

Essais de lutte contre les vers fil de fer (*Agriotes* spp.) dans la pomme de terre en Suisse

Floriane Bussereau, Stève Breitenmoser, Maud Tallant, Gaétan Riot, Françoise Klötzli, Ruedi Schwärzel, Jean-Marie Torche, Brice Dupuis, Thomas Steinger
Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

Renseignements: Floriane Bussereau, e-mail: floriane.bussereau@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs15-138> Date de publication: 3. Mai 2024



Figure 1 | Tubercule de pomme de terre avec une galerie et un ver fil de fer.

(Photo: Floriane Bussereau, Agroscope)

Résumé

Afin de lutter contre les vers fil de fer (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae) dans les pommes de terre, différents produits phytosanitaires à base de *Chlorpyrifos*, *Spinosad*, *Spirotetramat*, *Téfluthrine*, *Fipronil*, *Metarhizium brunneum* et *Beauveria bassiana* ont été testés. Trois périodes d'applications ont été prises en considération: dans la dérobée précédant les pommes de terre, lors de la plantation des pommes de terre ou six semaines après la plantation. L'effet des traitements a été évalué en mesurant la proportion de tubercules présentant des dégâts dus aux vers fil de fer. Aucun des procédés de lutte testés, hormis ceux à base de *Fipronil* (Goldor Bait®), n'ont permis de réduire de façon significative le pourcentage de

tubercules de pomme de terre attaqués par les vers fil de fer comparés aux témoins non traités. Les résultats obtenus avec le *Fipronil* semblent montrer que la lutte est plus efficace quand elle est exercée l'automne précédant la production des pommes de terre. La pression des vers fil de fer dans ces essais a été très élevée certaines années, se situant entre 45 et 50 % de tubercules endommagés dans le témoin non traité. Pour des recherches futures, il semble prometteur d'envisager la lutte contre ce ravageur à l'échelle de la rotation.

Key words: Wireworms, Pest Management, Potato, Insecticide, Time of application.

Introduction

Les vers fil de fer (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae), aussi appelés larves de taupins, sont des ravageurs très polyphages qui peuvent engendrer d'importants dégâts dans diverses cultures dont la pomme de terre (Parker & Howard, 2001). Dans cette culture, les larves creusent des galeries dans les tubercules (fig. 1), ce qui impacte la qualité de la récolte. Lorsque la proportion de tubercules présentant des trous est trop importante, soit 7 % de tubercules pour la Suisse (Swisspatat, 2022), la récolte ne peut plus être valorisée correctement, engendrant des pertes économiques importantes pour les producteurs.

Les principales espèces de vers fil de fer présentes en Suisse dans les grandes cultures sont: *Agriotes lineatus* (L.), *A. obscurus* (L.), *A. sputator* (L.) (Jossi et al., 2008). L'insecte passe en moyenne quatre ans dans le sol sous forme larvaire (Miles, 1942) avec deux périodes d'activité par année, de fin mars à début mai et de juillet jusqu'en octobre (Evans, 1944). En Suisse, les pics d'activité sont principalement observés au printemps entre mai et juin et en automne autour du mois de septembre (Jossi, 2001)

Dans le passé en Suisse, les vers fil de fer étaient contrôlés à l'aide du produit Regent® (substance active: *Fipronil*), qui était enrobé sur des graines d'avoine. Cette avoine était alors utilisée comme dérobée avant la plantation des pommes de terre. Par la suite, le produit Ephosin® (substance active: *Chlorpyrifos*) a été utilisé et appliqué sous forme de granulés lors de la plantation des pommes de terre. L'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) a révoqué l'agrément pour l'utilisation de ces produits en 2014 pour le Regent® et en 2021 pour l'Ephosin®. Depuis, il n'y a plus de solution efficace à disposition des agriculteurs. Néanmoins, quelques pistes de lutte à base de champignons entomopathogènes tels que *Metarhizium brunneum* (Brandl et al., 2017; Eckard et al., 2014; Reinbacher et al., 2021; Rogge et al., 2017) et *Beauveria bassiana* (Ester & Huiting, 2007) existent avec des efficacités qui peuvent fluctuer en fonction de l'espèce d'*Agriotes*.

L'article présente les résultats d'essais conduits entre 2015 et 2019, principalement issus du projet «Stratégies innovantes dans la lutte contre les vers fil de fer 2015–2017». Dans le cadre de ce projet, la partie attribuée et étudiée concernait principalement l'étude des matières actives chimiques encore disponibles sur le marché ainsi que l'optimisation de l'efficacité en fonction de la période d'application.

Méthodes

Les essais de lutte contre les vers fil de fer dans la pomme de terre ont été réalisés à La Frêtaz (VD), à 1200 m d'altitude, entre 2015 et 2019. Les pommes de terre ont été plantées chaque année en mai après 4 ans de prairies. Les variétés de pommes de terre utilisées étaient Amandine en 2015 et Erika entre 2016 et 2019.

Les différents procédés testés sont représentés dans le tableau 1. Ils sont composés des substances actives (SA) suivantes: *Chlorpyrifos*, *Spinosad*, *Spirotetramat*, *Téfluthrine*, *Fipronil*, *Metarhizium brunneum* et *Beauveria bassiana*.

Selon les procédés, des supports pour les produits ont été utilisés. Ces derniers étaient représentés par de l'avoine (140kg/ha) ou des appâts à base d'amidon de maïs (10kg/ha). Ces supports ont été choisis, car ils dégagent du CO₂, molécule attractive pour les vers fil de fer (Barsics et al., 2014; Doane et al., 1975), ce qui favorise le contact entre le ravageur et les différentes substances actives.

Trois périodes de lutte ont été définies:

- Lutte à l'automne dans la dérobée précédant les pommes de terre
- Lutte à la plantation des pommes de terre
- Lutte post-plantation des pommes de terre

Le produit de référence, Goldor Bait® a été choisi, car sa substance active, le *Fipronil*, est identique à celle du produit Regent®, efficace contre les vers fil de fer (Jossi, 2001), et communément utilisé jusqu'à son retrait en 2014. Il a été appliqué conjointement à l'avoine dans la dérobée ou directement dans les buttes lors de la plantation.

Dans l'ensemble des essais, les buttes de pommes de terre étaient séparées de 75 cm et les plantes de 33 cm.

Lutte dans la dérobée précédant les pommes de terre

Les produits testés ont été appliqués en tant qu'enrobage sur les graines d'avoine (140kg/ha) servant de support et de dérobée. L'avoine a été semé en août-septembre. Les pommes de terre, quant à elles, ont été plantées l'année suivante. Les parcelles unitaires étaient composées de six lignes de 25 plantes. Ces essais ont été réalisés en 2016 et 2017.

Lutte à la plantation des pommes de terre

Les différents procédés ont été mis en place directement dans les buttes lors de la plantation des pommes de terre. Les graines d'avoines enrobées, les granulés ou

les appâts, ont été incorporés à l'intérieur des buttes. Les parcelles unitaires étaient composées de quatre lignes de 25 plantes. Ces essais ont été réalisés en 2015 et 2016.

Lutte post-plantation des pommes de terre

Les attaques de vers fil de fer étant souvent constatées à la fin de l'été (Swisspatat *et al.*, 2022), une deuxième période de lutte plus tardive a donc été testée. Une application six semaines après la plantation a été réalisée dans les buttes de pommes de terre à l'aide d'appâts ou de granulés afin de mieux cibler l'emploi des produits phytosanitaires en fonction de la période d'attaque des vers fil de fer. Ces essais ont été réalisés en 2017 et 2019. Concernant les produits Velifer® et Attracap®, tous deux à base de champignons entomopathogènes qui n'ont pas été testés dans les périodes de lutte précédentes, un procédé avec une application lors de la plantation a également été ajouté. Goldor Bait®, produit de référence, a été appliqué lors de la plantation selon les recommandations d'usage. Les parcelles unitaires étaient composées de quatre lignes de 25 plantes.

Observations

Les dégâts dus aux vers fil de fer ont été évalués selon le standard PP1/46 (EPP0, 2005) de l'Organisation Européenne pour la Protection des Plantes. Dans chaque

parcelle unitaire, au minimum 100 tubercules ont été évalués après la récolte (BBCH99). Ils sont issus des deux buttes centrales de chaque parcelle unitaire. Après lavage, les tubercules ont été classés dans deux catégories: sans dommages ou au minimum un dommage lié aux vers fil de fer (trous, galeries).

Analyses statistiques

Pour toutes les données, un test d'analyse de la variance (ANOVA), avec recours à un modèle linéaire, a été utilisé. La proportion de tubercules endommagés par les vers fil de fer a été mesurée puis la différence entre le témoin et les différents procédés a été évaluée à l'aide d'un test de Dunnett. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec R 4.2.2 (R Core Team, 2022).

Résultats

Lutte dans la dérobée précédant les pommes de terre

Les différents produits testés, à l'exception du produit de référence Goldor Bait®, n'ont pas permis de diminuer significativement les dégâts causés par les vers fil de fer par rapport au témoin non traité, c'est-à-dire l'avoine seule (test de Dunnett) (fig. 2). Malgré une pression importante des vers fil de fer (46 % de tubercules endommagés dans le témoin non traité), le produit de

Tableau 1 | Procédés et substances actives testés dans les essais de lutte contre les vers fil de fer entre 2015 et 2019 sur le domaine d'Agroscope à La Frêtaz (VD). Goldor Bait® correspond au témoin positif, Avoine seule et Sol nu aux témoins négatifs.

Produit	Substance active	Lutte dans la dérobée précédant les pommes de terre (2016 et 2017)	Lutte à la plantation des pommes de terre (2015 et 2016)	Lutte post-plantation (six semaines) des pommes de terre (2017 et 2019)	Formulation utilisée
Pyrinex®	Chlorpyrifos 500 g/ha	X	X	X	Enrobage sur avoine / appât
Audienz®	Spinosad 96 g/ha	X	X	X	Enrobage sur avoine / appât
Movento SC®	Spirotetramat 75 g/ha	X	X		Enrobage sur avoine
Produit 1	Téfluthrine 100 g/ha		X	X	Granulé
Ephosin®	Chlorpyrifos 500 g/ha		X		Granulé
Attracap®	Metarhizium brunneum souche Cb15-III 4,8 × 10 ¹¹ spores/ha			X ¹	Appât
Velifer®	Beauveria bassiana souche PPRI 5339 1,2 × 10 ¹³ spores/ha			X ¹	Liquide (plantation) / Enrobage sur appât (post-plantation)
Goldor Bait® ¹ (Référence)	Fipronil 50 g/ha	X	X	X ²	Appât
Avoine seule (Témoin non-traité)	–	X			
Sol nu (Témoin non-traité)	–		X	X	

¹ Procédé supplémentaire avec application uniquement à la plantation

² Application uniquement à la plantation

référence Goldor Bait® a permis un contrôle significatif (test de Dunnett, $p < 0,001$) avec une efficacité de 89,6% (4,8% de tubercules endommagés par les vers fil de fer), permettant ainsi une prise en charge de la récolte aux conditions suisses.

Lutte à la plantation des pommes de terre

Hormis Goldor Bait® ($p < 0,001$), l'application des différents procédés lors de la plantation des pommes de terre n'a pas permis de réguler les dégâts occasionnés par les vers fil de fer comparé au témoin «Sol nu» (test de Dun-

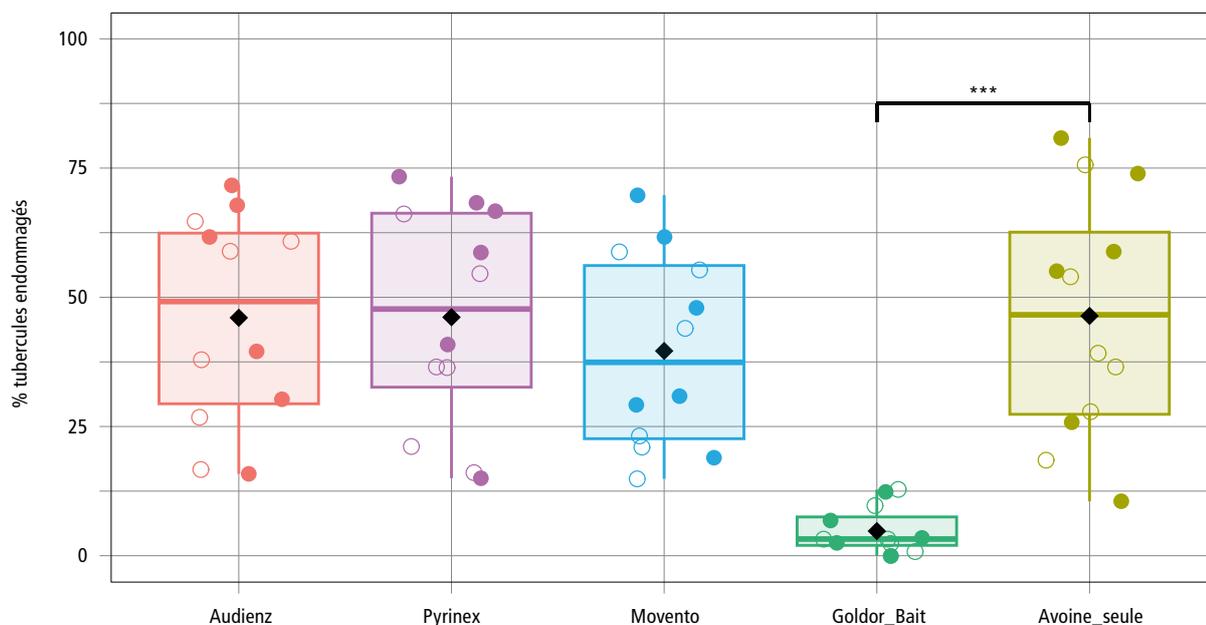


Figure 2 | Pourcentage de tubercules de pommes de terre endommagés par les vers fil de fer en 2016 (ronds vides) et 2017 (ronds pleins) sur le site de La Frêtaz (VD) en fonction des traitements utilisés dans la dérobée précédant la culture de pomme de terre. Les losanges représentent la moyenne de chaque procédé. Les différences significatives par rapport au témoin «Avoine seule» sont représentées comme suit * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ (test de Dunnett).

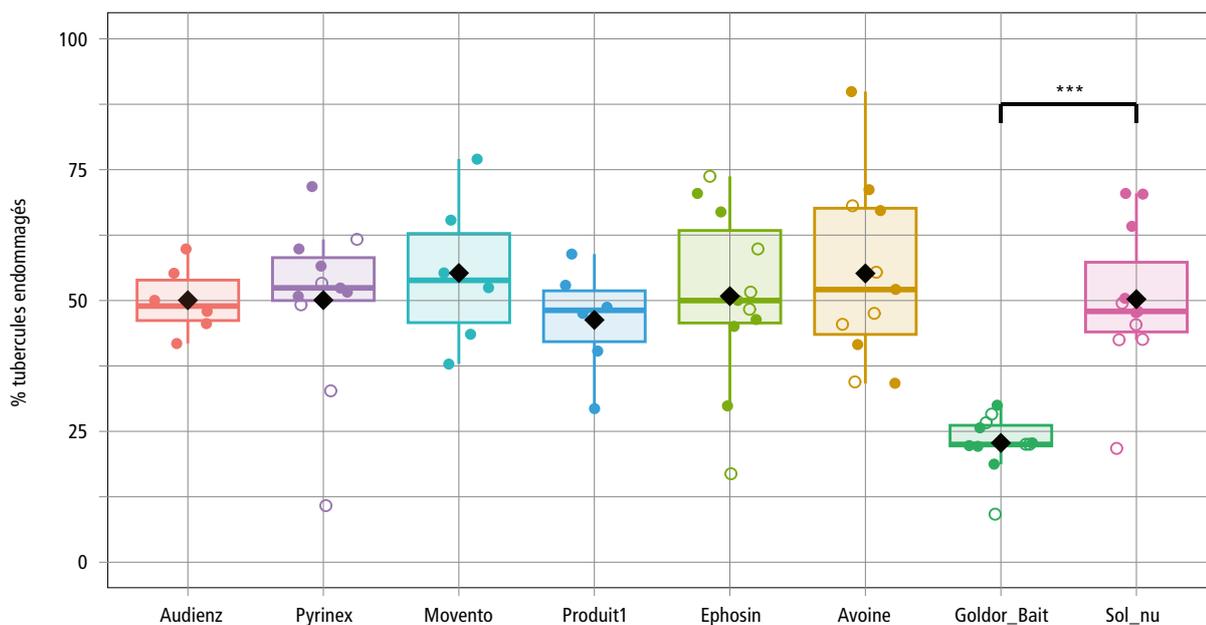


Figure 3 | Pourcentage de tubercules de pommes de terre endommagés par les vers fil de fer en 2015 (ronds vides) et 2016 (ronds pleins) sur le site de La Frêtaz (VD) en fonction des traitements utilisés lors de la plantation. Les losanges représentent la moyenne de chaque procédé. Les différences significatives par rapport au témoin «Sol nu» sont représentées comme suit * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ (test de Dunnett).

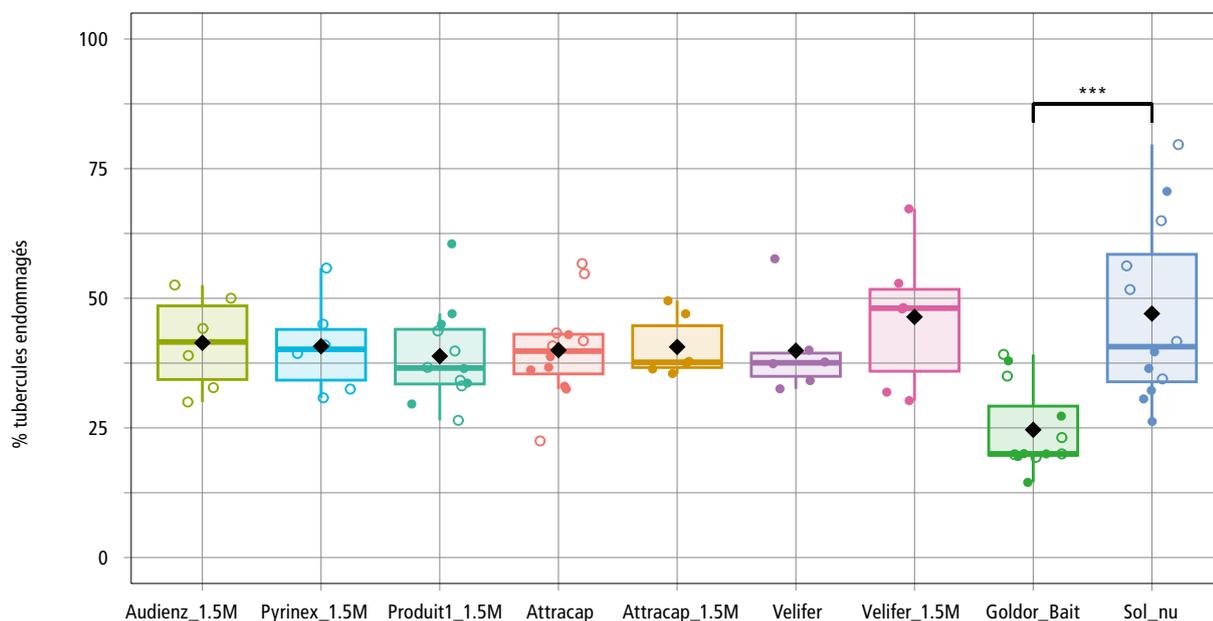


Figure 4 | Pourcentage de tubercules de pommes de terre endommagés par les vers fil de fer en 2017 (ronds vides) et 2019 (ronds pleins) sur le site de La Frêtaz (VD) en fonction des produits utilisés lors de la plantation ou six semaines après la plantation (1.5M). Les losanges représentent la moyenne de chaque procédé. Les différences significatives par rapport au témoin «Sol nu» sont représentées comme suit * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ (test de Dunnett).

nett) (fig. 3). Avec en moyenne 22,8 % de tubercules endommagés par les vers fil de fer, l'efficacité de Goldor Bait® était de 54,7 %. Dans l'ensemble des procédés, la proportion de tubercules endommagés par les vers fil de fer était trop élevée pour permettre une prise en charge de la récolte aux conditions suisses.

Lutte post-plantation des pommes de terre

La lutte six semaines après la plantation avec des produits chimiques ou avec des champignons entomopathogènes n'a pas permis de réduire significativement le taux de tubercules endommagés par les vers fil de fer comparé au témoin «Sol nu». Seul le produit de référence Goldor Bait® (appliqué à la plantation des pommes de terre) montre une différence significative (test de Dunnett $p < 0,001$) avec une efficacité de 47,7 % (24,6 % de tubercules endommagés contre 47 % pour le témoin «Sol nu»; fig. 4). Aucun procédé testé ne peut être considéré comme efficace, car la récolte n'a pas pu être commercialisée (> 7 % de tubercules endommagés).

Discussion

La pression des vers fil de fer a été importante dans l'ensemble des essais, ce qui a permis d'évaluer l'efficacité des produits testés. Cependant, cette forte pression pourrait également avoir masqué un éventuel effet partiel de certains produits.

Dans ces essais, la *Téfluthrine* contenue dans le produit 1 n'as pas permis de réduire les dégâts causés par les vers fil de fer. Cette substance active possède un bon effet répulsif en laboratoire, mais ne cause pas la mort de l'insecte (Van Herk, Vernon, & Roitberg, 2008; Van Herk *et al.*, 2015).

L'utilisation du *Chlorpyrifos* (Ephosin® et Pyrinex®) n'a pas permis de réduire le taux de tubercules endommagés par les vers fil de fer, indépendamment de la période d'application. En laboratoire, Van Herk *et al.* (2015) ont montré que l'effet de répulsion du *Chlorpyrifos* était plutôt faible à un dosage de 50 g SA/100 kg de semences. En comparaison, nos essais en plein champ ont été réalisés avec une dose sept fois supérieure.

Il est à noter qu'entre-temps la substance active *Chlorpyrifos* a été retirée du marché en Suisse (délai d'utilisation 2021).

Les substances actives *Spinosad* (Audienz®) et *Spirotetramat* (Movento SC®) ne montrent aucune efficacité dans la réduction des dommages faits aux tubercules de pomme de terre. Ce manque d'efficacité est également mis en évidence par Van Herk *et al.* (2015) dans des essais en laboratoire. En effet, ces deux substances actives n'engendrent pas de mortalité chez les vers fil de fer. Seul le *Spirotetramat* a montré un léger effet répulsif.

Le *Fipronil* (Goldor Bait®) est le seul produit ayant permis de réduire significativement les dégâts provoqués par les vers fil de fer dans l'ensemble des essais. Le *Fipronil*,

désormais interdit en Europe comme en Suisse, n'est plus disponible sur le marché. Cependant, son application dans les essais a permis d'avoir un point de référence concernant le pourcentage de tubercules endommagés par les vers fil de fer lors de l'utilisation d'un produit réputé efficace (Van Herk, Vernon, Tolman, *et al.*, 2008). Malgré son efficacité observée, le *Fipronil* n'a pas toujours permis de garantir une protection suffisante en cas de forte pression des vers fil de fer.

En 2016, le produit Goldor Bait® a montré un taux de tubercules endommagés par les vers fil de fer significativement inférieur lorsque la lutte était réalisée durant l'automne précédant les pommes de terre comparée à celle réalisée à la plantation des pommes de terre ($p < 0,001$). L'efficacité a été de respectivement 89,6 % et 54,7 %. De plus, lors de l'application à l'automne, le taux de tubercules endommagés était inférieur au seuil d'acceptabilité de 7 % pour la commercialisation de la récolte.

La période durant laquelle la lutte contre les vers fil de fer est réalisée est une composante importante de la réussite de cette dernière ainsi que de son niveau d'efficacité. L'activité des vers fil de fer dans le sol étant fluctuante au cours de l'année avec des pics d'activités entre mai et juin ainsi qu'en septembre (Jossi, 2001), il est nécessaire de lutter durant ces périodes. Une lutte trop précoce par rapport à l'activité des larves (par ex: lors de la plantation en mars-avril) aurait pour conséquence une diminution de l'efficacité. Il faut néanmoins considérer que la période d'application permettant une efficacité maximale peut varier d'un produit à un autre en fonction de son mode d'action et de sa rapidité d'action. Les produits à base de champignons entomopathogènes pourraient avoir un comportement différent des produits de synthèse, car la sporulation est nécessaire avant de pouvoir infecter les larves de ver fil de fer (Reinbacher *et al.*, 2021).

Bibliographie

- Barsics, F., Francis, F., Haubruge, E., & Verheggen, F. (2014). The role of olfaction in wireworms: A review on their foraging behavior and sensory apparatus. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, **18**.
- Brandl, M. A., Schumann, M., Przyklenk, M., Patel, A., & Vidal, S. (2017). Wireworm damage reduction in potatoes with an attract-and-kill strategy using *Metarhizium brunneum*. *Journal of Pest Science*, **90**(2), 479–493. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0824-x>
- Doane, J. F., Lee, Y. W., Klingler, J., & Westcott, N. D. (1975). The Orientation response of *Ctenicera destructor* and other wireworms (Coleoptera: Elateridae) to germinating grain and to carbon dioxide. *The Canadian Entomologist*, **107**(12), 1233-1252. <https://doi.org/10.4039/Ent1071233-12>
- Eckard, S., Ansari, M. A., Bacher, S., Butt, T. M., Enkerli, J., & Grabenweger, G. (2014). Virulence of *in vivo* and *in vitro* produced conidia of *Metarhizium*

Conclusions

Les différents produits et périodes testés, hormis le produit de référence Goldor Bait® (*Fipronil*), n'ont pas permis de lutter efficacement contre les vers fil de fer et leurs dégâts dans la culture de pommes de terre. La pression des vers fil de fer étant très élevée, il se pourrait que nos essais n'aient pas permis de détecter une efficacité partielle de certains produits qui aurait pu s'exprimer dans des conditions de pression faibles à modérées. La lutte contre les vers fil de fer reste complexe du fait de la longue durée du cycle de ce type de ravageur, de la présence potentielle de plusieurs espèces différentes à différents stades larvaires et, enfin, de la difficulté à localiser les zones fortement atteintes au sein d'une parcelle. Comme nous l'avons observé avec le Goldor Bait®, la période de mise en œuvre de la lutte est un paramètre qui joue un rôle important et doit être prise en compte pour les recherches futures. La piste d'une lutte sur l'ensemble de la rotation est certainement une perspective intéressante à étudier, notamment avec des champignons entomopathogènes (Reinbacher *et al.*, 2021). ■

Remerciements

Nous remercions notre collègue Walter Herren pour sa collaboration tout au long des essais ainsi que les différents auxiliaires et civilistes qui ont apporté leur aide.

Les données présentées dans cet article font partiellement partie du projet «Stratégies innovantes dans la lutte contre les vers fil de fer 2015-2017». L'objectif de ce projet était le développement de méthodes de luttes biologiques et chimiques contre les vers fil de fer dans les pommes de terre, tout en étant efficaces, respectueuses de l'environnement et adaptées à la pratique agricole. Ce projet a été mené en collaboration avec la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL à Zollikofen, l'Université de Göttingen (D) et Agroscope et avec le soutien financier de l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), l'Union Suisse des producteurs de pommes de terre (USPPT), Swisspatat et Stähler Suisse SA.

- *brunneum* strains for control of wireworms. *Crop Protection*, **64**, 137–142. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.06.017>
- EPPO. (2005). Wireworms. *EPPO Bulletin*, **35**, 179–182.
- Ester, A., & Huiting, H. (2007). Controlling wireworms (*Agriotes* spp.) in a potato crop with biologicals. *IOBC/WPRS Bull.*, **30**, 189–196.
- Evans, A. C. (1944). Observations on the biology and physiology of wireworms of the genus *Agriotes* Esch. *Annals of Applied Biology*, **31**(3), 235–250. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1944.tb06733.x>
- Jossi, W., Schweizer, C., & Keller, S. (2008). Schnellkäferarten und biologische Bekämpfung der Drahtwürmer. *Agrarforschung*, **15**, 76–81.
- Miles, H. W. (1942). Wireworms and agriculture, with special reference to *AGRIOTES* OBSCURUS L. *Annals of Applied Biology*, **29**(2), 176–180. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1942.tb07585.x>

- Parker, W. E., & Howard, J. J. (2001). The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the U.K. *Agricultural and Forest Entomology*, **3**(2), 85–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2001.00094.x>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. In R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Reinbacher, L., Bacher, S., Knecht, F., Schweizer, C., Sostizzo, T., & Grabenweger, G. (2021). Preventive field application of *Metarhizium brunneum* in cover crops for wireworm control. *Crop Protection*, **150**, 105811. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105811>
- Rogge, S. A., Mayerhofer, J., Enkerli, J., Bacher, S., & Grabenweger, G. (2017). Preventive application of an entomopathogenic fungus in cover crops for wireworm control. *BioControl*, **62**(5), 613–623. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9816-x>
- Swisspatat. (2022). *Conditions de prise en charge, Récolte de pommes de terre 2022: Pommes de terre de table*.
- Swisspatat, Agridea, & USPPT. (2022). Fiche qualité - Vers fil de fer (taupins). In: Swisspatat.
- Van Herk, W., Vernon, R., & Roitberg, B. (2008). Repellency of a Wireworm, *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae), on Exposure to Synthetic Insecticides in a Soil-Less Bioassay. *Environ Entomol*, **37**, 534–545. [https://doi.org/10.1603/0046-225X\(2008\)37\[534:ROAWAO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0046-225X(2008)37[534:ROAWAO]2.0.CO;2)
- Van Herk, W., Vernon, R., Tolman, J. H., & Ortiz Saavedra, H. (2008). Mortality of a Wireworm, *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae), after Topical Application of Various Insecticides. *Journal of Economic Entomology*, **101**(2), 375–383. <https://doi.org/10.1093/jee/101.2.375>
- Van Herk, W., Vernon, R., Vojtko, B., Snow, S., Fortier, J., & Fortin, C. (2015). Contact behaviour and mortality of wireworms exposed to six classes of insecticide applied to wheat seed. *Journal of Pest Science*, **88**. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0697-4>