

Les vers fil-de-fer dans les grandes cultures au Québec

Julien Saguez et Geneviève Labrie, Centre de recherche sur les grains (CÉROM)

La méconnaissance des ravageurs peut mener à l'utilisation non raisonnée de pesticides. Dans les grandes cultures au Québec, l'une des causes de l'utilisation systématique des traitements insecticides, tels que les néonicotinoïdes, est le manque de connaissances sur les ravageurs des semis pouvant affecter les cultures. Les vers fil-de-fer ou larves de taupin (Coleoptera : Elateridae) figurent en tête de liste des ravageurs présentant le plus de risques pour les semis. Afin de mettre en place des stratégies de lutte intégrée contre ces ravageurs du sol, il convenait donc d'en connaître davantage sur les espèces présentes ainsi que sur leur abondance et leur répartition puisque peu d'études ont été menées au Québec sur ceux-ci. C'est pourquoi, depuis 2011, des dépistages ciblant les vers fil-de-fer ont été réalisés en utilisant des pièges-appâts installés dans plus de 800 sites au Québec. Les données collectées et l'identification des espèces ont permis de mettre en évidence la présence de neuf genres différents; le taupin trapu (*Hypnoidus abbreviatus*) et le taupin commun (*Melanotus similis*) sont les deux espèces prédominantes au Québec (figure 1E et 1G respectivement). L'abondance et la répartition des espèces varient non seulement d'une région agronomique à l'autre, mais aussi selon les années. Une meilleure connaissance de ces espèces permettra de mieux définir les sites à risques ainsi que de développer et mettre en place des méthodes de lutte alternative aux pesticides. Cet article dresse un portrait des données les plus récentes acquises sur ces ravageurs du sol dans les grandes cultures au Québec.

Que sont les vers fil-de-fer ?

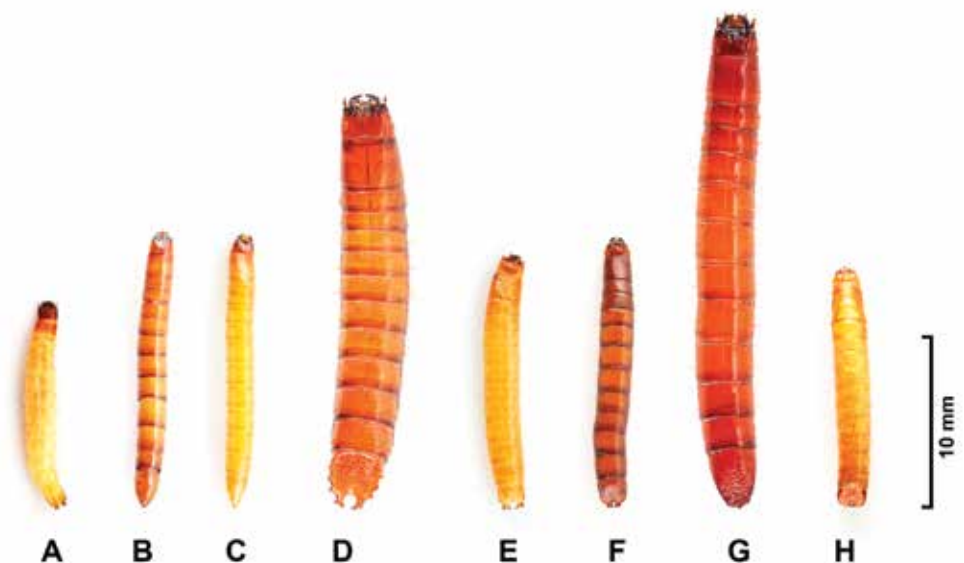
Les taupins (Coleoptera : Elateridae) constituent une importante famille de coléoptères avec 10 000 espèces décrites dans le monde, dont 1000 espèces présentes en Amérique du Nord (Johnson 2002). Les taupins passent la majeure partie de leur vie sous forme larvaire que l'on nomme « vers fil-de-fer ». En effet, après l'éclosion des œufs, les vers fil-de-fer (VFF) peuvent vivre de 1 à 6 ans dans le sol avant d'entrer en pupaison et de devenir adulte. Le cycle vital de ces insectes est toutefois peu documenté et varie en fonction de l'environnement, des genres et des espèces. Selon l'espèce et le stade de développement, leur taille peut varier de 2 à 40 mm et leur couleur, de blanc à brun orangé. Ils possèdent un corps dur, cylindrique ou aplati et lustré et passent à travers 11 à 13 stades larvaires. L'identification morphologique des différentes espèces se fait, en général, par une observation de la tête, mais aussi du dernier (le neuvième) segment abdominal. Une identification par des techniques de biologie moléculaire peut être nécessaire pour identifier certaines espèces (Benefer et al. 2013, Vernon et van Herk 2013). Les VFF se déplacent verticalement dans le sol en fonction de la température et du taux d'humidité du

sol ainsi que de leurs besoins alimentaires. Ainsi, les VFF remontent près de la surface lorsque la température du sol dépasse 8 °C, soit entre la mi-mai et la mi-juin. C'est à ce moment qu'ils s'alimentent jusqu'à ce que la température extérieure atteigne environ 25 °C.

Au-delà de cette température, ou si l'humidité du sol devient très faible, les VFF peuvent s'enfoncer à plusieurs dizaines de centimètres. Compte tenu de la durée de leur cycle de développement et de ces mouvements verticaux dans le sol, les VFF sont très résistants à l'hiver.

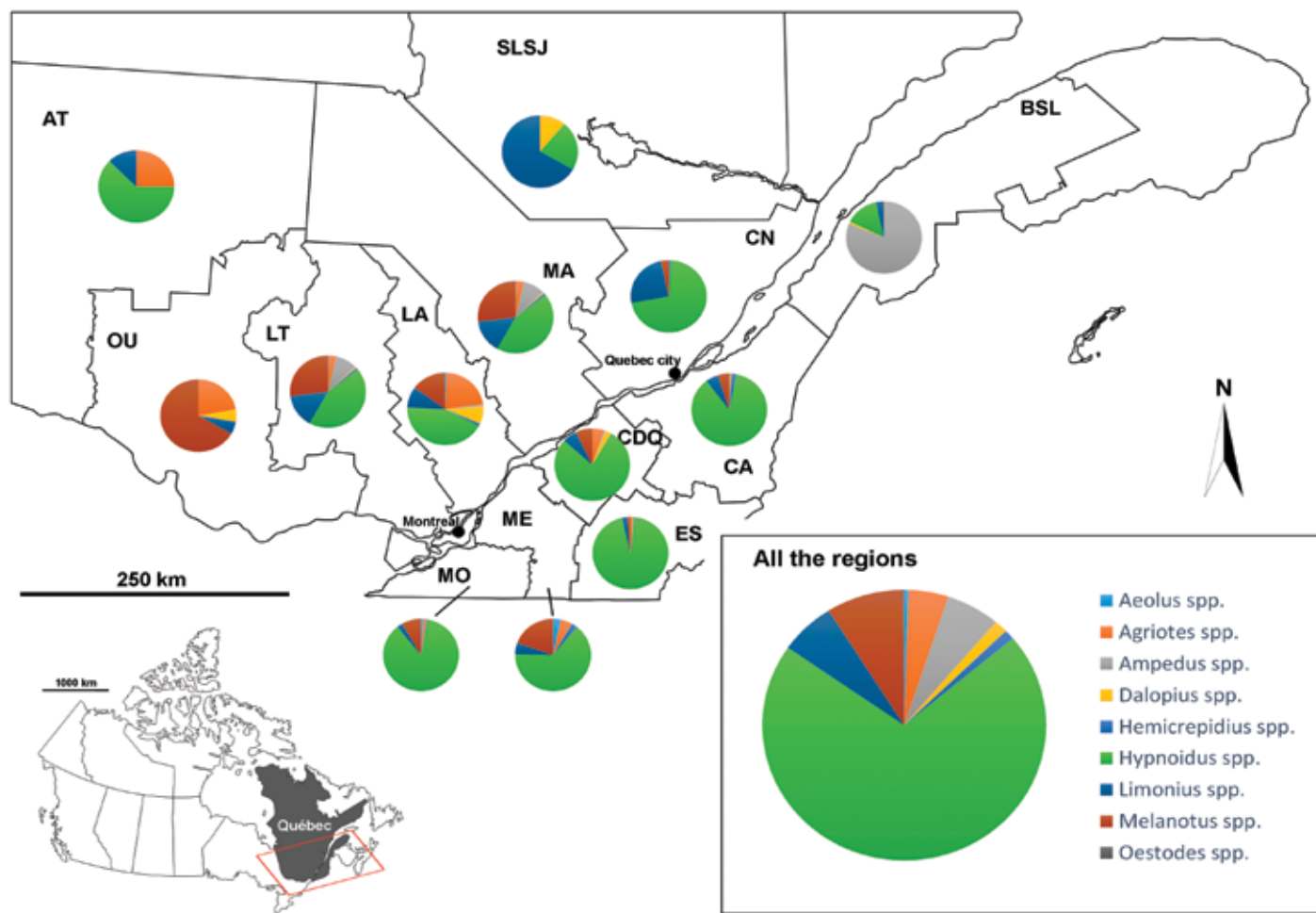
FIGURE 1

Genres et espèces de vers fil-de-fer rencontrés dans les grandes cultures au Québec



A : *Aeolus* sp. B : *Agriotes* sp. C : *Dalopius* sp. D : *Hemicrepidius* sp.
E : *Hypnoidus abbreviatus* F : *Hemicrepidius* sp. G : *Melanotus similis* H : *Oestodes* sp.

FIGURE 2
Communautés de vers fil-de-fer répertoriées au Québec



Dans les grandes cultures au Québec, c'est le taupin trapu, *Hypnoidus abbreviatus* (Say) qui est l'espèce prédominante puisqu'elle représente un peu plus de 70 % des individus collectés.

Qu'en est-il des populations de vers fil-de-fer dans les grandes cultures au Québec?

Depuis 2011, des dépistages sont effectués (au printemps et à l'automne) par le Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) - Grandes Cultures ainsi que dans le cadre de projets effectués par le CÉROM et par les Clubs-Conseils financés par le MAPAQ. Cela a permis de collecter des données sur les VFF dans les principales grandes cultures, à savoir le maïs, le soya, les céréales et les prairies. Ce sont plus de 800 sites qui ont ainsi été dépistés dans 13 régions du Québec. Cela représente près de 25000 pièges-appâts installés et plusieurs milliers de VFF collectés (tous les spécimens amassés ont été identifiés par le Laboratoire de diagnostic en phyto-protection du MAPAQ). Les résultats de ces dépistages ont révélé neuf genres

différents : *Aeolus*, *Agriotes*, *Ampedus*, *Dalopius*, *Limonius*, *Hemicrepidius*, *Hypnoidus*, *Melanotus* et *Oestodes* (fig. 1). Les plus abondants étaient *Hypnoidus*, *Melanotus*, *Ampedus*, *Limonius* et *Agriotes*. Les données collectées de 2011 à 2015 ont également montré une grande hétérogénéité de communauté, non seulement entre les différentes régions agro-nomiques du Québec, mais aussi entre les années (fig. 2).

Dans les grandes cultures au Québec, c'est le taupin trapu, *Hypnoidus abbreviatus* (Say) qui est l'espèce prédominante puisqu'elle représente un peu plus de 70 % des individus collectés. Ceci corrobore les travaux de Lafrance et Cartier (1964) ainsi que de Lévesque et Lévesque (1993) qui mentionnaient déjà cette espèce comme étant la plus couramment présente dans les champs québécois. La seconde espèce la plus

abondante est le taupin commun, *Melanotus similis* (Kirby), qui ne représente toutefois qu'environ 10 % de la population.

Quels sont les facteurs de risque qui favorisent la présence et l'abondance des vers fil-de-fer ?

La présence de VFF dans une parcelle dépend de plusieurs facteurs. Il est certain qu'un champ possédant un historique d'infestation par les VFF est plus à risque les années suivantes. Mais la région agricole et de nombreux facteurs agro-environnementaux peuvent également accroître les risques. Par exemple, on en trouve davantage dans des sols légers, tels que les sables et les loams sableux. Les sols organiques sont encore plus favorables à leur présence, alors qu'ils sont très peu présents dans les argiles.



Ver fil-de-fer sortant d'un grain de maïs.

Le précédent cultural et le type de rotation font aussi partie des facteurs déterminants qui peuvent expliquer la présence et l'abondance des VFF dans une parcelle (Willis et al 2010). Une prairie implantée depuis plusieurs années est très favorable à leur présence. De même, la présence de graminées semble être prépondérante. En effet, une monoculture de maïs ou la présence de céréales dans une rotation entraîne généralement une augmentation des VFF. En revanche, un précédent de soya ou une rotation maïs-soya sont moins favorables à leur présence.

Le type de travail de sol peut également affecter leur présence. Le fait d'effectuer un travail de sol conventionnel, incluant un labour, expose davantage les VFF à la dessiccation et à la prédation, ce qui n'est pas le cas avec un semis direct ou l'absence de travail de sol.

Les facteurs climatiques (précipitations, température et humidité du sol) sont aussi des facteurs à prendre en considération pour estimer leurs populations (van Herk et Vernon 2013, Milosavljević et al. 2016). Lors de températures extrêmes (inférieures à 8 °C ou supérieure à 25 °C), les VFF préfèrent se tenir loin sous la surface du sol. L'humidité, par contre, favorise leur remontée vers la surface (Jung et al. 2014). Enfin, il semblerait qu'une accumulation de précipitations d'environ 100 mm au début du printemps soit aussi en faveur des mouvements verticaux vers la surface.

Quel est l'impact des vers fil-de-fer sur les grandes cultures ?

Les VFF remontent à la surface au moment de la germination des grains et au début de la croissance des jeunes plantules. Si la chaleur et l'humidité favorisent la remontée des VFF, il en est de même pour le dégagement de CO₂ produit au tout début du développement des plantules et qui les attire.

Ils sont considérés comme des ravageurs puisqu'ils peuvent s'attaquer à toutes les parties souterraines des plantes : semences, racines ainsi que jeunes plantules de nombreuses cultures maraîchères (carotte, rutabaga, oignon, pomme de terre, betterave, haricot, pois, cucurbitacées) et grandes cultures (maïs, céréales, soya, canola et prairies). Nous

ne nous intéresserons ici qu'aux grandes cultures. En creusant des trous dans les grains lors de la germination (fig. 3) ou en s'alimentant des jeunes racines, les VFF peuvent ralentir la croissance des jeunes plantules et éventuellement causer leur mort. Dans de rares cas, d'importants dommages peuvent conduire à des pertes de rendements.

Il a toutefois été montré que les VFF ont, selon l'espèce, un impact variable sur les grandes cultures. De plus, la grande majorité des espèces est inoffensive et ne cause pas de dommages significatifs. Ainsi, seulement une trentaine d'espèces sont considérées comme nuisibles au Canada, dont celles appartenant aux genres *Agriotes* ou *Melanotus*. En revanche, l'espèce majoritaire au Québec, *Hypnoidus abbreviatus*, ne figure pas parmi les espèces les plus dommageables. Malgré tout, souvent par crainte de perdre des rendements, le recours à l'utilisation de semences traitées aux insecticides s'est généralisé ces dernières années au Québec. Aujourd'hui, plus de 500 000 ha de maïs, soya et canola traités sont semés chaque année. Les pesticides utilisés pour traiter les semences (notamment dans la famille des néonicotinoïdes) se sont révélés toxiques pour les abeilles et maintenant, les sols, l'air et la totalité des cours d'eau québécois testent positifs à leur présence (Giroux 2015), affectant la faune aquatique par la même occasion. De plus, l'efficacité des néonicotinoïdes pour lutter contre les VFF est souvent critiquée puisque ces insecticides les rendent moribonds, mais ne les tuent pas. Leur utilisation systématique en grandes cultures est donc grandement remise en question au Québec et c'est pourquoi plusieurs projets de recherche se sont penchés sur le sujet au cours des dernières années.

Une lutte contre les vers fil-de-fer est-elle pertinente au Québec ?

Dans un contexte de lutte intégrée, l'utilisation d'un insecticide est justifiable lorsqu'il y a dépassement d'un seuil d'intervention pour un insecte donné. Au Québec, aucun seuil économique d'intervention n'est encore établi pour les VFF, se référant souvent sur les seuils utilisés en Europe, aux États-Unis et dans le reste du Canada.

Ce seuil est établi à un VFF collecté en moyenne par piège-appât par semaine (Chabert et Blot 1992). De 2011 à 2015, sur l'ensemble des sites dépistés au Québec, seulement 10 % des sites ont dépassé ce seuil économique d'intervention.

Or, l'espèce majoritairement trouvée au Québec, le taupin trapu (*H. abbreviatus*), est une petite espèce (1,2 mm de long) qui possède un cycle vital court (1 ou 2 ans) et qui n'est généralement pas considérée comme nuisible en grandes cultures. Quant aux genres *Melanotus*, *Agriotes* et *Limoni*, connus pour être plus dommageables, ils étaient minoritaires au cours des années de dépistage.

En 2016, une évaluation des dommages aux plantules et des problèmes d'émergence a révélé que les VFF n'étaient responsables que de 5,5 % des dommages observés dans les parcelles étudiées (tableau 1). Une analyse des dommages en fonction de la présence des VFF montre qu'au Québec, il faut plus de 3 larves par piège-appât pour obtenir 5 % de plantules endommagées. Avec ce seuil à 3 VFF par piège, seulement 4 % de l'ensemble des sites étudiés auraient nécessité une intervention. Une autre étude effectuée en Italie montre que le seuil varie également en fonction de la taille des larves d'*Agriotes* sp., passant à 5 VFF par piège lorsque la taille est plus petite (Furlan 2014). On peut donc considérer que le seuil d'intervention utilisé internationalement est très conservateur pour le Québec compte tenu des espèces, de leur abondance et des dommages observés. Par ailleurs, un projet de recherche piloté par le CÉROM a démontré que l'utilisation de semences traitées aux néonicotinoïdes ne permet pas d'augmenter les rendements de maïs, même dans des sites qui dépassent le seuil économique d'intervention. Par conséquent, on peut conclure que la pression exercée par les VFF sur les grandes cultures au Québec demeure faible pour la majorité des champs dépistés. De plus, comme l'impact des néonicotinoïdes sur ce ravageur et sur les rendements est faible, une lutte chimique contre le VFF n'est donc pas justifiée dans la plupart des cas.

TABLEAU 1

CAUSES DES PROBLÈMES D'ÉMERGENCE ET DE DOMMAGES AUX PLANTULES OBSERVÉS EN 2016		
Nombre de sites échantillonnés		142
Nombre de plants observés		27 365
Nombre de plants endommagés		3834
Problèmes liés au semis (Absents, non germés ou mauvaise profondeur)		1220
Problème de levée (croulage du sol, présence de mauvaise herbe, résidu ou roche)		300
Carence		278
Problèmes liés au gel ou froid		363
Problèmes liés à une maladie (Fonte des semis ou pourriture)		161
Insectes (total)		1057
dont :	Altise	223
	Calandre	341
	Crysomèle des racines du maïs	3
	Ver blanc	29
	Légionnaire uniponctué	2
	Mouche des semis	39
	Noctuelle fiancée	2
	Punaise brune	102
	Perce tige	3
	Tipule	13
	Ver fil-de-fer	213
	Ver gris-noir	31
	Non identifié	55
Autres animaux (Limaces et oiseaux)		135
Problème non identifié		320

Quelles sont les mesures de lutte intégrée qui pourraient être envisagées ?

Le succès d'une lutte durable contre les VFF repose avant tout sur une connaissance précise de la biologie de ces insectes et des champs. Un dépistage permet d'identifier les facteurs de risque et d'obtenir des données sur l'historique d'infestation, les espèces présentes et leur taille. Le RAP - Grandes cultures assure la surveillance des VFF depuis quelques années et permet d'identifier les régions les plus susceptibles de présenter des populations élevées. Les données collectées permettent aussi de déterminer les meilleures dates de piégeage et d'intervention.

Plusieurs facteurs doivent être pris en considération pour déterminer la méthode de lutte la plus appropriée pour une parcelle et plusieurs méthodes de lutte alternatives existent ou sont en cours de développement, même si elles ne sont pas toutes applicables au contexte québécois.

Les pratiques culturales pourraient être adaptées en fonction de la biologie des VFF. En effet, un travail de sol réduit ou conventionnel pourrait permettre de diminuer les populations en les exposant à la dessiccation ou à des prédateurs. Étant donné la courte période de temps pendant laquelle les VFF sont présents en surface, il serait aussi possible d'envisager de retarder la date de semis pour réduire le temps d'interaction entre l'insecte et les plantules

et donc réduire les risques de dommages aux plantules. La rotation des cultures peut également contribuer à réduire les populations de VFF si des cultures moins vulnérables (ex. le soya) ou des plantes émettant des substances répulsives ou toxiques, telles que le sarrasin ou la moutarde, sont utilisées (Noronha 2015). Le recours à des cultures intercalaires avec de petites graminées a aussi révélé une réduction des dommages sur le maïs, les VFF étant préférentiellement attirés par celles-ci (Staudacher et al. 2013).

Différents types de pièges peuvent être utilisés pour capturer les taupins à différents stades de leur développement. Il y a bien sûr les pièges-appâts déjà utilisés pour le dépistage et qui permettent de collecter des individus à l'état larvaire. En Allemagne, pour la culture de la pomme de terre, des chercheurs ont développé un piège « attract and kill » (ATTRACAP®, fabriqué par l'entreprise BIOCARE) dont les billes, imprégnées d'un champignon entomopathogène (*Metarhizium* sp.), libèrent

du CO₂ pour attirer les VFF. Lorsque ceux-ci entrent en contact avec les billes, ils sont contaminés par le champignon. Plusieurs laboratoires développent également des pièges à phéromones qui ne ciblent toutefois que les adultes de certaines espèces, mais qui permettent quand même de réduire les pontes et, par conséquent, la quantité de larves. L'utilisation de pièges lumineux pour attirer les adultes est également à l'étude.

Les semences traitées avec un insecticide font partie de cet ensemble de méthodes permettant de lutter contre les VFF. Toutefois, dans le cadre d'une lutte intégrée, les pesticides devraient être utilisés uniquement lorsque les circonstances le justifient. Au cours de l'année 2016, dans le but d'améliorer la prise de décision (des conseillers, des agronomes et des producteurs) quant à l'utilisation des semences traitées aux insecticides, l'équipe du CÉROM a travaillé au développement d'un outil d'aide à la décision. Celui-ci vise à évaluer le niveau de risque

de la présence de VFF dans un champ. Un modèle mathématique a été développé à partir de toutes les données collectées depuis 2011 et a été validé par une prise de données dans 160 sites en 2016. Cet outil sera disponible sous forme d'application numérique à partir du printemps 2017 et permettra de réduire l'utilisation et les impacts des pesticides nocifs pour la santé et l'environnement, en préservant la rentabilité et la productivité des entreprises québécoises. Un guide d'identification des vers fil-de-fer est également en préparation et devrait être publié avant l'été.

Remerciements

Les auteurs remercient les producteurs qui ont donné accès à leurs champs et toutes les personnes qui ont participé aux dépistages des vers fil-de-fer, au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection pour l'identification et aux programmes Prime-Vert qui ont financé les différents projets et dépistages. Merci à Nathalie Tremblay pour le temps consacré à la relecture de ce document.

BIBLIOGRAPHIE

- Benefer, C. M., W. G. van Herk, J. S. Ellis, R. E. Blackshaw, R. S. Vernon et M. E. Knight. 2013. The molecular identification and genetic diversity of economically important wireworm species (Coleoptera: Elateridae) in Canada. *Journal of Pest Sciences*, 86 : 19-27.
- Chabert, A. et Y. Blot. 1992. Estimation des populations larvaires de taupins par un piège attractif. *Phytoma*, 436 : 26-30.
- Furlan, L. 2014. IPM thresholds for *Agritotes* wireworm species in maize in Southern Europe. *Journal of Pest Science*, 87 : 609-617.
- Giroux, I. 2015. Présence de pesticides dans l'eau au Québec : Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya – 2011 à 2014, Québec. Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/pesticides.htm>
- Johnson, P.J. 2002. Chapter 58. Family Elateridae Leach 1815. p. 160–173 dans Arnett, R. H. Jr, M. C. Thomas, P. E. Skelley et J. H. Frank. (eds.) *American beetles*, Vol. 2 - Polyphaga : Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, USA, 880 pages.
- Jung, J., P. Racca, J. Schmitt et B. Kleinhenz. 2014. SIMAGRIO-W: development of a prediction model for wireworms in relation to soil moisture, temperature and type. *Journal of Applied Entomology*, 138 : 183-194.
- Lafrance, J. et J. J. Cartier. 1964. Distribution of wireworm population (Coleoptera: Elateridae) in unfrozen and frozen organic soils of southwestern Quebec. *Phytoprotection*, 45 : 83-87.
- Lévesque, C. et G. Y. Lévesque. 1993. Abundance and seasonal activity of Elateroidea (Coleoptera) in a raspberry plantation and adjacent sites in southern Quebec, Canada. *Coleopterist Bulletin*, 47 : 269-277.
- Milosavljević, I., A. D. Esser et D. W. Crowder. 2016. Effects of environmental and agronomic factors on soil-dwelling pest communities in cereal crops. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 225 : 192-198.
- Noronha, C. 2015. Étude sur la rotation des cultures pour la gestion des larves de taupin dans les champs agricoles. Projet PRR07-030. Agriculture et agroalimentaire Canada. <http://www.agr.gc.ca/fra/?id=1299083302970>
- Staudacher, K., N. Schallhart, B. Thaler, C. Wallinger, A. Juen et M. Traugott. 2013. Plant diversity affects behavior of generalist root herbivores, reduces crop damage, and enhances crop yield. *Ecological Applications*, 23 : 1135-1145.
- van Herk, W. G. et R. S. Vernon. 2013. Wireworm damage to wheat seedlings: effect of temperature and wireworm state. *Journal of Pest Science*, 86 : 63-75.
- Vernon, R. S. et W. G. van Herk. 2013. Wireworms as pests of potato, p. 103-164 dans Giordanengo P., C. Vincent et A. Alyokhin (eds.) *Insect pests of potato: global perspectives on biology and management*. Academic Press, San Diego, USA, 616 p.
- Willis, R. B., M. R. Abney, G. J. Holmes, J. R. Schultheis et G. G. Kennedy. 2010. Influence of preceding crop on wireworm (Coleoptera: Elateridae) abundance in the coastal plain of North Carolina. *Journal of Economic Entomology*, 103 : 2087-2093.