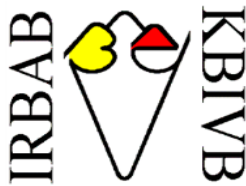


Nécessité de l'emploi des néonicotinoïdes dans la culture de la betterave sucrière telle que pratiquée actuellement et évaluation de l'impact de cette utilisation sur l'environnement



Institut Royal Belge pour l'Amélioration de la Betterave
Koninklijk Belgisch Instituut tot Verbetering van de Biet
Centre Pilote IRBAB asbl – KBIVB vzw
Site Internet : www.irbab-kbivb.be
E-mail : info@irbab.be

Note documentaire technique – 16 juin 2015

SYNTHESE

Le traitement des graines de betteraves sucrières avec un insecticide néonicotinoïde utilise une dose excessivement faible de produit par hectare. L'action systémique de ces produits permet de protéger suffisamment la culture de la betterave sucrière contre de nombreux parasites aériens et souterrains (voir Annexe 2.). Ce type de traitement permet surtout de lutter de façon préventive contre un complexe de maladies virales très dommageable pour la betterave sucrière : la jaunisse virale de la betterave, transmise par des pucerons à un stade très jeune de la culture. En Belgique, les pertes de rendement dues à la jaunisse virale peuvent varier de 20% à 40% en absence de protection.

Grâce à cette technologie, la dose d'insecticide utilisée par hectare en betterave sucrière a pu être réduite de $\pm 96\%$ (soit 27 fois moins). Cette protection présente actuellement le plus faible risque potentiel à l'égard de l'humain et de l'environnement en général.

L'alternative de revenir à des traitements insecticides foliaires répétés utilise des matières actives plus dommageables pour l'homme et pour l'environnement, pour les insectes neutres, utiles ou pollinisateurs. Ces traitements utilisent plus de matières actives par hectare. Ils seraient appliqués sans recherche scientifique approfondie. Ils seront aussi moins efficaces et nettement plus coûteux, ce qui mettrait en péril économique tout un secteur qui assure notre autosuffisance en sucre alimentaire et industriel ainsi qu'en bioéthanol.

Dans ces conditions, du fait de l'abandon des quotas sucriers nationaux en 2017, une redistribution des régions de productions betteravières encore rentables pourrait avoir lieu. La Belgique pourrait perdre alors définitivement un de ses fleurons agricoles et d'autres fleurons industriels.

Inventaire des risques environnementaux lors de l'emploi d'un néonicotinoïde en betterave

- Au niveau de l'enrobage de la graine

Le pelleting, le coating et l'emballage des graines de betterave réduisent à quasi néant la perte d'éventuelles poussières d'enrobage (Forster, R., 2011 ; Bonmatin, J.M., et al., 2015).

- Au niveau de la floraison ou du pollen de betterave

La betterave fleurit en deuxième année de vie. Elle est alors peu visitée par les insectes pollinisateurs. Il n'y a pas de floraison pendant sa première (et seule) année de culture.

- Au niveau des insectes utiles ou neutres (et autres animaux) présents dans la culture de la betterave

Les néonicotinoïdes utilisés en traitement de graines en betterave n'ont pas d'effet sur les populations d'insectes utiles ou neutres présents dans les champs de betteraves (Baker, P., et al., 2002).

- Au niveau de la guttation

La betterave est une culture où ce phénomène a été le moins observé (Joachimsmeier, I. et al., 2011). Lorsqu'elle est présente en betterave, la guttation n'est plus observée en début de matinée,

avant que les insectes pollinisateurs ne se déplacent pour butiner (Raaijmakers, E.E.M.; Hanse, A.C., 2010).

- Au niveau des résidus dans le sol

La vitesse de dégradation d'un néonicotinoïde dans le sol est fonction de nombreux éléments (Krohn, J.; Hellpointer, E., 2002 ; Scholz, K.; Spiteller, M. 1992). Pour citer une valeur moyenne, l'ordre de grandeur de la demi-vie (DT50) est de 120 jours (Schmuck, R.; Keppler, J., 2003 ; Stupp, H.P.; Fahl, U., 2003).

Les néonicotinoïdes, intégrés dans l'enrobage des graines de betterave, ne sont pas entraînés par le lessivage vers des couches plus profondes du sol ou dans les eaux de surface. Utilisés dans l'enrobage des graines de betteraves, ils restent confinés à cette région immédiate dans le sol.

Des travaux réalisés en 1992-1993 dans des sols belges n'ont pu détecter l'imidaclopride, ni ses métabolites dérivés, dans la couche de 10 à 20 cm de terre entourant la betterave au moment de la récolte (Rouchaud, J., et al., 1994a & 1994b ; Legrand, G., 2004a & 2004b.).

Par contre, des résidus détectables d'imidaclopride ont été dosés dans la terre prélevée à proximité immédiate de l'enrobage et où l'on peut retrouver des restes d'enrobage. Ce sont ces restes d'enrobage qui sont à l'origine de la présence encore dosable de l'imidaclopride dans cette terre (Legrand, G., 2004a & 2004b.).

Retrouver des résidus quantifiables de néonicotinoïdes dans un sol après une culture de betterave apparaît peu vraisemblable et est fonction de l'échantillon par rapport au volume de terre cultivée (Huijbrechts, A.W.M., 1996).

Retrouver des résidus dans la racine ou dans les feuilles de betterave laissées sur le champ à la récolte apparaît illusoire. Les produits impliqués et leurs dérivés ne sont plus détectables dans les racines et dans les feuilles à ce moment (Morel-Krause, E., 2003 ; Rouchaud, J., et al., 1994a & 1994b).

- Au niveau des adventices en fleurs

Des essais en laboratoire ont effectivement montré que des adventices, semées en pots juste à côté de graines de betterave traitées avec de l'imidaclopride dans l'enrobage, peuvent absorber cette molécule et ses dérivés oléfiniques (Dewar, A.; Westwood, F., 1998). Les adventices présentes dans un champ de betteraves sont éliminées, dès leur émergence, par des traitements sélectifs de désherbage.

- Au niveau des cultures qui suivent la betterave

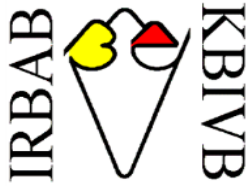
Dans l'hypothèse (peu réaliste en pratique) d'une présence quantifiable de résidus de néonicotinoïdes dans le sol et dans l'hypothèse d'une absorption de ces résidus d'enrobage par les cultures à fleurs succédant à la betterave, plusieurs études ont montré que de telles situations de cultures potentiellement visitées par des insectes pollinisateurs et les risques pour les pollinisateurs sont particulièrement faibles (Anonyme, 2004 ; Anonyme, 2014 ; Haubruge, E., et al., 2006).

Conclusions

L'interdiction de l'utilisation d'un néonicotinoïde dans l'enrobage des graines de betterave manque d'arguments réalistes et conduirait à terme à l'abandon de cette culture dans nos régions, ce qui aurait de nombreuses conséquences agricoles et industrielles.

Les systèmes alternatifs actuels de lutte (traitements foliaires répétés) rendraient la culture de la betterave non rentable dans nos régions et seraient beaucoup plus impactants pour l'humain et l'environnement, dont les insectes pollinisateurs, quasi absents des champs de betterave. Pour les insectes parasites du sol, il y a peu d'alternatives. Les insectes aériens deviendraient plus dommageables.

Alors que de nombreuses résistances à des maladies ou des parasites ont été développées naturellement dans la betterave par les maisons de sélection, une sélection classique ne permet pas de produire actuellement des variétés tolérantes à la jaunisse virale.



Institut Royal Belge pour l'Amélioration de la Betterave
Koninklijk Belgisch Instituut tot Verbetering van de Biet
Centre Pilote IRBAB asbl – KBIVB vzw
Site Internet : www.irbab-kbivb.be
E-mail : info@irbab.be

**Nécessité de l'emploi des néonicotinoïdes dans la culture de la betterave
sucrière telle que pratiquée actuellement et évaluation de l'impact de cette
utilisation sur l'environnement**

Note documentaire technique - 16 juni 2015

Legrand, G., Manderyck, B. Vandergeten, J.P.

Table des Matières

Abréviations	3
Définitions	3
Motivation	4
Développement	5
1. Utilisation des néonicotinoïdes en culture de betterave sucrière en Belgique	5
2. Parasites et maladies contrôlés en betterave par l'emploi d'un néonicotinoïde dans l'enrobage des graines.....	6
3. Contrôle de la maladie de la jaunisse virale en betterave	6
4. Lutte contre la jaunisse virale dans le cadre de l'IPM.....	7
5. La betterave sucrière en Belgique.....	9
6. Niveau de risque environnemental lors de l'emploi des néonicotinoïdes en betterave	10
6.1. Au niveau de l'enrobage de la graine.....	10
6.2. Au niveau de la floraison ou du pollen de betterave	11
6.3. Au niveau des insectes utiles ou neutres (et autres animaux) présents dans la culture de la betterave	12
6.4. Au niveau de la guttation	12
6.5. Au niveau des résidus dans le sol	12
6.6. Au niveau des adventices en fleurs	13
6.7. Au niveau des cultures qui suivent la betterave	14
Conclusions.....	15
Annexe 1. Illustration des possibilités de traitements insecticides en betterave selon le type de traitement effectué :	16
Annexe 2. Principaux insectes nuisibles à la culture de la betterave en Belgique (cfr www.irbab-kbivb.be)	17
Annexe 3. Liste des insecticides agréés en culture de betterave sucrière en Belgique (cfr www.fytoweb.be et www.irbab-kbivb.be).....	18
Bibliographie	21

Abréviations

ABS : Algemeen Boerensyndicaat

BB : Boerenbond

CARI : Centre Apicole de Recherche et d'Information

CBB : Confédération des Betteraviers Belges

CRA-W : Centre wallon de Recherches agronomiques

DT50: half-Disappearance Time, nombre de jours nécessaires à la dégradation pour moitié en quantité d'une molécule, aussi appelée demi-vie.

EASAC : European Academies' Science Advisory Council

ESA: European Seed Association

ESTA : European Seed Treatment Assurance scheme

FAR : 3 lettres « F »-« A »-« R » pour « Fenmedifam » – « Activateur » – « Racinaire » : système de désherbage développé en Belgique par l'IRBAB, combinant 3 types d'herbicides utilisés à des doses très réduites sur de toutes jeunes adventices (stade cotylédons).

FWA : Fédération Wallonne de l'Agriculture

HFFA : Humboldt Forum for Food and Agriculture

ITB : Institut Technique de la Betterave industrielle (Paris, France)

IPM : Integrated Pest Management

LOD : limite de détection (généralement 0,01 mg/kg ou 0,01 ppm dans les denrées végétales)

LOQ : limite de quantification, généralement 0,02 ou 0,05 mg/kg selon la molécule à quantifier dans les denrées végétales. La LOQ correspond à l'absence de résidus quantifiables d'une molécule.¹

NAPAN : Plan National de Réduction des Pesticides

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ppm : parties par million, soit mg/kg

PPP : Produit de Protection des Plantes

SCEES : Service Central des Enquêtes et Études Statistiques (Paris, France)

SPF : Service Public Fédéral

SUBEL : Société Générale des Fabricants de Sucre de Belgique

Définitions

Action systémique : se dit d'un produit phytopharmaceutique (PPP) qui, absorbé par la plante au niveau des feuilles ou des racines, est ensuite véhiculé dans toute la plante. Un PPP à action systémique protégera, selon son mode d'action, la plante contre tous bioagresseurs qui viendrait à s'en nourrir. Un insecticide systémique protège la plante contre les insectes parasites. La plante est protégée en fonction de la rémanence d'action du produit dans la plante.

Guttation : processus biologique caractérisé par l'exsudation de gouttelettes de liquide (essentiellement de l'eau), en général très tôt le matin, aux extrémités ou aux bords des feuilles chez les plantes vasculaires et chez certaines graminées.

Néonicotinoïdes : classe d'insecticide systémique, à action neurotoxique sur les insectes parasites. Ces produits peuvent être appliqués en traitement foliaire, en traitement de sol ou de substrat ou en traitement de semences. En Belgique, 3 néonicotinoïdes (imidaclopride, clothianidine, thiamethoxame) sont agréés en betterave sucrière, uniquement en application dans l'enrobage des graines. Leurs appellations commerciales sont par exemple : GAUCHO, PONCHO et CRUISER.

Plante allogame : se dit d'une espèce végétale qui nécessite une plante avec des fleurs mâles et une autre plante avec des fleurs femelles pour effectuer sa reproduction.

Plante bisannuelle : se dit d'une plante qui fleurit en deuxième année de végétation.

¹ La LOQ de la clothianidine et du thiamethoxame a été fixée à 0,02 mg/kg pour les feuilles et racines de la betterave sucrière (EFSA, 2012 ; EPA, 2007).

Motivation

Grâce à la généralisation du traitement des graines avec un insecticide de la famille des néonicotinoïdes utilisé à très faible dose dans l'enrobage des graines, la protection de la culture de la betterave sucrière à l'égard de nombreux parasites dommageables (et indirectement contre des maladies virales très dommageables transmises par certains pucerons vecteurs) a pu faire une avancée très remarquable dans le domaine général du respect de l'environnement chez une culture pratiquée à grande échelle en Europe.

Grâce à cette récente possibilité de protection de la culture contre les insectes nuisibles, les doses d'insecticides utilisées par hectare en betterave sucrière ont pu être réduites de $\pm 96\%$, ou ± 27 fois moins (selon la référence considérée²), tout en présentant également le plus faible risque potentiel et la plus grande précaution à l'égard des insectes neutres, des insectes pollinisateurs ou des insectes utiles à la culture et à l'égard de la faune en général.

Une interdiction arbitraire des néonicotinoïdes reviendrait à revenir, pour la culture de la betterave, à réaliser des traitements insecticides foliaires, quasi dès l'émergence des plantes au champ (soit 2 à 3 traitements foliaires en plein champ au moins³), avec des molécules généralement plus dommageables pour l'homme et pour l'environnement, pour les insectes neutres, pollinisateurs ou utiles (Roßberg, D.; Ladewig, E., 2010). Revenir à cette alternative de traitements utiliserait beaucoup plus de matières actives à l'hectare et serait une technique nettement moins éprouvée et probante. Ceci lancerait tout un secteur agricole et industriel dans une direction où aucune recherche scientifique approfondie n'a été effectuée. Ces traitements seraient également nettement plus coûteux pour le secteur.

Cette suppression nuirait gravement à l'image de respect de l'environnement qu'a acquis la betterave sucrière à travers toute l'Europe⁴, grâce entre autres aux néonicotinoïdes. Appliquer une interdiction généralisée de ces molécules nuirait gravement à la rentabilité et à la compétitivité de la betterave à l'égard d'autres cultures. Cela mettrait en péril tout un secteur économique qui assure notre autosuffisance en sucre alimentaire et industriel ainsi qu'en bioéthanol à incorporer, par décision européenne, dans nos carburants.

Par ce changement radical, nos régions deviendraient dépendantes pour leur approvisionnement en sucre, reconnu comme denrée alimentaire de première nécessité par l'OMS.

² Une référence réaliste est de comparer l'utilisation actuelle de $\pm 65\text{g/ha}$ de néonicotinoïdes avec les combinaisons de traitements qu'ils ont remplacés depuis les années '90, soit 750 g/ha de carbofuran (microgranulé appliqué au semis) + 500 g/ha de parathion + 500 g/ha de pirimicarbe (= 2 traitements foliaires), soit 1.750 g/ha par rapport à $\pm 65\text{ g/ha}$.

³ Selon les insecticides foliaires agréés à utiliser et le nombre de traitements, la dose de matière active varierait de 1 à 2 kg/ha (au lieu des $\pm 65\text{ g/ha}$ avec le traitement préventif des semences).

⁴ La culture de la betterave sucrière est souvent citée en exemple, au niveau européen, comme une culture où les techniques de culture respectueuses de l'environnement ont le plus évolué depuis 30 ans, grâce à la réduction de la fertilisation azotée, et grâce à la réduction des doses d'herbicides, d'insecticides et de fongicides.

Développement

1. Utilisation des néonicotinoïdes en culture de betterave sucrière en Belgique

En 1993, l'imidaclopride a été le premier néonicotinoïde à avoir été agréé⁵ en Belgique en traitement de graines de betterave sucrières, à la dose d'emploi de 90 g/unité de graines (soit ± 100 g/ha). Au vu de ses très nombreux avantages pour lutter contre les parasites du jeune âge en culture de betterave, cette molécule a été utilisée sur 62% des surfaces betteravières en Belgique, dès sa première année d'utilisation (soit 64.531 ha en 1993).

L'affaiblissement et la mortalité inhabituelle des colonies d'abeilles domestiques ont été mises en évidence en France à partir de 1997, et à partir de 1999 en Belgique (Haubruge, E., et al., 2006).

Des enquêtes réalisées en 2000 et 2001 par le SPF – Matières Premières et par le CARI n'ont pas permis d'établir une relation directe entre l'utilisation d'insecticides systémiques et le dépérissement des abeilles domestiques. Tant au niveau fédéral (Comité d'agrément) qu'au niveau régional (Commission de l'Agriculture, de l'Environnement et de la Ruralité du Parlement Wallon), il a été d'avis de ne pas retirer ou suspendre l'agrément de l'imidaclopride pour le traitement des semences de céréales et de betterave (Haubruge, E., et al., 2006).

Suite aux nombreuses polémiques qui suivirent son utilisation⁶, l'imidaclopride a par la suite été remplacé par deux autres néonicotinoïdes : la clothianidine et le thiaméthoxame (tous deux actuellement utilisés à la dose de 60 g/unité de graines de betteraves⁷, soit ± 65 g/ha). Ces produits ont vu leur utilisation progressivement se généraliser au point de remplacer les traitements insecticides appliqués en microgranulés au moment du semis et de remplacer également les traitements insecticides agréés et appliqués en traitement foliaire, beaucoup plus dommageables pour l'environnement et les insectes en général.

Grâce aux néonicotinoïdes, il n'y a pour ainsi dire plus aucun autre type d'insecticide utilisé en culture de betterave sucrière.

En 2015, tous les semis de betterave ont été réalisés en Belgique avec des graines traitées avec un néonicotinoïde (clothianidine ou thiaméthoxame) (soit ± 53.500 ha). Par souci d'efficacité et de protection de l'environnement, l'utilisation d'un néonicotinoïde dans l'enrobage des graines de betterave s'est également généralisée dans les autres pays d'Europe.

En effet, en betterave, ces molécules sont destinées à lutter contre les insectes souterrains et aériens (cfr Annexe 2.), présents dans l'environnement direct de la plantule. Utilisées en traitement de graines, elles sont sans effet sur les populations d'insectes pollinisateurs et d'insectes utiles. Ces molécules respectent de ce fait beaucoup mieux une certaine forme de biodiversité que les molécules insecticides utilisées auparavant ou encore utilisées actuellement en traitement foliaire.

De plus, de par les possibilités offertes par l'utilisation des néonicotinoïdes en betterave en Belgique, tous les insecticides appliqués en microgranulés dans le sol au moment du semis ont vu leur

⁵ Nous renvoyons le lecteur vers le site Internet de Phytoweb (www.fytoweb.fgov.be) pour s'informer des nombreuses et coûteuses procédures, expérimentations en laboratoire et en plein champ, réévaluations nécessaires au niveau européen pour l'agrément d'un produit phytosanitaire (PPP). Il ne faut pas oublier que le budget moyen des seules études écotoxicologiques (étude de l'impact sur des organismes non cibles) est évalué à 30 millions de dollars pour une matière active et le développement d'une nouvelle matière active au niveau mondial reviendrait à 250-300 millions de dollars. En Belgique, cette agrément se fait sous la responsabilité du Ministère Fédéral de la Santé Publique. De nombreux documents et communiqués de presses sont publiés sur ce site, en rapport avec la problématique des abeilles et des produits phytopharmaceutiques (Anonyme, 2014b).

⁶ La polémique des risques évoqués de l'emploi des néonicotinoïdes à l'égard des abeilles était déjà fort importante en France en 2004.

⁷ Une unité de graines de betteraves correspond à 100.000 graines. On sème actuellement 1,1 unité/ha.

agréation retirée au fur et à mesure. Certains de ces insecticides étaient utilisés jusqu'à des doses de 10 à 15 kg/ha !

2. Parasites et maladies contrôlés en betterave par l'emploi d'un néonicotinoïde dans l'enrobage des graines

Absorbé par l'embryon de la plantule au moment de sa sortie hors de la graine, les néonicotinoïdes protègent suffisamment la jeune plante de betterave pendant 2 à 3 mois (action systémique) contre les bioagresseurs souterrains ou aériens particulièrement dommageables à la plante pendant son jeune stade (cfr Annexe 2.). Passé ce stade et sauf pour quelques (rares) situations, la culture de la betterave n'a plus fort à craindre des insectes nuisibles⁸ (Epperlein, K.; Schmidt, H.W., 2001).

Du fait des retraits successifs des insecticides appliqués dans le sol au moment du semis (insecticide appliqués en micro-granulés), il n'y a plus actuellement que les néonicotinoïdes qui peuvent encore protéger la betterave de façon relativement satisfaisante contre les insectes dits « souterrains ». Ces insectes, appelés également insectes « cryptiques » car ils se cachent dans le sol et sont très difficiles à atteindre et à contrôler avec des traitements foliaires (atomaires, larves de taupins et de Tipules, ...), attaquent la jeune radicule de la betterave, dès sa sortie hors de la graine et jusqu'au stade 4-6 feuilles. En cas de retrait des néonicotinoïdes dans l'enrobage des graines de betterave, les pertes de plantes redeviendraient importantes, dans la grande majorité des champs.

Les insectes dits « aériens » s'attaquent aux jeunes feuilles de la betterave (atomaires, altises, pégomyies,...). Le dommage peut également être fatal ou constituer un sérieux frein au développement de la plante. En outre, certains pucerons peuvent être vecteurs de graves maladies virales (voir paragraphe 3 : Contrôle de la maladie de la jaunisse virale en betterave), très impactantes à la culture.

La liste des insectes nuisibles à la culture de la betterave pendant son jeune stade (jusqu'à 2 mois au moins) est présentée en Annexe 2. Grâce à l'utilisation des néonicotinoïdes, la culture de la betterave est protégée contre l'essentiel de ces parasites. Grâce à ces molécules, plus aucune autre intervention avec des traitements insecticides foliaires n'est en général justifiée.

3. Contrôle de la maladie de la jaunisse virale en betterave

La betterave est particulièrement sujette à deux maladies d'origine virale, particulièrement graves. Ces deux maladies sont à ce point dommageable que l'absence de protection à leur égard rend la culture impossible. Aucune molécule ne permet de lutter directement, en agriculture, contre des maladies d'origine virale.

La maladie virale la plus importante est la rhizomanie, principalement due au « Beet Necrotic Yellow Vein Virus » (BNYVV). Cette maladie est transmise par un champignon du sol, présent partout en Belgique. Grâce à la recherche scientifique et à l'immense travail des maisons de sélection, cette maladie est actuellement vaincue partout en Europe et ailleurs dans le monde grâce à la sélection et à l'utilisation de variétés naturellement résistantes. En absence de variétés résistantes, la culture de la betterave est impossible.

⁸ L'IRBAB est responsable d'un service d'avertissement en culture de la betterave et de chicorée à inuline. Basé sur un réseau d'une soixantaine de champs d'observation en betterave, des avertissements sont régulièrement diffusés à l'attention de tous les agriculteurs betteraviers ou de chicorée pour leur signaler la présence d'un parasite ou d'une maladie en particulier et de l'intérêt d'effectuer (**ou non**) un traitement curatif. Depuis l'utilisation généralisée des néonicotinoïdes en betterave, un traitement curatif contre un insecte parasite du jeune âge de la betterave n'est pour ainsi dire plus diffusé (ou très exceptionnellement, en fonction de situations critiques et de seuils de traitements particuliers).

L'autre maladie virale très dommageable est la jaunisse virale⁹. Elle est causée par plusieurs virus retrouvés seul ou en complexe. Ce sont le « Beet Mild Yellowing Virus » (BMV), le « Beet Yellows Virus » (BYV) et le « Beet Western Yellows Virus » (BWV). Ces virus peuvent être transmis par quelques espèces de pucerons verts et par le puceron noir de la fève. Ces pucerons vecteurs ne sont pas tous porteurs de particules virales, mais le principe de précaution veut qu'ils soient tous considérés comme vecteurs potentiels. Une seule piqûre d'alimentation, voire même un essai de piqûre (= piqûre de dégustation) de la part d'un de ces pucerons porteur du virus suffit à transmettre la maladie (Legrand, G., 1992). C'est pourquoi, en absence de traitement préventif, un seuil d'intervention relativement faible contre les pucerons (2 pucerons verts du pêcher ou de l'échalote par 10 plantes) a été défini et est d'application dans de nombreux pays européens¹⁰.

En absence de protection insecticide contre les pucerons vecteurs, la maladie peut provoquer des pertes très importantes de rendement sucre. Celles-ci ont été évaluées, en Belgique, à une perte -4 à -4,5% de rendement en sucre par semaine de végétation, comptée à partir de l'apparition des symptômes (Ernoult, L.; Van Steyvoort, L., 1960).

Les travaux réalisés antérieurement en Belgique ont montré que les pertes de rendement sucre peuvent varier jusqu'à -20% à -40% de rendement/ha selon la pression d'infection et les régions¹¹ (Van Steyvoort, L., 1983). La culture de la betterave n'est plus rentable dans ce cas et sera abandonnée s'il n'y a plus de possibilités de lutte économiquement rentable contre la jaunisse virale.

Il n'existe pas de variétés de betterave naturellement résistantes aux différents virus responsables de la jaunisse virale qui ont été sélectionnées par les maisons de sélection. Ce problème est trop complexe pour être résolu par les maisons de sélection, via une sélection classique¹².

4. Lutte contre la jaunisse virale dans le cadre de l'IPM

Lutter contre la jaunisse virale nécessite d'intervenir dès le moment où les tout premiers pucerons vecteurs sont observés dans les champs de betteraves. La lutte peut s'effectuer alors de façon curative en réalisant plusieurs traitements foliaires avec des insecticides agissant par contact, selon l'évolution des populations de pucerons. Les insecticides de contact agréés affectent également les populations d'insectes neutres ou utiles présents dans les champs de betterave à cette période.

Sachant qu'ils seront toujours présents et toujours vecteurs de viroses, la meilleure méthode de lutte consiste à lutter préventivement contre les pucerons vecteurs, en utilisant des graines traitées avec un insecticide systémique (Wetswood, F., et al., 1997).

La lutte préventive reste la méthode la plus appropriée et la plus efficace¹³ en betterave. Cette méthode de lutte préventive cadre alors parfaitement avec les nouvelles recommandations établies par l'Europe en matière de lutte intégrée en agriculture (lutte IPM), lors de l'utilisation des PPP.

⁹ La jaunisse virale de la betterave a été identifiée en 1934 en Belgique. À cette époque, la maladie était à ce point répandue qu'il fallut une étude botanique pour démontrer que la betterave ne présente pas de jaunissement automnal naturel (Roland, G., 1936).

¹⁰ L'identification des pucerons vecteurs et l'évaluation de l'importance de leur présence sont particulièrement difficiles. Un système d'avertissement, basé sur des observations hebdomadaires faites par des spécialistes est géré en betterave par l'IRBAB (voir notice 9). L'efficacité d'un traitement préventif est dans le cas de la lutte contre la jaunisse virale, nettement plus performante qu'un traitement curatif.

¹¹ Sans les traitements de l'époque, la jaunisse a causé des pertes de rendement sucre estimées à -45% en 1959 et à -38% en 1974 (Van Steyvoort, L., 1975).

¹² Les capacités génétiques du genre Beta et de nombreuses espèces du genre Beta ont été et sont toujours très intensément étudiées et mises à profit par les croisements effectués par les maisons de sélection pour produire des variétés qui soient devenues naturellement résistantes/tolérantes à la rhizomanie, mais aussi au nématode à kyste de la betterave, aux maladies foliaires (oïdium, cercosporiose) et à la pourriture brune de la racine due au rhizoctone brun. Aucune possibilité n'a été actuellement trouvée contre les différents virus responsables de la jaunisse virale.

En effet, dans le cadre du concept de l'IPM, de très nombreux organismes et institutions officielles (Ministères, IRBAB,...) citent en exemple le traitement préventif des graines avec un fongicide (pour lutter contre les maladies de la fonte des semis) et avec un insecticide systémique (pour lutter contre les parasites du jeune âge et contre les insectes vecteurs de maladies virales) lorsque l'on est sûr que ces bioagresseurs seront présents dans la culture, ce qui est le cas en betterave. Il s'agit dans ce cas d'une technique moderne, réelle source de progrès dans le cadre du respect de l'environnement.

La présence d'auxiliaires naturels (coccinelles, Syrphes, Chrysopes, micro-hyménoptères, carabes, ...) ne permet pas de lutter contre les maladies virales. En effet, ces insectes utiles apparaissent dans les champs de betteraves, lorsque les plantes sont déjà colonisées par les pucerons. Ces insectes utiles permettent de réduire les populations de pucerons, mais dans ce cas, les maladies virales responsables de la jaunisse ont depuis longtemps été inoculées aux jeunes plantes. La perte de rendement est alors inéluctable.

En cas de suppression des néonicotinoïdes en betterave, ces insectes utiles seraient beaucoup plus impactés par l'utilisation d'insecticides foliaires appliqués en traitements répétés¹⁴. Notons aussi que les impressionnantes colonies de pucerons présentes en betterave en été (très fortes pullulations de pucerons noirs de la fève en été sur les betteraves) sont essentiellement détruites par des parasites entomopathogènes (champignons du groupe des Entomophthorales) et moins par les insectes utiles. En été, ces pullulations de pucerons ont peu d'incidences sur le rendement final de la culture (Legrand, G., et al., 1992).

Retenons surtout que la distribution de la jaunisse dans une région dépend essentiellement de la dispersion des premiers pucerons fondateurs de colonies (individus solitaires ailés, se déplaçant aléatoirement de plante à plante dans les champs de betteraves) et non du nombre et de l'importance des colonies de pucerons qui apparaissent ensuite. Il n'y a donc pas de corrélation entre les quantités de pucerons observées et la gravité de la maladie au niveau d'une région. C'est la précocité et la diffusion de la maladie qui sont déterminants.

Notons qu'à l'opposé de la France, où cette maladie est plutôt répandue uniquement dans le Nord¹⁵, toutes les régions betteravières de la Belgique peuvent être infectées par cette maladie, en particulier les régions frontalières avec la France.

Notons enfin que depuis l'utilisation des néonicotinoïdes en betterave (depuis ±25 ans), aucun phénomène de résistance n'est apparu jusqu'à présent chez les espèces de pucerons vecteurs de la jaunisse virale de la betterave. Par contre, des résistances aux organophosphorés et aux carbamates (type pirimicarbe), deux familles d'insecticides utilisés antérieurement en traitement de sol ou en traitements foliaires ainsi qu'aux pyréthroïdes (insecticides d'origine naturelle) sont présentes dans les populations de pucerons vecteurs (Francis, F., et al., 1998 ; Foster, S., et al., 2002).

Depuis l'utilisation généralisée des néonicotinoïdes en betterave, la jaunisse virale est parfaitement maîtrisée en Belgique, à un point tel que les jeunes générations d'agriculteurs betteraviers ou de conseillers de la betterave ne connaissent plus le symptôme au champ. Seules des infections isolées

¹³ Le terme efficacité fait allusion au fait que le traitement foliaire peut parfois ne pas être effectué à temps, par exemple lorsque les terres sont devenues inaccessibles suite à une importante pluviométrie. Le seuil d'intervention est alors dépassé.

¹⁴ Rappelons quand même que le risque « santé » est nettement plus important pour l'utilisateur (agriculteur ou entrepreneur agricole) lors de l'emploi d'insecticides foliaires.

¹⁵ Les zones à risque de jaunisse virale sont nettement moins importantes en France. Selon l'estimation proposée par l'ITB, cette maladie toucherait 24% des surfaces semées (essentiellement en Normandie et Nord-Pas-de-Calais). L'incidence de cette maladie sur le rendement national a ainsi été évaluée à une perte de 6%.

sont encore observées par les spécialistes de l'IRBAB. Ceci montre bien que les sources d'infection de cette maladie sont toujours présentes dans l'environnement et que la lutte ne doit pas être relâchée. Le risque « jaunisse virale » est toujours présent pour la culture de la betterave.

L'absence de traitements de semences aux néonicotinoïdes aurait un impact négatif très important sur la culture de la betterave. Une étude effectuée par le « Humboldt Forum for Food and Agriculture (HFFA) » montre qu'une interdiction des néonicotinoïdes en culture de betterave entraînerait des pertes de rendement de 20 à 40 % selon les régions et pays européens (cas de la Belgique déjà citée). Ceci se traduirait par des pertes financières significatives au niveau des agriculteurs¹⁶, mais aussi au niveau de l'industrie transformatrice (Noleppa, S ; Hahn, T., 2013).

Selon le rapport du HFFA et dans ces circonstances, la production de betteraves dans divers pays européens pourrait être considérée comme « non-durable ». Cette interdiction se ferait au détriment des efforts de toute l'interprofession betterave – sucre européen qui tente d'atteindre une compétitivité concurrentielle vis-à-vis de la canne à sucre sur le marché mondial du sucre.

5. La betterave sucrière en Belgique

Actuellement ±8.000 agriculteurs cultivent la betterave sucrière en Belgique, sur ±53.500 ha. Elle est pratiquée principalement en Hesbaye, mais aussi en Hainaut, dans le Centre du pays et en Flandre. Cultivée dans de très bonnes terres (sols limoneux profonds) et grâce à un climat idéal, la culture de la betterave sucrière atteint des niveaux de rendement qui situe la Belgique dans le « top » des meilleures régions de production, en comparaison avec les autres pays (ou régions) européens. Par ailleurs, cette culture est essentielle en agriculture car elle est considérée comme une tête de rotation. Étant une culture sarclée, elle contribue non seulement à lutter contre l'envahissement des champs par les mauvaises herbes, mais favorise également l'équilibre des rotations. Elle permet l'apport facile de la fumure de fond et de matières organiques qui maintiennent la fertilité des terres. Par son prix fixe (lié au système de quotas européens jusqu'en 2017), elle contribue à la rentabilité et à la durabilité des exploitations.

Après l'abolition des quotas, à partir de 2017, une culture de betterave ayant une rentabilité compromise mettrait en péril non seulement la rentabilité des exploitations agricoles et des installations sucrières, mais également l'existence de nombreuses sociétés en amont et en aval, toutes pourvoyeuses de nombreux emplois directs et indirects.

Dans ces conditions, du fait de l'abandon des quotas sucriers nationaux en 2017, une redistribution des régions de productions betteravières encore rentables pourrait avoir lieu. La Belgique pourrait perdre alors définitivement un de ses fleurons agricoles et d'autres fleurons industriels.

À ce titre, on peut rappeler au passage que 1 hectare de betterave produit actuellement ±14 tonnes de sucre blanc, mais produit aussi :

- ±85 tonnes de racines récoltées pour en extraire le sucre. Les racines, une fois épuisées en sucre, constituent ensuite la pulpe de betterave. La production de ±20 tonnes/ha de pulpe surpressée de betterave permet à l'agriculteur/éleveur de produire 10 t de lait ou 900 kg de viande bovine avec un aliment qu'il a produit lui-même, au sein de son exploitation.
- ±50 tonnes de feuilles qui retournent au sol pour en améliorer la teneur en humus.
- ±3,5 t/ha d'écume de sucrerie, amendement calcaire de très haute qualité produit lors de son usinage.

¹⁶ Une perte financière a été estimée en 2013 par l'Agrofront belge (ABS, BB, FWA) pour la culture de la betterave en Belgique en cas de suppression des néonicotinoïdes en betterave. Celle-ci a été évaluée à ±16,4 millions d'euros ! Cette perte a été évaluée à 18 millions d'euro s'il fallait y inclure le coût des traitements insecticides de remplacement.

- de la mélasse (sucre non purifiable) utilisée pour la production d'acide citrique et de levure boulangerie, en Belgique.
- 3 à 4 fois plus d'oxygène qu'un hectare de forêt. La photosynthèse de la betterave produit plus de 20 t/ha de matière sèche, la forêt en produit 2 à 12 t/ha, selon les essences considérées.

6. Niveau de risque environnemental lors de l'emploi des néonicotinoïdes en betterave

6.1. Au niveau de l'enrobage de la graine

Les néonicotinoïdes utilisés en traitement de semences en betterave sucrière sont appliqués dans l'enrobage de la graine (« pelleting » réalisé avec de la poussière d'argile ou de matière végétale sèche). Cet enrobage permet d'obtenir une forme sphérique parfaite des graines (calibre : 3,5 mm à 4,75 mm de diamètre) pour pouvoir être semées avec des semoirs mécaniques ou pneumatiques qui déposent chaque graine à son emplacement définitif. Cet enrobage est recouvert d'une couche de protection finale (« coating ») comportant une couleur et parfois un vernis.

Grâce aux différentes couches d'enrobage, il existe un risque minimum pour l'utilisateur de graines de betterave (agriculteurs et entrepreneurs) et pour l'environnement que des particules d'insecticide puissent s'échapper dans l'environnement. Il y a pour ainsi dire un risque excessivement minime de dérive de poussières d'enrobage dans l'environnement.

En 2010, l'Europe a émis une directive destinée à la ESA (European Seed Association) pour que les traitements insecticides dans l'enrobage de graines de plantes cultivées soient appliqués uniquement au moyen d'installations professionnelles. Ces installations sont auditées et certifiées par la ESTA (European Seed Treatment scheme) selon des normes destinées à optimiser le processus industriel d'enrobage afin de protéger les utilisateurs potentiels (personnel des usines réalisant ce type d'enrobage et utilisateurs des graines enrobées) et de protéger l'environnement en général. Une norme d'un test de poussière (test de Heubach) a ainsi fixé la limite de 0,25 g de poussière par unité de graine (Anonyme, 2015b). En pratique, cette valeur est 10 fois inférieure, voire nulle, lors de la production de graines enrobées de betteraves et traitées.

Les graines enrobées de betterave sont citées comme étant celles qui, par rapport à des graines enrobées d'autres cultures, résistent le mieux à des tests d'abrasion (Forster, R., 2011).

Le pelleting, le coating et l'emballage des graines de betterave (sac plastique contenant 100.000 graines, placé dans une boîte en carton) contribuent à limiter très fortement la perte d'éventuelles poussières d'enrobage dans l'environnement.

Selon les données actuelles des Services Agronomiques des sucreries (communication personnelle, 2015), ±83% des surfaces betteravières en Belgique sont semées par des entrepreneurs agricoles professionnels. Les semoirs mécaniques représentent 75% du parc des semoirs, les semoirs pneumatiques constituent 25% de ces machines.

Le risque évoqués de poussières d'enrobage qui pourraient être expulsées dans l'environnement par les flux d'airs du semoir pneumatique lors d'un semis de maïs¹⁷ est également devenu très minime. Ces semoirs sont obligatoirement équipés depuis 2008 de déflecteurs qui réduisent de 90% la circulation de l'air et des particules de poussières rejetées dans l'air. Dans ce cas, les particules sont redirigées vers le sol. Grâce à cette adaptation des semoirs pneumatiques, le risque suspecté pour l'homme et pour l'environnement est également particulièrement minimisé.

¹⁷ Une confusion est souvent présente lorsque l'on compare les traitements de graines de différentes cultures. Les traitements insecticides sur les graines de maïs, sont/étaient effectués par poudrage. Cette poudre est/était susceptible de se détacher plus facilement de la graine, puisque celle-ci n'est pas maintenue dans un « enrobage ». En Belgique, ces graines ne sont plus traitées avec un insecticide néonicotinoïde. Les graines de betterave sont enrobées. Le traitement avec un insecticide néonicotinoïde est alors appliqué sous forme liquide et est « collé » dans le coating de la graine.

Certaines études évaluent à 0,01% le pourcentage de poussière pouvant se déposer dans l'environnement, lors du semis de betteraves (Forster, R., 2011 ; Bonmatin, J.M., et al., 2015).

6.2. Au niveau de la floraison ou du pollen de betterave

Un insecticide à action systémique peut se retrouver au niveau des parties florales d'une plante cultivée. Dans ce cas, de nombreuses études ont démontré qu'il peut y avoir une interaction entre les parties florales et les insectes pollinisateurs.

La betterave est une plante bisannuelle. Il n'y a donc pas de floraison pendant sa culture. Comme elle est récoltée en fin de première année pour sa racine riche en sucre, il n'y aura jamais de culture de betterave qui soit gardée au champ pour fleurir au cours de sa deuxième année¹⁸. À l'opposé d'autres cultures qui fleurissent avant leur récolte, il n'y aura jamais d'interaction entre une culture de betterave et des insectes pollinisateurs.

Cependant, des betteraves dites « sauvages » et des betteraves dites « annuelles » peuvent être présentes en très faible pourcentage dans un champ de betteraves. Ces betteraves ont la particularité de fleurir et de produire des graines dès leur première année de développement.

Dans les parcelles cultivées, les betteraves dites « annuelles » sont issues de lots de graines commerciales (donc actuellement traitées avec un néonicotinoïde dans l'enrobage). On observe toutefois un très faible pourcentage de plantes qui peuvent « monter à graines » la première année de végétation. Leur présence dans un champ varie selon l'année (conditions de vernalisation), la date de semis, la variété, etc.... Leur présence en pratique dans les champs en Belgique est de 30 plantes/100.000 plantes (soit 0,0003% des plantes) semées par hectare en moyenne¹⁹.

Ces plantes constituent un risque très important pour l'agriculteur d'avoir une production de graines et donc une infestation de son sol avec des graines de betteraves qui seront ensuite appelées betteraves « sauvages ». Ces betteraves « sauvages » constituent une nouvelle « mauvaise herbe » pour le betteravier et contre laquelle il aura très difficile de lutter avec des herbicides traditionnels à l'égard desquels la betterave est peu sensible.

En conclusion, dans un champ de betteraves sucrières, les betteraves en cours de montaison (montées annuelles ou montées sauvages) sont régulièrement enlevées et éliminées par les agriculteurs car il y va de leurs intérêts²⁰.

La présence de graines de betteraves annuelles dans les lots commerciaux constitue un très grand point d'attention de la part des maisons de sélection. C'est un élément très recherché de sélection où la résistance naturelle à la montée à graines est un des critères de sélection.

Par ailleurs, la betterave est une plante peu mellifère. Elle attire très peu d'insectes pollinisateurs. C'est une plante allogame où le pollen est transporté par le vent et non par des insectes pollinisateurs.

¹⁸ Les cultures de betterave porte-graines, destinées à la production de graines de betterave, sont bien évidemment récoltées après floraison. Selon les maisons de sélection betteravière, ces cultures sont réalisées dans le Sud de la France, dans le Nord de l'Italie et au Chili. Il s'agit dans ce cas d'un autre type de culture qui n'entre pas en ligne de compte dans ce dossier.

¹⁹ Le cahier des charges d'utilisation des variétés de betteraves commercialisées établi en Belgique par l'interprofession betterave-sucre autorise un maximum de 200 montées/ha (0,002% des plantes) pour une date de semis qui corresponde à 50% des semis. Les variétés trop sensibles à la montaison sont systématiquement éliminées.

²⁰ L'IRBAB préconise différentes stratégies d'élimination des betteraves en cours de montée à fleurs, selon le nombre observé à l'hectare.

Le butinage éventuel par des insectes pollinisateurs est rendu inexistant par l'élimination des plantes montant à fleurs par le betteravier. Cette situation pourrait être légalement gérée si cela s'avérerait nécessaire.

6.3. Au niveau des insectes utiles ou neutres (et autres animaux) présents dans la culture de la betterave

Il est considéré que les néonicotinoïdes utilisés à doses agréées en traitement de semences en betterave (imidaclopride, clothianidine, thiamethoxame) n'ont pas d'effet sur les populations d'insectes utiles ou neutres collectés au moyen de pièges ou de trappes dans une culture de betterave tels que : coccinelles, Syrphes, Chrysopes, micro-hyménoptères, carabes, staphylins, arachnides, collembolés (Pflüger, W.; Schmuk, R., 1991 ; Baker, P., et al., 2002).

Il en va de même pour les vers de terre présents dans le sol de ces champs.

En plus, du fait que les graines sont enterrées au semis ($\pm 2-3$ cm) et donc inaccessibles pour les oiseaux, l'imidaclopride est considéré comme sans risque pour les oiseaux aux doses agréées dans l'enrobage.

En pratique, les mulots (*Apodemus sylvaticus*) ne semblent pas être incommodés par la présence de néonicotinoïdes dans l'enrobage des graines de betteraves. Ils les déterrent et consomment toujours les amandes de graines avec autant d'appétit qu'avant l'agréation de ces nouvelles molécules.

6.4. Au niveau de la guttation

Le phénomène naturel de guttation est souvent évoqué comme pouvant être un risque pour les insectes pollinisateurs qui viendraient s'abreuver à une plante cultivée et traitée avec un insecticide systémique. Étudiée de près en Allemagne, la guttation s'est avérée plus importante chez les espèces monocotylédones (maïs, céréales). Parmi les plantes dicotylédones cultivées, la betterave est celle où ce phénomène a été le moins observé (Joachimsmeier, I. et al., 2011).

Des études complémentaires, réalisées conjointement en Allemagne, en Suède et aux Pays-Bas, ont démontré que la guttation n'est pas toujours observable en betterave, même lorsqu'il y a présence de brouillards matinaux. Lorsqu'elle est présente en betterave, la guttation n'est plus observée en début de matinée, avant que les insectes pollinisateurs ne se déplacent pour butiner (Raaijmakers, E.E.M.; Hanse, A.C., 2010).

6.5. Au niveau des résidus dans le sol

De façon générale, les néonicotinoïdes intégrés dans l'enrobage des graines de betterave ne migrent pas dans le sol. Ils ne sont pas entraînés par le lessivage vers des couches plus profondes du sol ou dans les eaux de surface. Utilisés dans l'enrobage des graines de betteraves, ils restent confinés à cette région immédiate dans le sol. Sauf accident imprévisible, la probabilité de retrouver des néonicotinoïdes dans les eaux de surface ou de ruissellement et dans les cours d'eau et venant de graines de betteraves traitées est très faible²¹.

La vitesse de dégradation (DT50) d'un néonicotinoïde dans le sol est fonction de nombreux éléments : type de sol, température du sol, activité biologique du sol, teneur en humus, ... (Krohn, J.; Hellpointer, E., 2002)

Par exemple, la dégradation de l'imidaclopride dans le sol est fonction de la couverture végétale et de l'activité biologique du sol. En plein champ, en sol couvert, la demi-vie (DT50) de l'imidaclopride a été établie à ± 40 jours dans certains essais. Cette valeur passe à 120-190 jours pour des sols sans végétation, dans ces mêmes essais (Scholz, K.; Spiteller, M. 1992). Une variation équivalente a été observée dans des sols belges selon qu'ils aient reçus ou non des apports de matières organiques (fumier, lisier) (Rouchaud, J., et al., 1996).

²¹ Dans les zones concernées, l'IRBAB et le CRA-W ont largement étudié les techniques de non-labour en vue de lutter efficacement contre l'érosion.

L'ordre de grandeur de la demi-vie est similaire pour la clothianidine (120-160 jours en plein champ) (Schmuck, R.; Keppler, J., 2003 ; Stupp, H.P.; Fahl, U., 2003).

Très récemment, la demi-vie du thiamethoxame a été présentée comme étant faible (7-90 jours, selon les conditions, avec une moyenne de ± 30 jours) (Hilton et al, 2015).

C'est ainsi que l'on citera l'imidachlopride, la clothianidine et (parfois) le thiomethoxame comme étant des matières actives persistantes que l'on peut retrouver sous forme de résidus encore 3 à 4 mois après application.

Des travaux réalisés en 1992-1993 dans des sols belges n'ont pu détecter l'imidaclopride, ni ses métabolites dérivés, dans la couche de 10 à 20 cm de terre entourant la betterave au moment de la récolte, à la limite de détection (LOD $0^*(0,01)$) de 0,01 mg/kg sol sec). Il en est de même dans les tissus de la betterave au moment de la récolte (feuilles ou racines) à la limite de détection (LOD $0^*(0,01)$) de 0,01 mg/kg poids frais) (Rouchaud, J., et al., 1994a & 1994b ; Legrand, G., 2004a & 2004b). Ces valeurs de $0^*(0,01)$ sont également celles présentées dans le dossier d'agrément d'origine des néonicotinoïdes, dans les feuilles et les racines de betterave à la récolte.

Ces analyses ne détectent donc plus aucun résidu de néonicotinoïdes dans le sol d'un champ de betterave, après ± 6 mois de végétation. En effet, une partie du produit a été absorbée dans la plante puis s'y est dégradée. Le reste de produit présent dans l'enrobage de la graine s'est également dégradé selon sa demi-vie. Au moment du semis, une dose de 65 g/ha de matière active correspond à 0,014 mg/kg sol, pour un échantillonnage de sol homogène réalisé dans la couche arable (0-30 cm).

Une expérimentation réalisée en 2002 et 2003 par l'IRBAB a également démontré que l'imidaclopride n'est plus dosable à la récolte, dans la racine de betterave, la limite de dosage ayant été fixée à la limite de quantification (LOQ < 20 ou 50 ppm – 0,02 mg/kg poids frais). Par contre, des résidus détectables d'imidaclopride ont été dosés dans la terre prélevée à proximité immédiate de l'enrobage des graines au moment de la récolte (0,08 à 0,14 mg/kg poids sec) (Legrand, G., 2004a & 2004b.).

Ces analyses confirment donc que l'on peut retrouver effectivement des résidus de néonicotinoïdes dans le sol, après culture de betterave, pour autant que l'on s'intéresse uniquement à la couche de terre immédiatement en contact avec la surface de la racine de la betterave, ce qui n'est plus du tout le cas lorsque l'on s'intéresse à la couche de terre arable d'un champ de betterave ! Un facteur de dilution est alors présent, en conditions réelles au champ.

Retrouver des résidus quantifiables de néonicotinoïdes dans un sol après une culture de betterave apparaît peu vraisemblable et est donc fonction de la dilution de l'échantillon par rapport au volume de terre cultivée. On ne retrouve rien dans un échantillon représentatif du sol (Huijbrechts, A.W.M., 1996).

Retrouver des résidus de néonicotinoïdes provenant de feuilles ou de racines de betterave laissées sur le champ à la récolte apparaît illusoire. Les produits impliqués et leurs dérivés ne sont plus détectables dans les feuilles à ce moment (FAO, 2005 ; Morel-Krause, E., 2003 ; Rouchaud, J., et al., 1994a & 1994b).

6.6. Au niveau des adventices en fleurs

Des essais en laboratoire ont montré que des adventices, semées en pots juste à côté de graines de betterave traitées avec de l'imidaclopride dans l'enrobage, peuvent absorber cette molécule et ses dérivés oléfiniques (Dewar, A.; Westwood, F., 1998).

L'absorption d'un néonicotinoïde se fait, chez la betterave, comme chez ces adventices dans ce cas, au niveau de l'extrémité des toutes jeunes racines (zone des poils absorbants, soit quelques mm situés juste après la pointe méristématique. C'est le cas de l'embryon de la betterave lorsqu'il sort hors de la graine. La toute petite racine (quelques mm) absorbe le néonicotinoïde à ce moment, via

ses poils absorbants qui entrent en contact avec l'enrobage de la graine et son environnement immédiat.

Des adventices, germant à proximité immédiate (ordre du cm) de graines de betteraves traitées avec un néonicotinoïde semées dans un champ, devraient également absorber ce néonicotinoïde.

Par après, ces adventices et toutes les autres présentes dans un champ sont éliminées par des traitements sélectifs de désherbage et/ou par des interventions mécaniques. La culture de la betterave est en effet une culture sarclée où le but est d'obtenir une élimination totale des adventices bien avant qu'elles ne viennent en fleurs et en graines, ce qui augmenterait le stock semencier du sol en graines de mauvaises herbes. Cette situation est actuellement facilement gérée techniquement par le betteravier, grâce à une combinaison de doses réduites d'herbicides. Des schémas de désherbage utilisant de très faibles doses d'herbicides (système FAR à doses très réduites) ont été dans ce cas mis au point par la recherche scientifique, grâce entre autres aux très fructueux échanges d'informations observés entre tous les instituts betteraviers européens de recherche.

6.7. Au niveau des cultures qui suivent la betterave

Dans l'hypothèse d'une présence quantifiable de résidus de néonicotinoïdes dans le sol, selon l'échantillon considéré (voir paragraphe 6.5. Résidus dans le sol) et dans l'hypothèse peu réaliste d'une absorption de ces résidus d'enrobage par les cultures succédant à la betterave, une étude récente réalisée en France (enquête TERURI réalisée par le SCEES) a montré que la place de telles situations de cultures potentiellement visitées par des insectes pollinisateurs est particulièrement faibles (9% des surfaces) (Anonyme, 2004 ; Anonyme, 2014).

Les informations sur la concentration d'imidaclopride dans les plantes semées après une culture de betterave, de tournesol ou de maïs traité sont peu nombreuses et peu concluantes quant à un éventuel transfert de l'insecticide du sol vers la plante (Doucet-Personeni, C. *et al.*, 2003).

Conclusions

Dans les conditions actuelles de culture de la betterave (100 % de la surface protégée par un insecticide de la famille des néonicotinoïdes), l'interdiction de l'utilisation d'un tel insecticide dans l'enrobage des graines de betterave conduirait à terme à l'abandon de cette culture dans nos régions.

La pression trop importante de la jaunisse de la betterave, maladie d'origine virale transmise par certains pucerons vecteurs, induirait des pertes de rendement sucre trop importantes (de -20% à -40% en Belgique) si celle-ci ne pouvait plus être contrôlée via l'utilisation préventive des néonicotinoïdes.

Le recours à des traitements foliaires curatifs, tels que pratiqués de façon généralisée il y a déjà plus de 20 ans, augmenterait les coûts de production et rendrait la culture de la betterave non rentable dans nos régions.

Le retour aux insecticides foliaires serait en outre beaucoup plus impactant pour l'environnement et sa biodiversité, et entre autres pour les insectes utiles et les insectes neutres présents dans la culture. Les insectes pollinisateurs, quasi absents dans les champs de culture de la betterave, pourraient également être impactés par les dérives de pulvérisation faites avec les insecticides foliaires agréés.

Les différents points d'attention environnementaux argumentés selon des situations évoquées pour d'autres cultures ne sont pas d'application dans le cas de la culture betteravière.

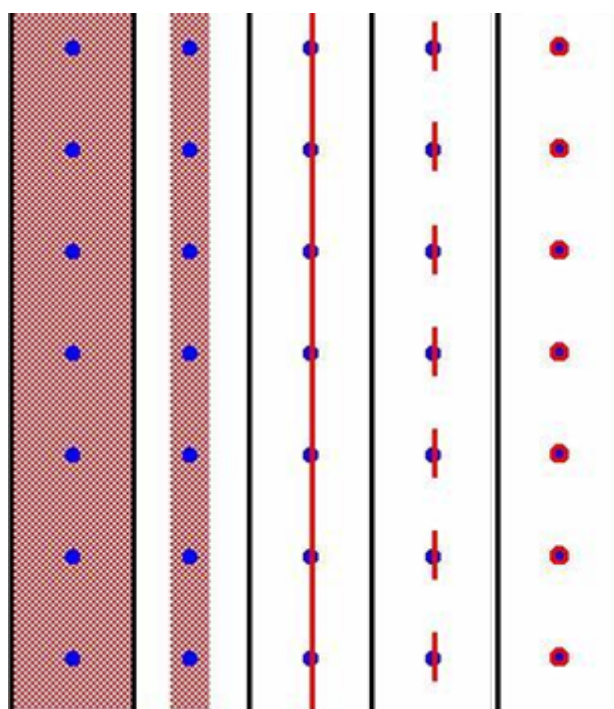
Les points d'attention tels que :

- risque de poussières au niveau de l'enrobage de la graine,
- risque au niveau de la floraison ou du pollen de la betterave,
- risque au niveau des insectes utiles ou neutres (et d'autres animaux) présents dans la culture de la betterave,
- risque au niveau de la guttation,
- risque au niveau des résidus dans le sol et dans les eaux de surface,
- risque au niveau des adventices en fleurs,
- risque au niveau des cultures qui suivent la betterave,

ont tous été investigués dans cette note documentaire technique. Ils se sont tous révélés comme étant nuls ou très hypothétiques dans le cas de l'utilisation d'un insecticide de la famille des néonicotinoïdes dans l'enrobage des graines de betterave sucrière.

Annexe 1. Illustration des possibilités de traitements insecticides en betterave selon le type de traitement effectué :

- 1 : en plein champ (traitements foliaires avec produits agréés)
- 2 : sur la ligne (traitements non pratiqués en betterave)
- 3 : dans la raie de semis (microgranulés – ces produits ne sont plus agréés)
- 4 : dans la raie de semis, ponctuellement au niveau de la graine (microgranulés – ces traitements ne sont plus agréés)
- 5 : dans l'enrobage de la graine (néonicotinoïde – produits agréés en traitement de semences en betterave)



(Source IRBAB)

1

2

3

4

5

	Surface traitée en betterave	Dose utilisée selon insecticide
1 : en plein champ :	10.000 m ²	1 à 2 kg/ha insecticides foliaires
3 : dans la raie de semis (non agréés) :	±250 m ²	750 g/ha microgranulés
5 : dans l'enrobage de la graine (4 mm Ø) :	±5m ²	65 g/ha néonicotinoïde

Annexe 2.

Principaux insectes nuisibles à la culture de la betterave en Belgique (cfr www.irbab-kbivb.be)

NB : Dans un souci d'information uniformisée à l'égard des agriculteurs betteraviers européens et de leurs conseillers techniques, un module d'aide à l'identification des insectes nuisibles à la betterave a communément été élaboré par les diverses institutions de recherches betteravières européennes. Ce module est accessible sur leur site Internet respectif et également utilisables sur Iphones (systèmes Androïd ou OIS).

Insectes très nuisibles :

Insectes vecteurs de la jaunisse virale : vecteurs importants

- Puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*),
- Puceron vert de l'échalote (*Myzus ascalonicus*),

Insectes nuisibles :

Insectes vecteurs de la jaunisse virale : vecteur modéré

- Puceron noir de la fève (*Aphis fabae*),

Insectes et autres arthropodes s'attaquant au système racinaire de la betterave au stade plantule

- Atomaire (*Atomaria linearis*)
- Blaniules (*Blaniulus* sp.) et autres mille-pattes
- Scutigérelles (*Scutigera* sp.)
- Taupins (*Agriotes* sp.)
- Tipules (*Tipula* sp.)
- Collembolles (*Sminthurus* sp.)

Insectes et autres arthropodes s'attaquant au système foliaire de la betterave au stade plantule

- Atomaire (*Atomaria linearis*)
- Pégomyie (*Pegomyia betae*)
- Altises (*Chaetocnema tibialis*)
- Thrips (*Thrips* sp.)
- Cassides (*Cassida nobilis*)
- Punaies (*Lygus* sp.)

Insectes peu nuisibles :

Insectes vecteurs de la jaunisse virale : vecteurs occasionnels

- Puceron à taches vertes de la pomme de terre (*Aulacorthum solani*)
- Puceron vert et rose de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*)

Annexe 3.

Liste des insecticides agréés en culture de betterave sucrière en Belgique (cfr www.fytoweb.be et www.irbab-kbivb.be)

BETTERAVES- BIETEN : INSECTICIDES FOLIAIRES - BLADINSECTICIDEN																						
Nom Commercial Handelsnaam	Zone tampon - bufferzone	Autres remarques Fytoweb - Andere opmerkingen Fytoweb	Firme - Firma	Numéro d'agrément Erkenningsnummer	substance(s) active(s) - werkzame stof(fen)**** teneur - gehalte (g/l ou/of %)						Catégorie de danger - Gevarencategorie	Formulation Formuleringstype	agréé contre erkend tegen							Dose Dosis	Nmax application Nmax toepassingen	Délai avant récolte (jours) Veiligheids termijn (dagen)
					beta-cyfluthrin	deltaméthrine	diméthoate	lambda cyalothrine	gamma-cyhalothrine	pirimicarbe			puccrons - bladluizen	atomaire - bietenkever	altises de la betterave bietenaardvloaien	chenilles - rupsen	pégomyie - bietenvlieg	punaises - wantsen				
Bulldock 25 EC	5 m avec technique classique - 5 m met klassieke techniek	+/*	Makhteshim	9835P/B	25						Xn, N	EC							0,3 l/ha	1	28	
Splendid	10 m avec technique classique 10 m met klassieke techniek	+/**	Bayer Cropscience	9627P/B		25					Xn, N	EC							0,4 l/ha	3	3	
Decis EC 2,5	10 m avec technique classique 10 m met klassieke techniek	+/**	Bayer Cropscience	7125P/B		25					Xn, N	EC							0,4 l/ha	3	3	
Scatto	5 m avec technique classique - 5 m met klassieke techniek	+/**	Isagro S.P.A	10367P/B		25					Xn, N	EC							0,4 l/ha	3	3	
Deltaphar	5 m avec technique classique - 5 m met klassieke techniek	+/**	Agriphar S.A.	10354P/B		25					Xn, N	EC							0,4 l/ha	3	3	
Patriot	10 m avec technique classique 10 m met klassieke techniek	+/**	Bayer Cropscience	9207P/B		25					Xn, N	EC							0,4 l/ha	3	3	
Danadim Progress		+/*	Cheminova agro	8720P/B				400			Xn, N	EC							0,5 l/ha	2	21	
Dimistar Progress		+/*	Cheminova agro	9528P/B				400			Xn, N	EC							0,5 l/ha	2	21	
Dimistar Progress 400 EC		+/*	Cheminova agro	8165P/B				400			Xn, N	EC							0,5 l/ha	2	21	
Perfekthion 400 EC		+/*	BASF	9553P/B				400			Xn, N	EC							0,5 l/ha	2	21	
Rogor 40		+/*	Cheminova agro	6180P/B				400			Xn, N	EC							0,5 l/ha	2	21	
Karate Zeon	20 m avec technique classique 20 m met klassieke techniek	+/**	Syngenta Crop	9231P/B				100			Xn, N	CS		125 ml	62,5 ml	75 ml	62,5 ml		0,0625 - 0,125 l/ha	3	7	
Karis 100 EC	20 m avec technique classique 20 m met klassieke techniek	+/**	GAT micro- encapsulation AG	10028P/B				100			Xn, N	CS		125 ml	62,5 ml	75 ml	62,5 ml		0,0625 - 0,125 l/ha	3	7	
Ninja	20 m avec technique classique 20 m met klassieke techniek	+/**	Syngenta Crop	9571P/B				100			Xn, N	CS		125 ml	62,5 ml	75 ml	62,5 ml		0,0625 - 0,125 l/ha	3	7	
Life scientific lambda-cyhalothrin	10 m avec technique classique 10 m met klassieke techniek	+/**	Life Scientific LTD	9987P/B				100			Xn, N	CS		125 ml	62,5 ml	75 ml	62,5 ml		0,0625 - 0,125 l/ha	2	7	
Sparviero	20 m avec technique classique 20 m met klassieke techniek	+/**	Oxon Italia	10179P/B				100			Xn, N	CS		125 ml	62,5 ml	75 ml	62,5 ml		0,0625 - 0,125 l/ha	3	7	
Ravane 50	20 m avec technique classique 20 m met klassieke techniek	+/**	Globachem	9647P/B				50			C, N	EC		250 ml	125 ml	150 ml	125 ml		0,125 - 0,250 l/ha	3	7	
Lambda 50 EC	20 m avec technique classique 20 m met klassieke techniek	+/**	Sparta Research	9749P/B				50			Xn, N	EC		250 ml	125 ml	150 ml	125 ml		0,125 - 0,250 l/ha	3	7	
Nexide	20 m avec technique classique 20 m met klassieke techniek	+/* +**	Cheminova agro	10110P/B					60		Xi, N	CS					63 ml		0,063 l/ha	2		
Pirimor		+/**	Syngenta Crop	6640P/B						50%	T, N	WG							0,35 kg/ha	2	7	
Okapi	10 m avec technique classique 10 m met klassieke techniek	+/**	Syngenta Crop	7978P/B				5		100	Xn, N	EC							1,25 l/ha	1	7	

+ autres remarques voir Fytoweb (www.fytoweb.be), les agréments de type /p et agréments destinés à un usage amateur ne sont pas reprises - andere opmerkingen zie Fytoweb (www.fytoweb.be), de erkenningen van het type /p en erkenningen voor amateurgebruik zijn niet opgenomen

* Gevaarlijk voor bijen niet op bloeiende planten toepassen - dangereux pour les abeilles, ne pas appliquer sur de plantes en fleur

** Gevaarlijk voor bijen. Gebruik dit product niet op het ogenblik dat de bijen actief naar voedsel zoeken - Dangereux pour les abeilles. Ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives.

***Gevaarlijk voor bijen, dit product niet gebruiken op het ogenblik dat bijen actief naar voedsel zoeken - heeft geen onaanvaardbare effecten op de natuurlijke vijanden van bladluizen en andere nuttige arthropoden, met uitzondering van zweefvliegen - Dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives. - Le produit n'a pas d'effet inacceptable sur les ennemis naturels des pucerons et les autres arthropodes utiles, à l'exception des syrphes.

****Actieve stoffen met dezelfde werkwijze hebben dezelfde kleur - des matières actives avec la même mode d'action ont la même couleur

INSECTICIDES								
Substance(s) active(s)	Teneur (g of %)	Formulation	NOM COMMERCIAL	Numéro d'agregation	Symboles	Catégorie de danger	Remarques	Délai avant récolte
beta-cyfluthrine	25	EC	BULLDOCK 25 EC	9835P/B	Xn, N	Nocif, irritant, sensibilisant et dangereux	Zone tampon de 5 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas appliquer durant la floraison des plantes	28 j
clothianidine	600	FS	PONCHO 600 FS	9472P/B	Xn, N	nocif et dangereux pour l'environnement	Agréation seulement pour semences de betteraves	
clothianidine + beta-cyfluthrine	400 + 53,3	FS	PONCHO BETA	9474P/B	Xn, N	Nocif et dangereux pour l'environnement	Agréation seulement pour semences de betteraves	
lambda-cyhalothrine	100	CS	KARATE ZEON	9231P/B	Xn, N	nocif, sensibilisant et dangereux pour l'environnement	Max. 3 applications/culture + zone tampon de 20 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives.	7 j
			KARIS 100 CS	10028P/B	Xn, N	Nocif et dangereux pour l'environnement	Max. 3 applications/culture + zone tampon de 20 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives	7 j
			NINJA	9571P/B	Xn, N	nocif, sensibilisant et dangereux pour l'environnement	Max. 3 applications/culture + zone tampon de 20 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives.	7 j
			PROFI LAMBDA 100 CS	9987P/B	Xn, N	Nocif, sensibilisant et dangereux pour l'environnement	Maximum 2 applications par culture + zone tampon de 10 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives.	7 j
			SPARVIERO	10179P/B	Xn, N	Nocif et dangereux pour l'environnement	Max. 3 applications/culture + zone tampon de 20 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives.	7 j
	50	EC	RAVANE 50	9647P/B	C, N	corrosif, nocif et dangereux pour l'environnement	Max. 3 applications/12 mois + zone tampon de 20 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives.	7 j
	50	EC	LAMBDA 50 EC	9749P/B	Xn, N	nocif, irritant, inflammable et dangereux pour l'environnement	Max. 3 applications/12 mois + zone tampon de 20 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives.	7 j
gamma-cyhalothrine	60	EC	NEXIDE	10110 P/B	Xi, N	irritant,sensibilis ant et dangereux pour l'environnement	Max. 2 applications/12 mois + zone tampon de 20 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives, ne pas appliquer sur plantes en fleur.	

dimethoate	400	EC	DANADIM PROGRESS	8720P/B	Xn, N	nocif, sensibilisant, inflammable et dangereux pour l'environnement	Max. 2 applications/culture, dangereux pour les abeilles, ne pas appliquer sur des plantes en fleur.	21 j
			DIMISTAR PROGRESS	9528P/B	Xn, N	nocif, sensibilisant, inflammable et dangereux pour l'environnement	Max. 2 applications/culture, dangereux pour les abeilles, ne pas appliquer sur des plantes en fleur.	21 j
			DIMISTAR PROGRESS 400 EC	8165P/B	Xn, N	nocif, sensibilisant, inflammable et dangereux pour l'environnement	Max. 2 applications/culture, dangereux pour les abeilles, ne pas appliquer sur des plantes en fleur.	21 j
			PERFEKTHION 400 EC	9553P/B	Xn, N	nocif, irritant, inflammable et dangereux pour l'environnement	Max. 2 applications/culture, dangereux pour les abeilles, ne pas appliquer sur des plantes en fleur.	21 j
			ROGOR 40	6180P/B	Xn, N	nocif, sensibilisant, inflammable et dangereux pour l'environnement	Max. 2 applications/culture, dangereux pour les abeilles, ne pas appliquer sur des plantes en fleur.	21 j
imidaclopride	70	WS	GAUCHO 70 WS	8330P/B	Xn, N	nocif, sensibilisant et dangereux pour l'environnement	Agréation seulement pour semences de betteraves, très toxique pour les oiseaux.	
			NUPRID 70WS	9761P/B	Xn, N	nocif et dangereux pour l'environnement	Agréation seulement pour semences de betteraves, très toxique pour les oiseaux.	
	600	FS	SOMBRERO	9757P/B	Xn, N	nocif et dangereux pour l'environnement	Agréation seulement pour semences de betteraves	
imidaclopride+ tefluthrine	400 + 17,8	FS	IMPRIMO	9363P/B	Xn, N	nocif et dangereux pour l'environnement	Agréation seulement pour semences de betteraves	
pirimicarbe	50	WG	PIRIMOR	6640P/B en 1031P/P	T, N	toxique, irritant, sensibilisant et dangereux pour l'environnement	Dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives. - Le produit n'a pas d'effet inacceptable sur les ennemis naturels des pucerons et les autres arthropodes utiles, à l'exception des symples.	7 j
pirimicarbe + lambda cyhalothrine	100 + 5	EC	OKAPI	7978P/B en 1003P/P	Xn, N	nocif, irritant et dangereux pour l'environnement	Max. 1 application/culture + zone tampon de 10 m avec technique classique, dangereux pour les abeilles, ne pas utiliser au moment où les abeilles sont actives.	7 j
tefluthrine	200	CS	FORCE	7744P/B	Xn, N	nocif et dangereux pour l'environnement	Agréation seulement pour semences de betteraves	
thiamethoxame	70	WS	CRUISER	9335P/B	F	facilement inflammable	Agréation seulement pour semences de betteraves	
	600	FS	CRUISER 600 FS	9763P/B	N	dangereux pour l'environnement	Agréation seulement pour semences de betteraves	

Bibliographie

NB : La liste bibliographique décrite ci-après reprend les principales références utilisées pour élaborer cet argumentaire.

Cette liste ne reprend pas les très nombreuses publications faisant référence à l'effet positif des néonicotinoïdes sur la culture de la betterave par un meilleur contrôle de ses parasites.

Cette liste ne reprend pas non plus les très nombreuses publications ayant trait à l'effet direct des néonicotinoïdes sur l'homme, les insectes utiles, neutres ou pollinisateurs, sur l'environnement en général ou ayant trait à leur utilisation dans des cultures qui sont récoltées après la floraison.

Toutes les publications référencées sont disponibles à l'IRBAB.

- Anonyme, 2013. *Néonicotinoïdes et apiculture. Pas d'accord européen pour une suspension de certains usages : Phytofar en appelle à une approche proportionnée*. Communiqué de presse de Phytofar, 21 mars 2013, 2 pp.
- Anonyme, 2004. *Imidaclopride en cultures de betteraves sucrières. Une technique fiable, efficace, plus sûre pour les utilisateurs et conséquences pour les abeilles*. Edt ITB, Paris, France, 32 pp
- Anonyme, 2014a. *Argumentaire technique de l'utilisation des traitements de semences à base de néonicotinoïdes en culture de betteraves sucrières*. Edt ITB, Paris, France, 14 pp
- Anonyme, 2014b. *Communiqué de presse du 04/04/2014 : Abeilles et produits phytopharmaceutiques*. Edt PhytoWeb, 6 pp.
<http://www.fytoweb.fgov.be/Bijen/2014%2007%2004%20Abeilles%20évaluation%20et%20gestion%20des%20risques.pdf>
- Anonyme, 2015b. *Heubach test method. 'Assessment of free floating dust and abrasion particles of treated seeds as a parameter of the quality of treated seeds'*. ESTA Website 05/2015.
<http://esta.azurewebsites.net/Standard/TestMethod>
- Baker, P.; Haylock, L.A.; Garner, B.H.; Sands, R.J.N.; Dewar, A.M., 2002. *The effects of insecticide seed treatments on beneficial invertebrates in sugar beet*. Brighton Crop Protection Conference Pest and Diseases, 653-658.
- Bonmatin, J.M.; Giorio, C.; Girolami, V.; Goulson, D.; Kreutzweiser, D.P.; Krupke, C.; Liess, M.; Long, E.; Marzaro, M.; Mitchell, E.A.D.; Noome, D.A.; Simon-Delso, N.; Tapparo, A., 2015. *Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil*. Environ Sci Pollut Res, 22, 35-67.
- Dewar, A.; Westwood, F., 1998. *Uptake of imidacloprid by weeds*. Broom's Barn Report 1997, 15-16.
- Doucet-Personeni, C., Rortais, A., Halm, M.P., Arnold, G., Touffet, F., 2003. *Imidaclopride utilisé en enrobage de semences (Gaucho®) et troubles des abeilles – Rapport Final*. Edt. Comité Scientifique et Technique de l'Étude Multifactorielle des Troubles des Abeilles (CST), 221 pp.
- EFSA, 2012. *Reasoned opinion on the modification of the existing MRLs for thiamethoxam and clothianidin in various crops*. EFSA Journal, 10/11, 2990, 1-44,
- EPA, 2007. *Clothianidin. Tolerance petition requesting the establishment of permanent tolerances for food/feed use of insecticide as a seed treatment on sugar beets. Resolution of rotational crop data deficiency. Summary of analytical chemistry and residue data*. 17 pp
http://www.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-044309_16-Oct-07_a.pdf
- Epperlein, K.; Schmidt, H.W., 2001. *Effects of pelleting sugar-beet seed with Gaucho (imidacloprid) on associated fauna in the agricultural ecosystem*. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer, 54/3, 369-398.
- Ernould, L.; Van Steyvoort, L., 1960. *La végétation, les ennemis et les maladies de la betterave en Belgique, en 1959*, Publication trimestrielle de l'IRBAB, 28/1, 3-44.
- FAO, 2005, *Chlothianidin*.
http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation_10/Chlothianidin.pdf
- Forster, R., 2011. *Risk mitigation measures for seed treatments using neonicotinoids*. 11th International Symposium of the ICP-BR Bee Protection Group, Wageningen (The Netherlands), November 2-4, 63-68.
- Foster, S.; Denholm, I.; Harrington, R.; Dewar, A., 2002. *Why worry about insecticide resistant aphids ?*. British Sugar Beet Review, 70/2, 20-29.

- Francis, F.; Haubruge, E.; Gaspar, C., 1998. *Are aphids resistant to insecticides in Belgium ?* Parasitica, 54/4, 151-161.
- Haubruge, E.; Kim Nguyen, B.; Widart, J.; Thomé, J.P.; Fickers, P.; Depauw, E. 2006. *Le dépérissement de l'abeille domestique, Apis mellifera L., 1758 (Hymenoptera : Apidae) : faits et causes probables.* Notes fauniques de Gembloux, 59/1, 3-21
- Hilton, M.J.; Jarvis, T.D., Ricketts, D.C., 2015. *The degradation rate of thiamethoxam in European field studies.* April 17 (in press)
- Huijbrechts, A.W.M., 1996. *Onderzoek naar de eventuele aanwezigheid van residuen van gewasbeschermingsmiddelen in gewas en grond.* IRS Jaarverslag 1995, 75-76
- Krohn, J.; Hellpointer, E., 2002. *Environmental fate of imidacloprid.* Pflanzenschutz Nachrichten Bayer. 55/1, 1-26.
- Joachimsmeier, I.; Pistorius, J.; Heimbach, U.; Schenke, D.; Zwerger, P.; Kirchner, W., 2011. *Details on occurrence and frequency of guttation in different crops in Germany.* 11th International Symposium of the ICPBR Bee Protection Group, 22
- Legrand, G., 1992. *Habitudes alimentaires des pucerons et incidence sur la transmission des viroses.* Le Betteravier, mai 1992, 11-12,
- Legrand, G., 2004a. *Produits phytos en betterave sucrière: sont-ils encore présents à la récolte ?* Le Betteravier, 38-402, 8-9.
- Legrand, G., 2004b. *Présence de résidus de pesticides dans la betterave à la récolte et dans certains produits dérivés, issus de son usinage.* Rapport Interne, Edt IRBAB/KBIVB, 24 pp.
- Legrand, G.; Tits, M.; Hermann, O.; Vandergeten, J.P.; Vanstallen, M.; Vigoureux, A.; Wauters, A.; Misonne, J.F., 1992. *Memento IRBAB KBIVB ;* Edt IRBAB/KBIVB, 308 pp.
- Morel-Krause, E., 2003. *Étude sur les résidus de produits phytosanitaires dans les betteraves sucrières.* Rapport ITB, Service de la Protection des Végétaux, 20 pp.
- Nguyen, B. K.; Saegerman C., Pirard C., Mignon, J., Widart, J., Thirionet, B., Verheggen, F.J., Berkvens, D., De Pauw, E., Haubrugge E., 2009. *Does Imidacloprid Seed-Treated Maize Have an Impact on Honey Bee Mortality?* J. Econ. Entomol. 102/2, 616-623.
- Noleppa, S ; Hahn, T., 2013. *The value of neonicotinoid seed treatment in the European Union.* Edt HFFA – Humboldt Forum for Food and Agriculture, Working Paper 01/2013. 96 pp.
- Pflüger, W.; Schmuk, R., 1991. *Ecotoxicological profile of imidacloprid.* Pflanzenschutz Nachrichten Bayer. 44/2, 137-144.
- Raaijmakers, E.E.M.; Hanse, A.C., 2010. *Zaad- el kiemplantebescherming.* IRS Jaarverslag 2010, 17-18.
- Roland, G., 1936. *Recherches sur la jaunisse de la betterave et quelques observations sur la mosaïque de cette plante.* Publication trimestrielle de l'IRBAB, 4/2, 35-60.
- Roßberg, D.; Ladewig, E., 2010. *Ergebnisse der Neptun-Erhebung 2009 in Zuckerrüben.* Julius-Kühn-Archiv 428, 126-127.
- Rouchaud, J.; Gustin, F.; Wauters, A. 1994a. *Soil Biodegradation and Leaf Transfer of Insecticide Imidacloprid Applied in Seed Dressing in Sugar Beet Crops.* Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 53, 344-350.
- Rouchaud, J.; Gustin, F.; Wauters, A. 1994b. *Soil organic matter ageing and its effect on insecticide imidacloprid soil biodegradation in sugar beet crop.* Toxicological and Environmental Chemistry. 45, 149-155.
- Rouchaud, J.; Gustin, F.; Wauters, A. 1996. *Imidacloprid insecticide soil metabolism in sugar beet field crops.* Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 56, 29-36.
- Schmuck, R.; Keppler, J., 2003. *Clothianidin - Ecotoxicological profile and risk assessment.* Pflanzenschutz Nachrichten Bayer, 56/1, 26-58.
- Scholz, K.; Spiteller, M. 1992. *Influence of groundcover on the degradation of 14C- imidacloprid in soil.* Brighton Crop Protection Conference : Pest and Diseases, 883-888.
- Stupp, H.P.; Fahl, U., 2003. *Environmental fate of clothianidin (TI-435; Poncho).* Pflanzenschutz Nachrichten Bayer. 56/1, 59-74.

- Van Steyvoort, L., 1975. *La végétation, les ennemis et les maladies de la betterave sucrière en Belgique, en 1974*. Publication trimestrielle de l'IRBAB, 43/3, 103-117.
- Van Steyvoort, L., 1983. *Évolution de la lutte contre la jaunisse de la betterave en Belgique*. Publication trimestrielle de l'IRBAB, 51/2, 49-61.
- Wetswood, F., Bromilow, R., Dewar, A., 1997. *Controlling virus yellows*. British Sugar Beet Review, 65/3, 39-42.