

## SOMMAIRE

Numéro – **idée principale pouvant motiver la lecture**

(premier auteur et al., année ; revue ; notoriété revue)

- .....
- 1- L'Europe serait-elle capable de lutter efficacement contre *Aethina tumida* ?**  
(Sabella et al., 2022 ; *Journal of Economic Entomology* ; IF 2,38)
  - 2- Des résidus problématiques pour l'herbicide clopyralide au Danemark**  
(Hansted et al., 2022 ; *Food Control* ; IF 5,55)
  - 3- Les mélipones en vente libre sur internet et les dangers qui vont avec...**  
(Carvalho et al., 2022 ; *Insect Conservation and Diversity* ; IF 3,18)
  - 4- Une vaste étude sur les produits phytosanitaires dans l'air ambiant incrimine les pratiques agricoles** (Zaller et al., 2022 ; *Science of The Total Environment* ; IF 7,96)
  - 5- « Varroa Shaker Device » : une nouvelle méthode de comptage plus sobre qu'avec l'alcool** (Posada-Flórez et al., 2022 ; *Insects* ; IF 2,77)
  - 6- Compter les spores dans le miel pour prédire la survenue clinique de loque américaine ?** (Zabrodski et al., 2022 ; *Scientific Reports* ; IF 4,38)
  - 7- Produits phytosanitaires d'origine biologique : les pollinisateurs ne sont pas épargnés**  
(Cappa et al., 2022 ; *Science of The Total Environment* ; IF 7,96)
  - 8- Deux désinfectants au banc d'essai contre *Paenibacillus larvae***  
(Kiriamburi et al., 2022 ; *Frontiers in Veterinary Science* ; IF 3,41)
  - 9- Quels facteurs prendre en compte pour optimiser la miellée de lavande ?**  
(Kretzschmar et al., 2022 ; *Insects* ; IF 2,77)
  - 10- Réduire les quantités d'herbicides n'est pas forcément synonyme de réduction des risques** (Cech et al., 2022 ; *Environmental Sciences Europe* ; IF 5,89)
- .....

Ont collaboré à ce numéro : K. Saget, S. Boucher, G. Therville, S. Hoffmann & Ch. Roy

Version anglaise : S. Hoffmann, Ch Roy & N. Vidal-Naquet

**Attention : cette revue ne prétend pas être exhaustive et ne regroupe que des publications d'intérêts aux yeux des membres de la commission apicole SNGTV ; seules 10 publications par numéro sont ainsi retenues pour faire l'objet d'un focus.**



## 1- L'Europe serait-elle capable de lutter efficacement contre *Aethina tumida* ?

Sabella, G., Mulè, R., Robba, L., Agrò, A., Manachini, B., 2022. Could Europe Apply a Suitable Control Method for the Small Hive Beetle (Coleoptera: Nitidulidae)? *Journal of Economic Entomology* 115, 401–411. <https://doi.org/10.1093/jee/toac001>

**Résumé :** L'Abeille européenne, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera : Apidae), est une ressource fondamentale pour la pollinisation d'une grande variété d'espèces botaniques utilisées par l'Homme pour sa subsistance. Au cours des dernières décennies, les colonies d'abeilles ont été confrontées à un nouveau ravageur qui a dépassé son territoire subsaharien d'origine : le petit coléoptère de la ruche (PCR), *Aethina tumida* Murray (Coleoptera : Nitidulidae). Il représente actuellement un problème préoccupant aux États-Unis et en Australie, mais sa présence a également été enregistrée au Portugal et en Italie et il est susceptible de se propager également dans le reste de l'Europe. En se fondant sur les recommandations de l'EFSA, cette étude présente une revue systématique des différents traitements contre le PCR afin d'identifier les méthodes les plus efficaces ainsi que celles présentant une innocuité sur les colonies d'abeilles. La majeure partie de ces études ont été réalisées aux États-Unis. Les résultats montrent qu'un certain nombre de traitements sont adaptés au contrôle d'*A. tumida* (avec parfois des effets négatifs sur les abeilles), tandis que d'autres ont une faible efficacité ou sont inefficaces. Les meilleurs résultats ont été observés avec l'utilisation de nématodes entomopathogènes du genre *Steinernema* et *Heterorhabditis*, mais aussi avec l'application d'acide formique ou de terre de diatomées. Divers produits contenant des insecticides ont aussi été efficaces : Perizin (Bayer), GardStar (Y-Tex), CheckMite+ strips (Bayer), Apithor (Apithor). Apithor ne peut cependant pas être utilisé en Europe car il contient du Fipronil, qui y est interdit depuis 2013. Certains produits courants comme l'eau de Javel et des détergents ont également été jugés efficaces.

Téléchargeable <https://doi.org/10.1093/jee/toac001>

## 2- Des résidus problématiques pour l'herbicide clopyralide au Danemark

Hansted, L., Crocoll, C., Bitarafan, Z., Andreasen, C., 2022. Clopyralid applied to winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) contaminates the food products nectar, honey and pollen. *Food Control* 109124. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109124>

**Résumé :** Le clopyralide est un herbicide systémique utilisé sur le colza et d'autres cultures. Il a été retrouvé dans le miel danois à partir de 2016 à des concentrations dépassant la limite maximale de résidus (LMR) de 0,05 mg/kg. Environ 50 % du miel danois est élaboré à partir de nectar de colza d'hiver. En 2019 et 2020, des champs de colza d'hiver expérimentaux ont été pulvérisés avec du clopyralide durant la floraison mais juste avant la date limite de pulvérisation autorisée afin de mesurer la teneur en clopyralide dans le nectar et le pollen des fleurs de colza d'hiver. Des échantillons de miel et de pollen ont également été prélevés dans des ruches voisines de dix champs de colza d'hiver conventionnels répartis à travers le Danemark et pulvérisés avec du clopyralide. Le produit a été retrouvé dans le nectar et le pollen des champs expérimentaux, et dans le miel et le pollen des ruches voisines des champs conventionnels. Pour la plupart des échantillons, la teneur dans le nectar et le miel dépassait la LMR. Les concentrations trouvées peuvent ne présenter aucun risque pour la santé des consommateurs, car la LMR se fonde sur une ancienne limite de détection et non sur des tests toxicologiques. Cela peut néanmoins avoir des conséquences économiques importantes pour les apiculteurs, qui ne sont pas autorisés à vendre du miel si la concentration de clopyralide dépasse 0,1 mg/kg. La réduction des concentrations de clopyralide pulvérisables ou la mise en place d'une date limite de pulvérisation plus précoce pourrait réduire le risque de contamination des produits alimentaires apicoles. Cependant, s'il n'est pas possible d'obtenir un effet satisfaisant du clopyralide sur la flore adventice dans ces conditions, les pulvérisations de produits phytosanitaires contenant du clopyralide devraient être interdites sur le colza d'hiver. La détermination d'une valeur de LMR fondée sur des tests toxicologiques pourrait entraîner une valeur plus élevée et rendre acceptable la vente du miel contenant des niveaux plus élevés de clopyralide.

Téléchargeable <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713522003176>

### 3- Les mélipones en vente libre sur internet et les dangers qui vont avec...

Carvalho, A.F., 2022. Illegalities in the online trade of stingless bees in Brazil. *Insect Conservation and Diversity*. <https://doi.org/10.1111/icad.12590>

**Résumé :** Les mélipones (qui sont des abeilles sans dard ; tribu des Meliponini) sont commercialisées au Brésil par le biais d'Internet. Ce commerce, qui ne respecte généralement pas les réglementations et politiques nationales, met en contact des populations d'insectes indigènes et des espèces introduites, permettant la dissémination potentielle de symbiotes phorétiques voire de maladies. Notre étude montre qu'au moins 33 espèces d'abeilles sans dard ont été exploitées par le commerce électronique ; pour huit autres cela n'a pas pu être confirmé. Toutes les transactions trouvées se font sur le web en toute transparence et la plupart des vendeurs ne répondent pas aux exigences légales. Nos résultats mettent en évidence que l'anonymat n'est pas nécessaire pour les vendeurs, ce qui renforce les conclusions sur le manque récurrent d'application de la loi contre le commerce illégal d'espèces sauvages au Brésil. Les zones géographiques critiques au Brésil, où se concentrent les vendeurs et éleveurs de ruches d'abeilles sans dard, se trouvent principalement dans la forêt atlantique. Des mesures politiques urgentes et des évaluations scientifiques sont nécessaires tant pour la conservation des abeilles que pour le contrôle des risques liés à la diffusion d'agents vivants pathogènes. La stratégie la plus prometteuse pour limiter les menaces concernant les mouvements d'abeilles est l'éducation des détenteurs d'abeilles sans dard.

*Non téléchargeable gratuitement*

### 4- Une vaste étude sur les produits phytosanitaires dans l'air ambiant incrimine les pratiques agricoles

Zaller, J.G., Kruse-Plab, M., Schlechtriemen, U., Gruber, E., Peer, M., Nadeem, I., Formayer, H., Hutter, H.-P., Landler, L., 2022. Pesticides in ambient air, influenced by surrounding land use and weather, pose a potential threat to biodiversity and humans. *Science of The Total Environment* 838, 156012. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156012>

**Résumé :** On sait peu de choses sur la manière dont le nombre et les concentrations de résidus de produits phytosanitaires (PP) dans l'air sont influencés par l'utilisation des sols, les interactions avec les paramètres météorologiques ou les propriétés physico-chimiques spécifiques des substances, et les risques toxicologiques potentiels que cela pourrait représenter pour les organismes non ciblés, y compris les humains. Nous avons installé des échantillonneurs d'air passifs (matrices filtrantes PUF en polyuréthane et PEF en polyester) dans 15 régions de l'est de l'Autriche présentant différentes utilisations des sols, pendant une période allant jusqu'à 8 mois. Les échantillons ont été analysés pour 566 substances par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse. Nous avons analysé les relations entre la fréquence et les concentrations de PP, l'utilisation du sol, les paramètres météorologiques, les propriétés des substances et la saison. Nous avons trouvé au total 67 ingrédients actifs de PP (24 herbicides, 30 fongicides, 13 insecticides). Le nombre et les concentrations de PP augmentaient avec la proportion de terres arables dans les environs et diminuaient avec l'augmentation de la surface forestière. Cependant, des PP ont également été trouvés dans deux parcs nationaux et dans un centre ville. Le nombre et les concentrations de PP variaient d'une saison à l'autre et étaient en corrélation avec l'utilisation des terres, la température, le rayonnement, les précipitations et le vent, mais n'étaient pas affectés par la volatilité des substances. L'exposition éco-toxicologique potentielle des mammifères, des oiseaux, des vers de terre, des poissons et des abeilles augmentait avec le nombre et la concentration des PP. Le potentiel de toxicité pour l'Homme des PP détectés était élevé, avec une moyenne de 54 % de toxicité aiguë, 39 % de toxicité sur la reproduction et 40 % de toxicité chronique. La principale source de PP dans les échantillons d'air était très probablement l'agriculture conventionnelle

Téléchargeable <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722031096>

## 5- « Varroa Shaker Device » : une nouvelle méthode de comptage plus sobre qu'avec l'alcool

Posada-Flórez, F.J., Abban, S.K., Smith, I.B., Cook, S.C., 2022. Development and Evaluation of a New Effective Tool and Method for Assessing *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) Mite Populations in Honey Bee Colonies. *Insects* 13. <https://doi.org/10.3390/insects13050457>

**Résumé :** Un nouveau dispositif d'évaluation des infestations d'acariens *Varroa destructor* (Anderson–Truman) dans les colonies d'abeilles mellifères a été conçu, testé et évalué face à la méthode du comptage au sucre, une méthode largement utilisée par les apiculteurs. Le « Varroa Shaker Device » (VSD) est construit à partir d'un tuyau en polychlorure de vinyle (PVC) qui se sépare en trois parties. À l'intérieur du shaker, on utilise deux tailles de mailles ; la maille plus grande sépare les abeilles des acariens, et la maille plus petite capture les acariens. Le VSD peut être utilisé en agitant les abeilles avec seulement de l'eau comme solution de lavage. La récupération des acariens à l'aide de la VSD est supérieure à 90 %, équivalent à la méthode au sucre. Nos tests ont démontré que la VSD évaluait avec précision les charges d'acariens lorsque moins de 250 abeilles étaient échantillonnées et agitées avec 250 ml d'eau pendant une minute. Afin d'assurer un dénombrement précis des acariens avec n'importe quel dispositif d'échantillonnage, les abeilles mellifères doivent être prélevées sur des cadres de couvain ouvert et/ou fermé où les acariens sont plus susceptibles de se trouver. La VSD peut être utilisée en laboratoire et sur le terrain pour évaluer avec précision les niveaux d'infestation d'acariens dans les colonies d'abeilles mellifères ou pour recueillir des acariens vivants à des fins de recherche.

Téléchargeable <https://www.mdpi.com/2075-4450/13/5/457/pdf?version=1652361886>

## 6- Compter les spores dans le miel pour prédire la survenue clinique de loque américaine ?

Zabrodski, M.W., Epp, T., Wilson, G., Moshynskyy, I., Sharafi, M., Reitsma, L., Castano Ospina, M., DeBruyne, J.E., Wentzell, A., Wood, S.C., Kozii, I.V., Klein, C.D., Thebeau, J., Sobchishin, L., Ruzzini, A.C., Simko, E., 2022. Establishment of apiary-level risk of American foulbrood through the detection of *Paenibacillus larvae* spores in pooled, extracted honey in Saskatchewan. *Scientific Reports* 12, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12856-4>

**Résumé :** *Paenibacillus larvae*, l'agent responsable de la loque américaine (LA), produit des spores qui peuvent être retrouvées dans le miel. Nous avons analysé la teneur en spores du miel extrait et mélangé de 52 exploitations apicoles de grande taille (L) et de 64 exploitations apicoles de petite taille (S) dans la région de la Saskatchewan au Canada, sur une période de deux ans (2019 et 2020). Nos objectifs étaient : (i) établir des plages de références pronostiques fiables pour les concentrations de spores dans le miel extrait afin de déterminer le risque futur de loque américaine au niveau du rucher ; (ii) identifier les pratiques de gestion constituant des leviers pour atténuer le risque. Les spores de *P. larvae* ont été détectées dans 753 des 1476 échantillons (51 %). Les apiculteurs ont été classés par catégories de risque faible (< 2 spores/gramme), modéré (2 à 100 spores/gramme), et élevé (≥ 100 spores/gramme). Parmi les quarante-neuf apiculteurs du lot « L » échantillonnés en 2019, ceux qui ont signalé la présence de LA en 2020 correspondaient pour 0/26 à un risque faible, pour 3/18 à un risque modéré et pour 3/5 un risque élevé. Sur les 27 apiculteurs du lot « L » échantillonnés en 2020, ceux qui ont signalé la présence de la LA en 2021 correspondaient pour 0/11 à un risque faible, pour 2/14 à un risque modéré et pour 1/2 à un risque élevé. Les modèles prédictifs de la catégorie de risque incluaient comme variables l'hivernage des ruches en intérieur, l'achat de matériel d'occasion, les données démographiques de l'apiculteur et l'utilisation d'antimicrobiens. En conclusion, les apiculteurs de la région canadienne de la Saskatchewan qui ont moins de deux spores par gramme dans le miel extrait et qui évitent les activités à risque élevé peuvent être considérés comme présentant une faible probabilité de survenue de loque américaine l'année suivante.

Téléchargeable <https://www.nature.com/articles/s41598-022-12856-4.pdf>

## 7- Produits phytosanitaires d'origine biologique : les pollinisateurs ne sont pas épargnés

Cappa, F., Baracchi, D., Cervo, R., 2022. Biopesticides and insect pollinators: Detrimental effects, outdated guidelines, and future directions. *Science of The Total Environment* 837, 155714. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155714>

**Résumé :** Les produits phytosanitaires de synthèse jouent un rôle majeur dans le déclin des pollinisateurs dans le monde entier. Les produits phytosanitaires d'origine biologique (PPBio) font l'objet d'une attention accrue pour développer des méthodes plus durables de lutte contre les ravageurs en agriculture. Ces agents de biocontrôle sont généralement considérés comme sûrs pour les espèces non cibles, telles que les pollinisateurs. Malheureusement, lorsqu'il s'agit d'insectes non ciblés, seuls les effets aigus ou chroniques sur la survie après une exposition aux PPBio sont testés. Bien que les conseils internationaux aient souligné la nécessité d'inclure également les aspects comportementaux et morpho-physiologiques lors de l'évaluation des risques des produits phytosanitaires sur les pollinisateurs, aucune préoccupation importante n'a été soulevée concernant les risques associés à une exposition sub létale à ces substances. Nous présentons ici un examen complet des études portant sur les effets indésirables potentiels des PPBio sur différents taxons de pollinisateurs (abeilles, papillons, papillons de nuit, coléoptères, mouches et guêpes). Nous soulignons les connaissances fragmentaires sur ce sujet et l'absence d'une enquête systématique des effets négatifs des PPBio sur les insectes pollinisateurs. Nous montrons que toutes les principales classes de PPBio, outre leur toxicité directe, peuvent également provoquer une foule d'effets néfastes plus subtils chez des espèces solitaires et sociales de pollinisateurs. Bien que la recherche dans ce domaine se développe, l'approche actuelle de l'évaluation des risques ne suffit pas à évaluer correctement tous les effets secondaires potentiels que ces agents de lutte peuvent occasionner sur les insectes pollinisateurs. Étant donné le besoin urgent d'une agriculture durable et d'une protection de la faune, il semble impératif que ces effets néfastes jusqu'à présent négligés soient évalués de manière approfondie avant que des PPBio prétendument sûrs puissent être utilisés sur le terrain.

Non téléchargeable gratuitement

## 8- Deux désinfectants au banc d'essai contre *Paenibacillus larvae*

Kiriamburi, J., Muturi, J., Mugweru, J., Forsgren, E., Nilsson, A., 2022. Short Communication: Efficacy of Two Commercial Disinfectants on *Paenibacillus larvae* Spores. *Frontiers in Veterinary Science* 0. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.884425>

**Résumé :** *Paenibacillus larvae* est une bactérie sporulante qui est l'agent causal de la loque américaine chez les larves d'abeilles mellifères. Les restes d'une larve atteinte contiennent des milliards de spores de *P. larvae* extrêmement résistantes et capables de survivre pendant des décennies. L'incinération des colonies atteintes est généralement considérée comme la seule stratégie efficace pour prévenir la propagation de la maladie, et les pratiques de gestion utilisées pour la décontamination nécessitent des quantités importantes de produits chimiques ou des équipements spéciaux. L'objectif de cette étude était de tester et de comparer l'effet biocide de deux désinfectants disponibles dans le commerce, « Désinfection pour l'apiculture »\* et Virkon S\*\* sur les spores de *P. larvae*. Les deux produits ont été appliqués sur des spores de *P. larvae* en suspension ou sur deux matériaux communs des ruches, le bois et le polystyrène, contaminés par des spores. Le désinfectant « désinfection pour l'apiculture » a eu un effet 100 % biocide sur les spores de *P. larvae* en suspension, comparativement aux 87,0 % à 88,6 % pour Virkon S, qui, toutefois, a eu un effet nettement meilleur sur les spores de *P. larvae* appliqués sur le polystyrène. Les deux désinfectants ont eu un effet similaire sur le matériel en bois contaminé.

\* : Produit commercialisé par l'entreprise Swienty. Il n'est à ce jour plus disponible sur leur site.

\*\* : Désinfectant suédois à base de Pentapotassium-bis(peroximonosulfate)-bis(sulfate)

Téléchargeable <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2022.884425/full>

## 9- Quels facteurs prendre en compte pour optimiser la miellée de lavande ?

Kretzschmar, A., Maisonnasse, A., 2022. More Worker Capped Brood and Honey Bees with Less *Varroa* Load Are Simple Precursors of Colony Productivity at Beekeepers' Disposal: An Extensive Longitudinal Survey. *Insects* 13, 472. <https://doi.org/10.3390/insects13050472>

**Résumé :** En réponse aux inquiétudes des apiculteurs sur le déclin des populations d'abeilles mellifères sur les miellées de lavande des champs du sud-est de la France et la diminution conséquente de la production de miel, notre enquête à long terme (2009-2021) a suivi le gain de poids total des colonies lors de cette miellée. Cette étude s'intéresse aux variations du gain de poids total selon les localisations, les années, la structure des populations (nombre d'abeilles et quantité de couvain operculé) et la charge en *Varroa*. Parmi ces facteurs, les conditions de la miellée (années et localisations) expliquent un tiers des variations observées au cours des 13 années de cette étude. En début de miellée, les facteurs populationnels pouvant expliquer les quantités de miel récolté sont d'abord la quantité de couvain operculé et, dans une moindre mesure, le nombre d'abeilles. La charge en *Varroa* limite fortement les performances des colonies. Un seuil de 3 acariens/100 abeilles semble refléter la limite supérieure de la charge en *Varroa* en dessous de laquelle le gain de poids total n'est pas affecté. Cette enquête fournit des informations utiles aux apiculteurs pour mieux préparer les colonies à cette miellée et leur permet de comparer leurs résultats obtenus avec notre description générale des gains de poids totaux par année.

Téléchargeable [https://mdpi-res.com/d\\_attachment/insects/insects-13-00472/article\\_deploy/insects-13-00472-v2.pdf?version=1652930480](https://mdpi-res.com/d_attachment/insects/insects-13-00472/article_deploy/insects-13-00472-v2.pdf?version=1652930480)

## 10- Réduire les quantités d'herbicides n'est pas forcément synonyme de réduction des risques

Cech, R.M., Jovanovic, S., Kegley, S., Hertoge, K., Leisch, F., Zaller, J.G., 2022. Reducing overall herbicide use may reduce risks to humans but increase toxic loads to honeybees, earthworms and birds. *Environmental Sciences Europe* 34. <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00622-2>

**Résumé :** L'utilisation des produits phytosanitaires (PP) a été associée à des risques pour la santé humaine et à un déclin général de la biodiversité. Bien que les herbicides soient les PP les plus utilisés dans le monde, ils ont tendance à moins retenir l'attention dans ce débat. Nous avons étudié dans quelle mesure l'utilisation à long terme d'herbicides en Autriche influence les expositions toxiques potentielles des organismes non ciblés et les risques potentiels pour les humains. Nous avons analysé les données de ventes officielles de 101 principes actifs (PA) d'herbicides approuvés en Autriche entre 2010 et 2019 et estimé leurs propriétés écotoxicologiques basées sur les doses létales (LD<sub>50</sub> et LC<sub>50</sub>) pondérées par leur persistance dans l'environnement (DT<sub>50</sub>) pour les abeilles mellifères (*Apis mellifera*), les vers de terre (*Eisenia fetida*) et les oiseaux (*Serinus serinus*). Les risques pour la santé humaine ont été évalués qualitativement à partir des données officielles pour chaque PA utilisé. En Autriche, les quantités d'herbicides vendues ont considérablement diminué (- 24 %), passant de 1480 à 1123 tonnes entre 2010 et 2019. Cela a également entraîné une diminution considérable des quantités de PA portant la mention H (mention de danger) dans la classification de l'UE sur les PP : - 71 % pour la toxicité aiguë par inhalation, - 58 % pour la toxicité sur la reproduction, - 47 % pour la toxicité spécifique sur certains organes cibles. Au total, 36 % des herbicides utilisés étaient néanmoins encore classés comme PP hautement dangereux selon le Pesticide Action Network. Étonnamment, au cours de la même période, les charges toxiques pour les abeilles ont augmenté de 487 % (exposition orale), tandis que les charges toxiques létales pour les vers de terre ont augmenté de 498 % et pour les oiseaux de 580 %. Cela peut être attribué à une évolution vers des choix de PA à toxicité plus aiguë et surtout plus persistants. Le PA estimé le plus problématique pour les abeilles, les vers de terre, les oiseaux et les humains était le diquat du fait de sa haute persistance. Il est important de noter que cette évaluation de la charge toxique, comme les évaluations officielles des risques environnementaux, évalue le risque potentiel mais pas l'exposition ni les décès réels. Nos résultats ont montré une interdépendance entre les quantités d'herbicides et les risques toxicologiques pour les humains et les autres organismes non ciblés. Ces considérations doivent être prises en compte lors de la mise en œuvre d'objectifs de réduction des PP visant à protéger la santé publique et la biodiversité, tels que la stratégie "de la ferme à la fourchette" de l'UE, qui vise à réduire les quantités et les risques des PP synthétiques.

Téléchargeable <https://enveurope.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s12302-022-00622-2.pdf>