. CESAR<sup>1</sup>, v.cesar@cra.wallonie.be,  
L. JAMAR<sup>1</sup>, l.jamar@cra.wallonie.be  
<sup>1</sup> (Centre Wallon de Recherches Agronomiques)

**RÉSUMÉ :** Le cuivre est un des seuls produits efficaces homologués en agriculture biologique (AB) contre le mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*) et la tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*) et du poirier (*Venturia pirina*). Cependant il peut accuser une certaine toxicité envers les macro- et micro-organismes du sol et aquatiques si il est utilisé à forte dose. C'est pourquoi dans l'attente d'une alternative aussi efficace, il est nécessaire de trouver une manière de réduire les doses appliquées tout en maintenant une protection efficace de la culture. L'objectif de cette étude est de (i) comparer l'efficacité de trois formulations du cuivre utilisée pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre et la tavelure du pommier et (ii) d'évaluer l'impact de la pulvérisation localisée sur les rangs pour réduire l'usage du cuivre dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre. Les essais ont montré que l'efficacité des produits cupriques utilisés n'est pas améliorée par la formulation et que la diminution du dosage de cuivre, par des traitements localisés sur les rangs en début de végétation, n'a pas diminué l'efficacité général de la protection vis-à-vis du mildiou, ni les rendements en pomme de terre. Les essais sur pomme de terre se sont appuyés sur une stratégie de fractionnement de l'apport du cuivre en douze applications au lieu de quatre maximums prévues par la législation.

## CONTEXTE

Le cuivre est un des seuls produits efficaces homologués en agriculture biologique (AB) contre le mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*) et la tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*) et du poirier (*Venturia pirina*). Il est également reconnu pour avoir des effets sur de nombreux autres champignons (par exemple le chancre du pommier (*Neonectria galligena*)) et bactéries pathogènes. Ce produit est donc très précieux pour les producteurs en AB. Cependant il peut accuser une certaine toxicité envers les macro- et micro-organismes du sol et aquatiques. C'est pourquoi dans l'attente d'une alternative aussi efficace, il doit être utilisé avec précaution. Ainsi, afin de limiter les conditions de toxicité dans les sols, il est nécessaire de trouver une manière de réduire les doses appliquées tout en maintenant une protection efficace de la culture.

Même si il existe des méthodes agronomiques permettant de réduire la pression des maladies (rotation, choix variétal, aération du site et de la culture, gestion de la fertilisation, gestion de l'inoculum...), l'usage du cuivre comme produit de protection phytosanitaire est indispensable dans le contexte actuel de la production professionnelle de la pomme de terre et des fruits à pépins (Jamar et al., 2014).

La limite actuelle régie par le règlement européen 889/2008 est de 6 kg cuivre métal/ha/an. Pour les cultures pérennes, cette limite peut être dépassée si la quantité moyenne sur 5 ans ne dépasse pas 6 kg (principe du lissage). Cependant, des limitations encore plus strictes sont envisagées dans certains Etats membres (4 kg/ha/an en France), déjà en vigueur en Suisse (4kg/ha/an quel que soit le mode de production), en Allemagne et en Autriche (3kg/ha/an) et même totalement interdit au Danemark et au Pays-Bas comme produit de protection phytosanitaire.

En Belgique, les pratiques courantes impliquent la dose de 500 g Cu/ha par application, douze traitements pourront alors être appliqués durant une saison culturale, à condition de faire fi de la législation actuelle imposant un maximum de 2 à 4 applications/an suivant les cultures.

Les nombreuses recherches et expérimentations menées depuis 10 ans en Belgique et en Europe sur les alternatives au cuivre montrent qu'il n'existe pas, à ce jour, de matière active compatible avec le cahier des charges AB capable de rivaliser avec le cuivre en termes d'efficacité (Itab, 2013). Si, parmi 60 substances naturelles alternatives au cuivre, expérimentées au CRA-W sur le mildiou de la pomme de terre ou sur la tavelure du pommier, quelques-unes ont été identifiées comme efficaces, aucune n'est légalement applicable en Belgique actuellement en tant que produit phytosanitaire, mis à part le soufre mouillable contre la tavelure (Jamar et al., 2014).

Le cuivre est un produit de contact agissant à la surface des feuilles. Sous l'action de l'eau, l'ion  $\text{Cu}^{2+}$  va se libérer et agir sur les spores de champignons en germination. Il existe plusieurs formulations du cuivre, la différence entre chaque formulation tient dans la vitesse de libération de l'ion cuivrique  $\text{Cu}^{2+}$ , la matière active des préparations. Cette libération est en effet plus ou moins rapide et/ou nécessite plus ou moins d'eau, la bouillie bordelaise étant connue pour libérer plus lentement ses ions  $\text{Cu}^{2+}$ . Tout cela peut donc jouer sur la vitesse de lessivage et la rapidité d'action.

**Toxicité du cuivre dans les sols ?** Le cuivre est présent dans l'environnement de manière ubiquitaire à des teneurs variant entre 2 et 120 mg/kg de matière sèche selon les différentes roches de l'écorce terrestre. Dans les sols cultivés, la teneur moyenne est de 35 mg/kg de matière sèche. La valeur maximale tolérée par l'Union européenne dans les sols agricoles est de 150 mg/kg. Selon une étude menée en Belgique (Smolders et al., 2013) ayant pour objectif d'évaluer l'effet à long terme de l'usage du cuivre dans les sols cultivés (pomme de terre, verger de pommiers et poiriers, houblon et vigne), biologiques et conventionnels, seuls 5% des sites étudiés montrent des teneurs en cuivre présentant un risque potentiel de toxicité sur les plantes, invertébrés ou microorganismes. Pour une moyenne de 52 mg Cu/kg les concentrations en cuivre dans les parcelles traitées se situent entre 9 et 159 mg Cu/kg de sol et sont en moyenne supérieure de 34 mg Cu/kg par rapport aux parcelles non traitées correspondantes. La plus grande différence est observée en verger de poiriers (culture pérenne, 40 ans et plus) et la plus petite en pomme de terre (rotation sur 6 ans). Un apport régulier de cuivre, dans la limite de 4 à 6 kg/ha/an, n'altérerait pas significativement la vie du sol, tandis que les situations de pollution du sol seraient à attribuer aux fortes doses appliquées au cours du XXème siècle (de 20 à 25 kg/ha/an) dans certaines cultures pérennes.

Le positionnement des traitements est la clé pour maîtriser les maladies et diminuer l'usage de produits de protection. Puisque pour germer, le champignon a besoin d'un film d'eau, la protection phytosanitaire doit être ajustée aux conditions météorologiques définies si possible au niveau de la parcelle (ces conditions peuvent être très différentes d'une parcelle à l'autre). Deux outils sont essentiels : une station météo qui enregistre les données localement heure par heure et un modèle de simulation des infections qui analyse les données météorologiques enregistrées. A défaut de ces deux outils, il est conseillé d'intervenir en fonction des risques réels annoncés par les services d'avertissements régionaux. Le cuivre n'a pas d'action curative, il doit être appliqué dès que les conditions de développement de la maladie sont favorables. De plus, ce type de produit est facilement « lessivable » en cas de pluie, ce qui peut diminuer fortement l'efficacité du traitement. Lorsque la pression « mildiou » ou « tavelure » est forte ou que des événements pluvieux après traitement surviennent, le producteur épuise rapidement son « quota » cuivre. A ce jour, les professionnels de ces secteurs de production sont en manque de solution alternative face à cette problématique (Jamar et al., 2014).

Deux essais ont été entrepris par la CRA-W en 2014 afin d'évaluer des stratégies permettant de réduire l'usage du cuivre en AB. Les objectifs de ces études sont de (i) comparer l'efficacité de trois formulations du cuivre utilisée pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre et la tavelure du pommier et (ii) d'évaluer l'impact de la pulvérisation localisée sur les rangs pour réduire l'usage du cuivre dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre.

# **1. ESSAI COMPARATIF D'EFFICACITÉ DE TROIS FORMULATIONS DE CUIVRE**

## **OBJECTIF**

L'objectif de l'essai est d'évaluer l'effet de la formulation sur l'efficacité du cuivre. Des formulations plus efficaces permettraient en effet de réduire la dose de cuivre appliquée lors de chaque passage et de pouvoir aussi éventuellement poursuivre et étaler la période durant laquelle la culture est protégée. L'essai vise l'évaluation de l'effet de trois formulations de cuivre sur le développement du mildiou de la pomme de terre et de la tavelure du pommier.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

Les trois formulations de cuivre utilisées dans l'essai sont : 1) l'octanoate de cuivre (Cueva) à 144 g Cu/ha, 2) la bouillie bordelaise (Maniflow) à 250 g Cu/ha + extrait d'écorce d'orange (Prev-B2) 0,5% et 3) l'oxychlorure de cuivre (Cuperit) à 250 g Cu/ha. Elles sont comparées à la référence dose pleine : oxychlorure de cuivre (Cuperit) à 500 g Cu/ha.

En pomme de terre, l'essai a été installé à Libramont sur une parcelle de 20 ares à partir de deux variétés présentant des niveaux de sensibilité au mildiou différents : Gasoré (variété peu sensible) et Agria (variété moyennement sensible). Dix traitements (dispositif aléatoire à quatre répétitions par traitement) ont été appliqués durant les mois de juillet et août ; les conditions météorologiques humides ayant permis un développement fulgurant du mildiou durant cette période. Dès l'apparition du mildiou dans la parcelle d'essai, la mesure de la destruction du feuillage a été réalisée deux fois par semaine suivant une échelle de cotation allant de 0% à 100%. Le calcul et la comparaison des valeurs rAUDPC (relative Area Under Disease Progress Curve) permettent ensuite de comparer l'efficacité des différentes modalités.

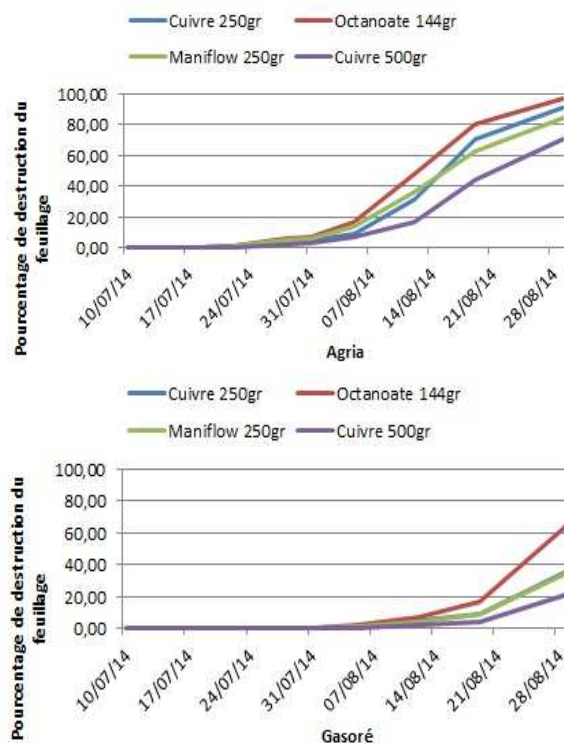
En pommier, l'essai a été conduit à Gembloux sur une parcelle de 60 ares contenant 4 variétés de différentes sensibilités à la tavelure, 'Pinova', 'Pirouette', 'Reinette de Waleffe' et 'Reinette des capucins'. L'essai a été conduit suivant quatre répétitions dans un dispositif expérimental en split plot à quatre blocs aléatoires complets. Au total, huit traitements ont été appliqués pendant la période d'infection primaire. Cependant, les principaux traitements au cuivre ne sont appliqués qu'avant la floraison car ce produit provoque de la rugosité sur les fruits. Or, en 2014, un seul risque d'infection est apparu avant floraison et par conséquent un seul traitement différencié « cuivre » a été appliqué.

Chaque produit est appliqué suivant les recommandations basées sur les systèmes d'avertissements agricoles qui tiennent compte des données météorologiques enregistrées ainsi que des prévisions climatiques à court-terme.

## **RÉSULTATS**

Pour l'essai pomme de terre, le mildiou est apparu le 10 juillet. La dynamique de destruction du feuillage pour chacune des modalités pour les variétés Agria et Gasoré est présentée à la figure 1. Les moyennes des valeurs rAUDPC sont présentées au tableau 1. Une réduction de la dose de cuivre appliquée lors de chaque traitement quel que soit le produit utilisé diminue l'efficacité du contrôle. Le cuivre appliqué à 500 g

Cu/ha reste donc la référence en termes de lutte contre le mildiou en agriculture biologique même si il ne suffit pas à protéger totalement la culture à long terme. Le tableau 2 (César V., communication personnelle) montre où se situe les deux variétés testées dans l'échelle de sensibilité variétale de 23 variétés de pomme de terre en conditions naturelles.



**FIGURE 1 : Dynamique de destruction du feuillage (moyenne des 4 répétitions) pour les variétés Agria et Gasoré à Libramont**

Traitement	Moyenne rAUDPC	
	Agria	Gasoré
Oxychlorure (250g Cu)	0,272 +/- 0,017*	0,116 +/- 0,019
Oxychlorure (500g Cu)	0,188 +/- 0,013	0,067 +/- 0,015
Octanoate (144g Cu)	0,337 +/- 0,043	0,214 +/- 0,035
BB Maniflow (250g Cu)	0,266 +/- 0,010	0,113 +/- 0,037

\* Intervalle de confiance de la moyenne

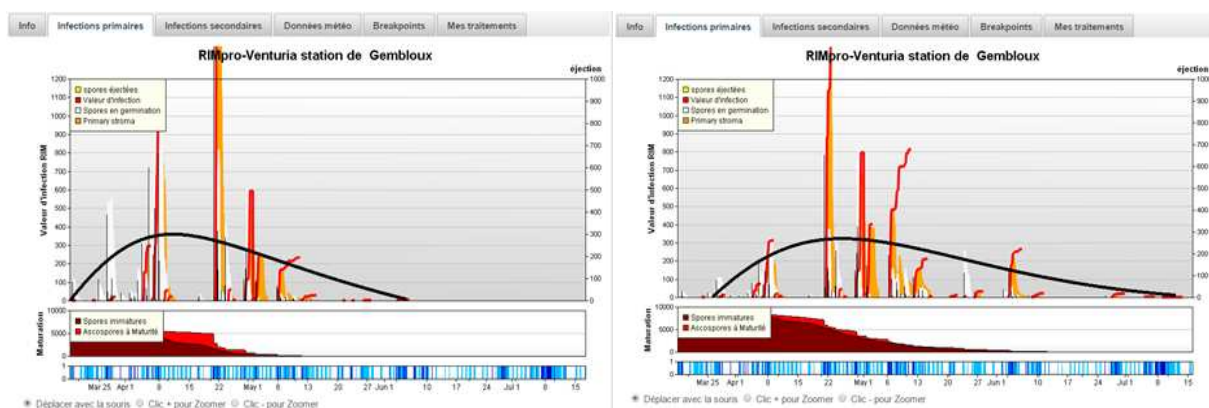
**TABLEAU 1 : Moyennes des valeurs de rAUDPC pour 4 modalités de traitement et 2 variétés, à Libramont**

Variété	rAUDPC*	Note	Sensibilité	Variété	rAUDPC*	Note	Sensibilité
Première	0,696	1,0	Très sensible	Vitabella	0,234	6,3	moyennement sensible
Bintje	0,514	2,6		Allians	0,211	6,6	
Charlotte	0,486	3,0		Coquine	0,211	6,6	
Sinora	0,468	3,2		Gasoré	0,198	6,8	
Innovator	0,452	3,4	Sensible	Miss			Peu sensible
Biogold	0,453	3,4		Malina	0,149	7,4	
Nicola	0,420	3,9		Connect	0,061	8,6	
Linda	0,394	4,2		Cephora	0,034	8,9	
Challenger	0,361	4,6	moyennement sensible	Alouette	0,025	9,0	Très peu sensible
Désirée	0,336	5,0		Bionica	0,008	9,0	
Anouk	0,335	5,0		Sarpo Mira	0,003	9,0	
Agria	0,293	5,5		Carolus	0,003	9,0	

\*relative Area Under Disease Progress Curve

**TABLEAU 2 : Sensibilité variétale de 23 variétés de pomme de terre en conditions naturelles (échelle de 1 à 9)**

En pommier, l'usage du modèle d'avertissement RIMpro validé par les mesures de vol d'ascospores, a permis en 2014 de réduire à 'un' le nombre de traitement avant floraison et cela grâce à une précise simulation des risques d'infection par le modèle (Figure 2). De ce fait, une seule application 'cuivre' a été nécessaire puisque le cuivre ne s'applique pas après floraison. La protection appliquée sur le seul risque d'infection (moyen) du 8 avril (par rapport à huit traitements appliqués au total) n'a pas permis de conclure sur l'efficacité des quatre modalités (l'impact de ce premier risque d'infection s'est révélé trop faible par rapport à l'ensemble des risques de la saison, et donc des taux d'infection qui ne sont pas significativement différents d'une modalité à l'autre).



**FIGURE 2 : Profil des risques d'infection à Gembloux selon le modèle d'avertissement tavelure RIMpro en 2014. A gauche, à partir des paramètres introduits par défaut, à droite, à partir des paramètres adaptés à la réalité biologique (vols d'ascospores mesurés en verger bio sur Gembloux). Une seule infection, moyenne et peu déterminante a eu lieu le 8 avril, avant la période de floraison débutée le 25 avril.**

## **CONCLUSIONS**

Ces essais ont montré, en pomme de terre, que l'efficacité des différents produits cupriques utilisés n'est pas améliorée par la formulation. En pommier, aucune conclusion ne peut être déduite de l'essai suite au seul traitement cuivre appliqué. Grâce à l'outil d'aide à la décision (modèle qui fournit une vision dynamique de l'évolution de la maladie à partir des données météorologiques), il a été possible de cibler la protection sur les risques d'infection et ainsi réduire au maximum l'usage du cuivre. Le traitement systématique est ainsi évité. Il faut noter que depuis juin 2014, l'octanoate de cuivre n'est plus autorisé d'usage en AB.

## **2. RECHERCHE DE MEILLEURES PERFORMANCES D'APPLICATION DU CUIVRE**

### **OBJECTIF**

L'objectif principal de cet essai est d'évaluer l'impact de la diminution des quantités de cuivre appliquées en début de saison, lors du faible développement du couvert végétal. Cela pourrait permettre une meilleure répartition des applications de cuivre sur la saison. Cette technique permettrait en effet d'augmenter le nombre de traitements potentiels tout en respectant la dose maximale autorisée. Trois alternatives ont été explorées : (1) localiser les premiers traitements sur le rang, ce qui réduit, à concentration égale, les volumes et donc les quantités de cuivre apportées par hectare, (2) réduire la concentration de cuivre de moitié tout en maintenant des traitements en plein et (3) comparer l'efficacité de la protection pour deux types de buses utilisées en traitement localisé.

### **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

Deux essais sont réalisés en 2014, le premier chez C. Schippers à Antheit et le deuxième sur une parcelle expérimentale en agroforesterie fruitière au CRA-W à Gembloux (Penteville). L'essai réalisé au CRA-W concerne une collaboration entre le CRA-W, la Fiwap (Filière wallonne de la pomme de terre) et le CTH (Centre Technique Horticole) sur une parcelle conduite et certifiée en AB depuis 12 ans.

Les traitements sont réalisés avec un pulvérisateur de marque ALLAEYS standard porté, muni d'un système de régulation à pression constante. L'écartement entre les buses étant initialement de 50 cm, celui-ci est modifié à 45 cm afin de pouvoir choisir un écartement entre buses de 45 cm ou de 90 cm en obstruant une buse sur deux avec un bouchon. Cet écartement de 90 cm correspond à la distance entre deux buttes de pommes de terre et permet d'avoir une buse juste au-dessus d'une butte. Pour l'essai réalisé à Antheit, deux types de buse sont comparées : la buse standard ALBUZ type APE (110°) et la buse TEEJET type E (9503 E) spécifique aux traitements localisés. Le produit à base de cuivre utilisé est le Cuperit.

A Antheit, l'objectif de l'essai est de comparer deux types de buses en traitement soit localisé soit non localisé. La parcelle est plantée avec la variété ANNABELLE (très sensible) et est conduite en agriculture conventionnelle. L'essai se termine lorsque le développement du mildiou dépasse un seuil critique au-delà duquel des traitements curatifs de rattrapage sont appliqués. La parcelle d'essai fait 43.2 m de large (48 buttes) sur 180m de long et est divisée en 12 blocs de 16 buttes de large et de 40 m de long. L'essai compare trois modalités de traitement (Tableau 3). Pour chaque modalité, il y a trois répétitions. Le nombre et le positionnement des traitements a été dépendant des conditions météorologiques qui ont influencé le développement du mildiou mais également le développement de la culture. Cinq passages en traitement localisé ont été effectués en « début de végétation », ce qui a permis « d'économiser » 1,250 kg de cuivre (soit environ deux traitements en plein) pour les modalités B et C. Ensuite, cinq autres traitements en plein ont été nécessaires pour tenter de contrôler la pression du mildiou en « pleine végétation » (après la fermeture des buttes). L'essai mildiou a été arrêté juste après le dernier traitement. Un traitement curatif a eu lieu trois jours après la



fin de l'essai suivi d'un défanage trois semaines après. Les deux traitements supplémentaires pour les modalités B et C n'ont donc pas été utilisés.

Modalité	Stade de la culture	Concentration en Cu	Ecartement des buses	Type de buse	Volume /ha	Quantité de cuivre (kg/ha)
A	Début de végétation	Dose Pleine	45 cm	APE	100 l/ha	5
	Pleine végétation	Dose Pleine	45 cm		200 l/ha	
B	Début de végétation	Dose Pleine	90 cm	APE	200 l/ha	3,75
	Pleine végétation	Dose Pleine	45 cm		200 l/ha	
C	Début de végétation	Dose Pleine	90 cm	Teejet	200 l/ha	3,75
	Pleine végétation	Dose Pleine	45 cm		200 l/ha	

**TABLEAU 3 : Description des modalités d'application du cuivre dans l'essai d'Antheit en 2014**

A Gembloux, l'objectif de l'essai est de comparer le traitement localisé au traitement plein en début de végétation, pour deux doses de cuivre par application utilisées (250 gr et 500 gr). La parcelle d'essai a été divisée en deux sous-parcelles (130 m sur 16 m) chacune divisée en 6 blocs (18 m sur 16 m). L'essai est conduit sur la variété Allians (moyennement sensible). Pour chaque modalité, il y a trois répétitions. Sur les modalités B et C, cinq passages en traitement localisé sont effectués en « début de végétation », ce qui permet d'économiser 1,25 kg de cuivre. Ensuite, neuf traitements en plein sont appliqués pour tenter de contrôler la pression du mildiou en « pleine végétation » (Tableau 4). Malgré ces traitements, le mildiou se développe et les deux traitements de cuivre supplémentaires disponibles pour les modalités B et C sont utilisés.

Modalité	Stade de la culture	Concentration en Cu	Écartement des buses	Type de buse	Volume /ha	Quantité de cuivre (kg/ha)
A	Début de végétation	Dose Pleine	45 cm	APE	200 l /ha	6 (12x0.5)
	Pleine végétation	Dose Pleine	45 cm		200 l /ha	
B	Début de végétation	Dose Pleine	90 cm	APE	100 l /ha	5,75 (5x0.25) + (9x0.5)
	Pleine végétation	Dose Pleine	45 cm		200 l /ha	
C	Début de végétation	1/2 Dose	45 cm	APE	200 l /ha	5,75 (5x0.25) + (9x0.5)
	Pleine végétation	Dose Pleine	45 cm		200 l /ha	
D	Début de végétation	1/2 Dose	45 cm	APE	200 l /ha	3,5 (14x0.25)
	Pleine végétation	1/2 Dose	45 cm		200 l /ha	

**TABLEAU 4 : Description des modalités d'application du cuivre dans l'essai à Gembloux en 2014**

L'évaluation de l'impact des différentes modalités d'application est faite sur base de trois paramètres mesurés : l'infestation du mildiou (incidence), le rendement et le poids

sous eau (PSE). Le poids sous eau (PSE) permet de déterminer le pourcentage de matière sèche de tubercules de pommes de terre. Il est mesuré par un appareil appelé balance à poids sous eau. En pomme de terre Allians, l'industrie cherche à produire des tubercules avec des poids sous eau variant entre 330 et 350 gr/5 kg. La fourchette reprise ci-dessus est un compromis, et peut aussi varier en fonction de l'âge de la pomme de terre.

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Un premier essai préliminaire mené en 2013 chez un producteur, où le mildiou s'est déclaré après fermeture des buttes, a montré que les traitements à dose pleine avec un écartement entre buses de 90 cm en début de végétation, permet de diminuer de 50% le volume de bouillie par rapport à l'écartement standard de 45 cm, sans diminuer l'efficacité de la protection. Les modalités utilisant une concentration plus faible de cuivre ont montré une diminution de l'efficacité de la protection après la fermeture des buttes suite à l'apparition du mildiou dans la parcelle. Il faut noter que la pression mildiou est faible en 2013.

En 2014, à Antheit, quel que soit le type de buse, on observe la même efficacité de protection pour les traitements localisés que pour les traitements 'en plein' utilisés habituellement par les agriculteurs (Tableau 5). Cette technique de réduction des volumes appliqués permet donc de réduire la quantité de cuivre sans modifier l'efficacité de la protection.

Modalité	21-juin		2-juil		16-juil		Folioles atteintes	Récolte				
	Inc. %	IC	Inc. %	IC	Inc. %	IC		IC	t/ha	IC	PSE	IC
A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	476,3	746,1	50,9	5,0	306,4	8,2
B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,1	1262,5	1824,2	39,9	8,0	297,3	9,5
C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	887,5	706,3	43,2	5,7	300,0	6,2

**TABLEAU 5 : Effet de quatre modalités de traitement sur l'incidence de mildiou, le rendement et le poids sous eau - Essai à Antheit en 2014**

A Gembloux, étant donné la forte pression du mildiou observée en 2014, aucune modalité de traitement n'a résisté aux attaques de mildiou. Cependant, les modalités plus faiblement dosées en cuivre, soit grâce à un traitement localisé sur la butte, soit grâce à l'utilisation de la demi concentration, ne montrent pas des taux d'infection supérieurs, ni des rendements inférieurs par rapport aux autres modalités plus fortement dosées en cuivre (tableau 6). L'effondrement de la résistance s'est passé brutalement à la même période quel que soit la dose utilisée.

Modalité	4/07/2014		20/07/2014		5/08/2014		Récolte			
	% atteint /parcelle	IC	% atteint /parcelle	IC	% atteint /parcelle	IC	t/ha	IC	PSE	IC
A	0,0	0,0	3,9	9,5	48,3	63,1	66,2	2,8	306,8	12,5
B	0,0	0,0	3,8	8,1	61,7	34,0	61,3	3,4	293,5	9,4
C	0,0	0,0	2,6	3,9	56,7	45,2	64,3	2,9	299,0	16,4
D	0,0	0,0	1,7	1,0	53,3	42,5	63,1	2,9	297,8	13,2

**TABLEAU 6 : Effet de quatre modalités de traitement sur l'incidence de mildiou, le rendement et le poids sous eau - Essai à Gembloux en 2014**

## CONCLUSIONS

Ces essais démontrent qu'il est possible de réduire la quantité de cuivre utilisée en effectuant des traitements localisés en début de végétation, sans diminuer l'efficacité de la protection, quel que soit le site, la variété, la buse.

En présence d'une variété sensible et sous pression moyenne du mildiou, il est préférable de ne pas descendre en dessous d'une concentration de 500 gr de cuivre par passage.

L'utilisation de variétés peu ou moyennement sensibles au mildiou semble un facteur majeur de réussite en production biologique.

Il semble également qu'un changement de la réglementation s'impose à partir du moment où le fractionnement de l'apport de cuivre semble être une pratique justifiée et efficace en AB. Ce fractionnement se justifie aussi au vu des rendements et des valeurs ajoutées possibles dans ce type de culture.

Les enquêtes réalisées en Belgique montrent que la quantité annuelle maximale de 4 kg/ha/an recommandée par certains pays de l'union ne permettrait pas, vu la sensibilité des variétés généralement cultivées, dans l'état actuel des pratiques et des connaissances une protection suffisante des cultures biologiques contre les champignons pathogènes, les années à forte pression de maladie. Les techniques de traitements localisés en début de saison développées dans ces essais sont des pistes à poursuivre pour répondre à ce défi.

## REFERENCES

- INERIS, 2010. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : cuivre, composés et alliages, 82 p., <http://www.ineris.fr/substances/fr/>
- ITAB, 2013. Argumentaire pour le maintien d'une dose efficace de cuivre en agriculture. <http://www.itab.asso.fr/> le 25/03/2014. 20 pp
- Jamar L., 2011. Innovative strategies for the control of apple scab in organic apple production (Thèse de doctorat), <http://orbi.ulg.ac.be>. University of Liege – Gembloux Agro-Bio Tech, 188 p.
- Jamar L., Lateur M., Tournant L., Wateau K., Dewaegeneire P., Oste S., Montignies E., Thiran B., Delebecq A., Fitoussi J., 2013. Les principales clés du verger bio transfrontalier, Ed. Interreg IV TransBioFruit, pp. 84, <http://www.cra.wallonie.be/fr/52/brochures-et-dossiers/680>

Jamar L., César V., Bataille C. 2014. Réduction du cuivre – Focus pomme de terre et arboriculture fruitière. Itinéraire Bio 16, 20-24

VETAB, 2005. Guide de l'Agriculture Biologique en Grandes Cultures, Interreg III, 44 pp, [http://www.cebio.be/documents\\_telechargeables/guide\\_cplt.pdf](http://www.cebio.be/documents_telechargeables/guide_cplt.pdf)

Smolders E., Moors K., Oorts K, 2013. Surveying soils for total soil Cu in Belgium. Final report to the EUCuTF. K.U. Leuven and Arche-Consulting Gent, pp. 11