

Worldwide integrated assessment on systemic pesticides Global collapse of the entomofauna: exploring the role of systemic insecticides

Maarten Bijleveld van Lexmond, Jean-Marc Bonmatin, Dave Goulson & Dominique A. Noome
Traduction Christian Pacteau

(Voir l'article original sur <http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-014-3220-1>)

Received: 13 June 2014 / Accepted: 17 June 2014 / Published online: 23 August 2014

© The Author(s) 2014. This article is published with open access at Springerlink.com

Responsible editor: Philippe Garrigues

M.F.I.J. Bijleveld van Lexmond

Task Force on Systemic Pesticides, 46 Pertuis-du-Sault, 2000 Neuchâtel, Switzerland
e-mail: mbvl@club-internet.fr

J.-M. Bonmatin (*) Centre National de la Recherche Scientifique, Centre de Biophysique Moléculaire, rue Charles Sadron, 45071 Orléans Cedex 02, France e-mail: bonmatin@cnrs-orleans.fr

D. Goulson School of Life Sciences, University of Sussex, Brighton BN1 9QG, UK e-mail: d.goulson@sussex.ac.uk

D. A. Noome, Kijani – Projects in Agriculture, Environment and Conservation, Platanenlaan19, 6708 PT Wageningen, The Netherlands, e-mail: dominiquenoome@gmail.com

L'appel de Notre Dame de Londres

En Juillet 2009, un groupe d'entomologistes et d'ornithologues s'est rencontré à Notre Dame de Londres, un petit village dans le département français de l'Hérault, à la suite d'une enquête internationale parmi les entomologistes sur le déclin catastrophique des insectes (et arthropodes en général) partout en Europe.

Ils ont établi qu'une baisse sensible et progressive des insectes, dans le cadre de l'appauvrissement général de l'environnement naturel, s'était installée depuis les années 1950. Parmi beaucoup d'autres, ils ont reconnu que les causes profondes de ce déclin résultait de l'intensification de l'agriculture et de la perte des habitats naturels l'accompagnant, de l'utilisation massive des pesticides et des herbicides, de l'augmentation croissante sur les routes de la circulation automobile ainsi qu'une pollution lumineuse nocturne à l'échelle continentale sans oublier les dépôts d'azote.

Ils ont également convenu qu'une nouvelle dégradation de la situation, avec une baisse plus marquée des populations d'insectes, avait commencé dans la décennie 1990-2000. Cela a commencé d'abord en Europe occidentale, suivie par l'Europe orientale et

l'Europe du Sud, et, aujourd'hui, une apparente rareté des insectes éclaboussant les pare-brise des automobiles et s'écrasant contre leurs radiateurs est le meilleur indice quant au déclin des papillons et aux problèmes observés chez les abeilles au plan mondial. Ils ont conclu que ces phénomènes reflètent un effondrement maintenant généralisé de l'entomofaune en l'Europe.

Ils ont également établi que l'effondrement massif de ces différentes espèces, genres et familles d'arthropodes, a coïncidé avec le déclin sévère des populations de différentes espèces d'oiseaux insectivores jusque-là considérées comme «bonnes», comme celles des hirondelles et des étourneaux.

Sur la base d'études existantes, et de nombreuses observations de terrain, aussi bien que sur des preuves circonstancielles accablantes, ils sont arrivés à l'hypothèse qu'une nouvelle génération de pesticides, les néonicotinoïdes, persistants, systémiques et neurotoxiques, et le fipronil, introduits au début des années 1990, étaient susceptibles d'être responsables, au moins en partie, de ces baisses.

Ils ont donc lancé l'Appel de Notre Dame de Londres sous la devise «*Non ! Pas un nouveau Printemps Silencieux !* », se référant ainsi au livre de

Rachel Carson, "*Silent Spring*", publié il y a plus d'un demi-siècle (1962) :

La disparition des abeilles est seulement la partie la plus visible d'un phénomène désormais généralisé dans toute l'Europe occidentale. L'effondrement brutal et récent des populations d'insectes est le prélude d'une perte massive de biodiversité avec des conséquences dramatiques prévisibles pour les écosystèmes naturels, l'environnement humain et la santé publique. L'utilisation systématique d'insecticides neurotoxiques persistants en agriculture intensive et en horticulture (néonicotinoïdes tels que l'imidaclopride, le thiaméthoxame, et le fipronil, dont la SA est un phénylpyrazole), qui forment désormais une brume, aussi répandue qu'invisible, toxique sur terre, dans l'eau et dans l'air, est considérée comme la cause principale de cet effondrement observé par des entomologistes, laquelle a commencé au milieu des années 1990 et été suivie par le déclin des espèces d'oiseaux insectivores, et d'autres, par les ornithologues.

Pour cette raison, les soussignés ont lancé une Alarme et exigé une mise en œuvre beaucoup plus stricte du «*Principe de Précaution*» tel qu'il est consacré dans l'E.U. La directive de la Commission 91/414, définie par l'UNESCO en 2005 comme suit : «*L'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable*».

Pesticides (TFSP)

En réponse à l'Appel de Notre Dame de Londres, un groupe de travail scientifique international sur les pesticides systémiques de scientifiques indépendants a été mis en place peu de temps après par un Comité directeur composé de : Maarten Bijleveld van Lexmond (Suisse), Pierre Goeldlin, de Tiefenau (Suisse), François Ramade (France) et Jeroen van der Sluijs (Hollande), membres fondateurs. Au fil des ans, l'adhésion a grandi autour de ce noyau et compte aujourd'hui 15 nationalités dans quatre continents. Le Groupe de travail sur les pesticides systémiques (TFSP) conseille un groupe de spécialistes dans deux Commissions de l'UICN, la *Commission sur la gestion des écosystèmes* et la *Commission pour la survie des espèces*. Son travail a été noté par l'Organe subsidiaire scientifique et technique chargé de fournir des avis en vertu de la Convention sur la diversité biologique

(CDB), et a été portée à l'attention de la plate-forme scientifique et politique intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) dans le cadre de d'évaluation thématique accélérée des pollinisateurs, de la pollinisation et de la production alimentaire.

Dans le cadre de l'évaluation intégrée dans le monde entier (WIA, Worldwide Integrated Assessment), au cours des 4 dernières années, le TFSP a examiné plus de 800 articles scientifiques revus par des pairs et publiés au cours des deux dernières décennies. Les domaines d'expertise de la TFSP s'étend à diverses disciplines d'envergure, y compris la chimie, la physique, la biologie, l'entomologie, l'agronomie, la zoologie, l'évaluation des risques et toxicologiques et écotoxicologiques, ce qui a permis, grâce à une évaluation véritablement interdisciplinaire d'établir des preuves nécessaires pour comprendre les diverses ramifications de l'utilisation globale des pesticides systémiques sur les organismes individuels, sur les écosystèmes et sur les processus écosystémiques et les services.

Les conclusions de l'TFSP-WIA

Les néonicotinoïdes ont été introduits au début des années 1990 et sont maintenant les insecticides les plus utilisés dans le monde. Ce sont des neurotoxiques qui agissent sur les récepteurs nicotiques (en se liant à eux) de l'acétylcholine (nAChR) dans le système nerveux central et provoquent une stimulation nerveuse à des concentrations faibles entraînant le blocage des récepteurs, la paralysie et la mort à des concentrations plus élevées. Le fipronil est un autre insecticide systémique largement utilisé qui partage de nombreuses propriétés des néonicotinoïdes et a été introduit dans le même temps ; par conséquent, ce composé est également inclus dans ces études. Les deux, les néonicotinoïdes et l'exposition au fipronil, développent une toxicité extrêmement élevée chez la plupart des arthropodes et une faible toxicité chez les vertébrés (bien que des expositions au fipronil à une toxicité aiguë élevée chez les poissons et certaines espèces d'oiseaux soient dommageables). Ils sont relativement solubles dans l'eau et sont facilement absorbés par les racines des plantes ou leurs feuilles, de sorte qu'ils peuvent être utilisés dans de plusieurs manières (par exemple par pulvérisation foliaire, par trempage des sols ou en semences enrobées semées dans les sols). L'utilisation prédominante de ces produits chimiques, en termes de superficie des terres sur lesquelles ils sont utilisés, est justement en traitement de semences, de sorte que l'ingrédient actif est appliqué à titre *prophylactique* aux semences avant le semis et est ensuite absorbé par la plante en

croissance se propageant ensuite dans tous ses tissus par le transport par le phloème et le xylème, protégeant ainsi toutes les parties des plantes cultivées (Simon-Delso et al. 2014).

Plusieurs types de préoccupations sont apparus quant aux impacts des néonicotinoïdes et du fipronil sur l'environnement (Bonmatin et al 2014; Pise et al 2014; Gibbons et al 2014; Chagnon et al 2014; et Furlan Kreutzweiser 2014....):

- Il est devenu évident que les néonicotinoïdes peuvent persister pendant des années dans les sols et ainsi provoquer la constitution de concentrations dans l'environnement s'ils sont utilisés régulièrement. Cela est susceptible de constituer un impact substantiel sur les invertébrés du sol, qui en tant que groupe, forment un service essentiel dans le maintien de la structure du sol et le recyclage des nutriments. En raison même de leur solubilité dans l'eau, les néonicotinoïdes par lixiviation dans les étangs, les fossés et les cours d'eau peuvent contaminer les eaux souterraines. La contamination des milieux marins a été observée, mais n'a pas encore été suivie systématiquement. Les concentrations supérieures à la CL50 pour les insectes aquatiques se produisent fréquemment dans les cours d'eau, et des concentrations beaucoup plus élevées ont été trouvées dans l'eau de surface dans les champs cultivés et dans les fossés adjacents. On a pu constater que la voie aquatique contenant des concentrations élevées de néonicotinoïdes voient l'abondance en insectes et en diversité s'appauvrir.
- La poussière créée pendant les semences de semences traitées est mortelle pour les insectes volants et causent à grande échelle des pertes dans les colonies d'abeilles par toxicité aiguë. Lorsqu'elle est appliquée sous forme de pulvérisations foliaires, la dérive est susceptible d'être très toxique pour les insectes non cibles. Les plantes non cultivées, telles que celles qui poussent dans les marges non cultivées, les haies et les cours d'eau peuvent être contaminés par les néonicotinoïdes, soit par la poussière créée pendant les semences, soit par la dérive de pulvérisation ou l'eau contaminée. Cela fournit un potentiel d'impacts majeurs sur un large éventail de cibles non-invertébrés herbivores vivant dans les terres agricoles.
- Les néonicotinoïdes et le fipronil se trouvent dans le nectar et le pollen des cultures traitées telles que le maïs, le colza et le tournesol et

aussi dans les fleurs de plantes sauvages qui poussent dans les terres agricoles. Ils ont également été détectés à des concentrations beaucoup plus élevées dans les gouttes de guttation qui exsudent chez les plantes de nombreuses cultures. Chez les abeilles, la consommation de ces aliments contaminés conduit à des troubles de l'apprentissage et de la navigation, une mortalité élevée, une sensibilité accrue aux maladies en raison de l'affaiblissement du système immunitaire et d'une fécondité réduite ; chez les bourdons, les effets au niveau de la colonie sont évidents. Les études chez les autres pollinisateurs font défaut. Les abeilles dans les terres agricoles sont simultanément exposées à des douzaines de différents produits agrochimiques, et certains agissent en synergie. L'impact de l'exposition chronique des insectes non cibles à ces cocktails chimiques n'est pas abordée par les tests réglementaires et est très mal compris.

- Bien que les vertébrés sont moins sensibles que les arthropodes, la consommation de petites quantités de semences enrobées offre une voie potentielle responsable d'une mortalité directe chez les oiseaux et mammifères granivores; ces oiseaux ont besoin de consommer seulement quelques graines déversées sur le sol pour recevoir une dose létale. Des doses plus faibles conduisent à une gamme de symptômes, y compris la léthargie, une fécondité réduite et la fonction immunitaire altérée. En outre, l'épuisement des approvisionnements alimentaires en invertébrés est susceptible d'avoir un impact indirect sur un large éventail d'organismes prédateurs, des arthropodes jusqu'aux vertébrés.
- L'utilisation prophylactique des pesticides à large spectre (comme le traitement des semences) va à l'encontre des principes depuis longtemps établis de gestion intégrée des ravageurs (IPM) et contre les nouvelles directives de l'UE qui font de l'adoption de l'IPM une obligation. L'exposition continue des parasites à de faibles concentrations de néonicotinoïdes est très probablement susceptible de conduire à l'évolution de la résistance, comme cela a déjà eu lieu chez plusieurs espèces de ravageurs importants. Bien que les pesticides systémiques peuvent être très efficaces pour tuer les parasites, il est évident que pour certains systèmes agricoles l'utilisation actuelle des néonicotinoïdes s'avère non nécessaire, offrant peu ou pas d'avantage de rendement. Les sociétés

agrochimiques sont actuellement la principale source de conseils agronomiques pour les agriculteurs, situation susceptible de conduire à une sur-utilisation et/ou à une mauvaise utilisation des pesticides.

Globalement, une série convaincante de preuves a été accumulée qui démontre clairement que l'utilisation à grande échelle de ces produits chimiques solubles et persistants dans l'eau a des impacts chroniques répandus sur la diversité biologique mondiale et est susceptible d'avoir des effets négatifs importants sur les services écosystémiques comme celui de la pollinisation qui est essentiel à la sécurité alimentaire et au développement durable. Il y a un besoin urgent de réduire l'utilisation de ces produits chimiques et de passer à des méthodes durables de production alimentaire et de lutte contre les ravageurs qui ne réduisent pas davantage la biodiversité mondiale et qui ne portent pas atteinte aux services écosystémiques dont nous dépendons tous (van der Sluijs et al . 2014).

Les insecticides systémiques, les néonicotinoïdes et le fipronil, représentent un nouveau chapitre dans les lacunes apparentes du processus d'examen et d'approbation réglementaire des pesticides qui ne prend pas pleinement en compte les risques posés par les applications à grande échelle d'insecticides à large spectre sur le fonctionnement des écosystèmes et des services écosystémiques.

Notre incapacité à apprendre des erreurs du passé est remarquable.

Acknowledgments This manuscript benefited from the discussions in the International Task Force on Systemic Pesticides during its plenary meetings in Paris (2010), Bath (2011), Cambridge (2012), Montegrotto- Padova (2012), Louvain-la-Neuve (2013) and Legnaro-Padova (2013). The work has been funded by the Triodos Foundation's Support Fund for Independent Research on Bee Decline and Systemic Pesticides. This Support Fund has been created from donations by Adessium Foundation (The Netherlands), Act Beyond Trust (Japan), Utrecht University (Netherlands), Stichting Triodos Foundation (The Netherlands), Gesellschaft fuer Schmetterlingsschutz (Germany), M.A.O.C. Gravin van Bylandt Stichting (The Netherlands), Zukunft Stiftung Landwirtschaft (Germany), Study Association Storm (Student Association Environmental Sciences Utrecht University) and citizens. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish or preparation of the manuscript.

We very much acknowledge ESPR Editor-in-Chief Philippe Garrigues and Editorial Assistant Emmanuelle Pignard-Péguet for their help during the preparation of this Special Issue.

The review process was coordinated by ESPR Editor-in-Chief, according to the strict ethical guidelines of Springer, with independent reviewers chosen by ESPR Editors.

The authors are listed in alphabetic order.

Open Access This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License which permits any use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and the source are credited.

References

- Bonmatin JM, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreutzweiser D, Krupke C, Liess M, Long E, Marzaro M, Mitchell EAD, Noome DA, Simon-Delso N, Tapparo A (2014) Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environ Sci Pollut Res*. doi:10.1007/s11356-014-3332-7
- Chagnon M, Kreutzweiser DP, Mitchell EAD, Morrissey CA, Noome DA, van der Sluijs JP (2014) Risks of large scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environ Sci Pollut Res*. doi:10.1007/s11356-014-3277-x
- Furlan L, Kreutzweiser DP (2014) Alternatives to Neonicotinoid insecticides for pest control: case studies in agriculture and forestry. *Environ Sci Pollut Res* (this issue)
- Gibbons D, Morrissey C, Mineau P (2014) A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. *Environ Sci Pollut Res*. doi:10.1007/s11356-014-3180-5
- Pisa L, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, Bonmatin JM, Downs C, Goulson D, Kreutzweiser D, Krupke C, Liess M, McField M, Morrissey C, Noome DA, Settele J, Simon-Delso N, Stark J, van der Sluijs JP, van Dyck H, Wiemers M (2014) Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environ Sci Pollut Res* (this issue). doi:10.1007/s11356-014-3471-x
- Simon-Delso N, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, Bonmatin JM, Chagnon M, Downs C, Furlan L, Gibbons DW, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreutzweiser DP, Krupke C, Liess M, Long E, McField M, Mineau P, Mitchell EAD, Morrissey CA, Noome DA, Pisa L, Settele J, Stark JD, Tapparo A, van Dyck H, van Praagh J, van der Sluijs JP, Whitehorn PR and Wiemers M (2014) Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environ SciPollut Res* (this issue). doi:10.1007/s11356-014-3470-y
- Van der Sluijs JP, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, Bonmatin JM, Chagnon M, Downs C, Furlan L, Gibbons DW, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreutzweiser DP, Krupke C, Liess M, Long E, McField M, Mineau P, Mitchell EAD, Morrissey CA, Noome DA, Pisa L, Settele J, Simon-Delso N, Stark JD, Tapparo A, van Dyck H, van Praagh J, Whitehorn