Les controverses de Mines Paris

# Le déclin des insectes

## Une réalité inquiétante ?

Antoine Gauchot
Candice Courbière
Jeanne-Marie Hays
Jeremy Costanzo

Jorge Luis Ardila Villabona
Léo Simplet
Sophie Laperrouze
Stephen Piet

2023

Cette publication a été réalisée par des étudiants en troisième année du cycle ingénieur de Mines Paris PSL Research University. Il présente le travail réalisé dans le cours intitulé « Descriptions de controverse », qui a pour objectif d'introduire les étudiants à l'univers incertain de la recherche scientifique et technique et de les sensibiliser aux enjeux de la participation citoyenne.

Mines Paris décline toute responsabilité pour les erreurs et les imprécisions que peut contenir cet article. Vos réactions et commentaires sont les bienvenus. Pour signaler une erreur, réagir à un contenu ou demander une modification, merci d'écrire à la responsable de l'enseignement : madeleine.akrich@minesparis.psl.eu

# Introduction

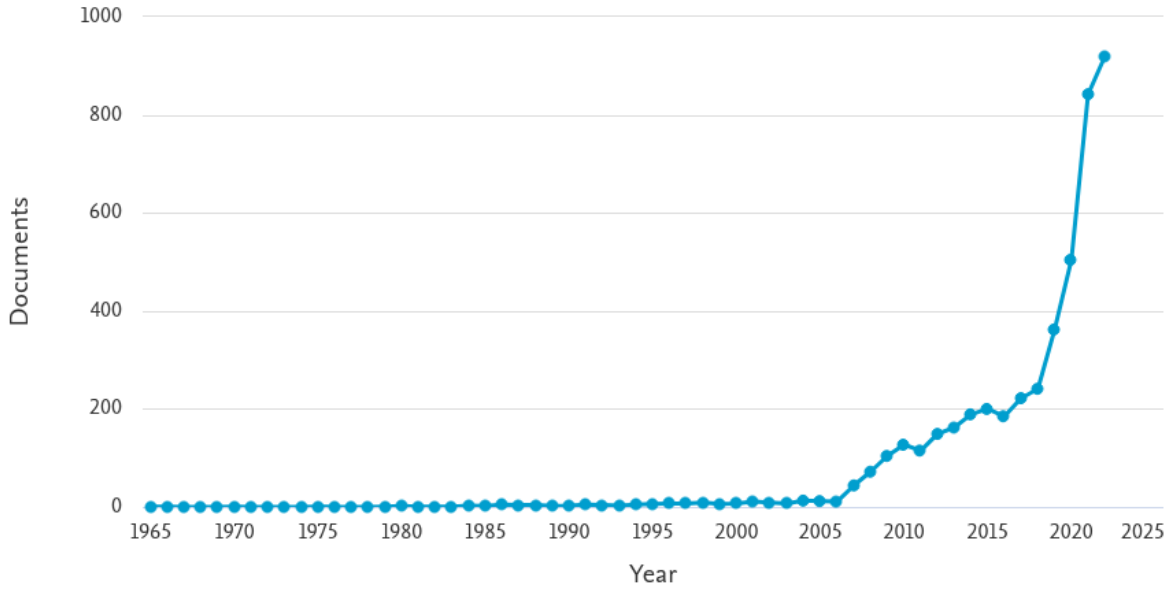
L'Homme a toujours entretenu une relation complexe avec les insectes. Longtemps considérés comme des nuisibles, vecteurs de maladies et fléaux à éradiquer, leur rôle clef pour l'équilibre des écosystèmes apparaît de plus en plus dans l'opinion publique. Comme nous le présente l'ingénieur consultant en agronomie avec qui nous avons conduit un entretien, cette évolution de la perception de l'Homme envers les insectes est visible à travers la publicité et l'apparition de contenus de sensibilisation, qui ont changé la représentation des insectes dans les médias. Ainsi, si autrefois on voyait principalement des insectes ravageurs dans les médias, tels que les moustiques ou les punaises de lit, désormais, on voit de plus en plus souvent des papillons, des coccinelles et des abeilles.

Les nombreux services écosystémiques rendus par les insectes sont aujourd'hui démontrés par la communauté scientifique. Ils participent à la fertilisation des terres agricoles grâce à la pollinisation et ont un impact économique important. Par exemple, au niveau européen, 84 % des espèces végétales cultivées dépendent directement des insectes pollinisateurs[1]. En plus de leur rôle dans l'agriculture, les insectes sont également impliqués dans la dépollution des cours d'eau et le recyclage des nutriments, ainsi que dans la dégradation de la matière organique. Un sénateur membre de l'OPECST nous explique par exemple que la disparition de certaines espèces de scarabées entraîne une invasion de bouse de vache dans des prairies. La disparition des insectes entraînerait une perte de biodiversité importante, puisque ceux-ci sont à la base de l'alimentation de nombreuses espèces, et notamment des oiseaux, provoquant tout un bouleversement de la chaîne alimentaire. Le journal "Le Courrier de l'Ouest" publie le 31/05/2022 un article sur la disparition d'une espèce de moineau, disparition due notamment au déclin des insectes dans la région[2].

Une étude quantitative réalisée sur Scopus en prenant en compte les articles publiés entre 1980 et 2022 permet d'établir le graphique suivant :

[1] Elisabeth J. Eilers et al., « Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply », *PLOS ONE* 6, nº 6 (22 juin 2011), https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021363.

[2] Fabien Gouault, « Un moineau friquet albinos observé en Deux-Sèvres : « c'est un peu comme gagner au loto » », *Courrier de l'Ouest*, 31 mai 2022, https://www.ouest-france.fr/nouvelle-aquitaine/bressuire-79300/insolite-un-moineau-friquet-albinos-observe-en-deux-sevres-c-est-un-peu-comme-gagner-au-loto-d69f7e4c-e0d6-11ec-8469-165462e4a30b.



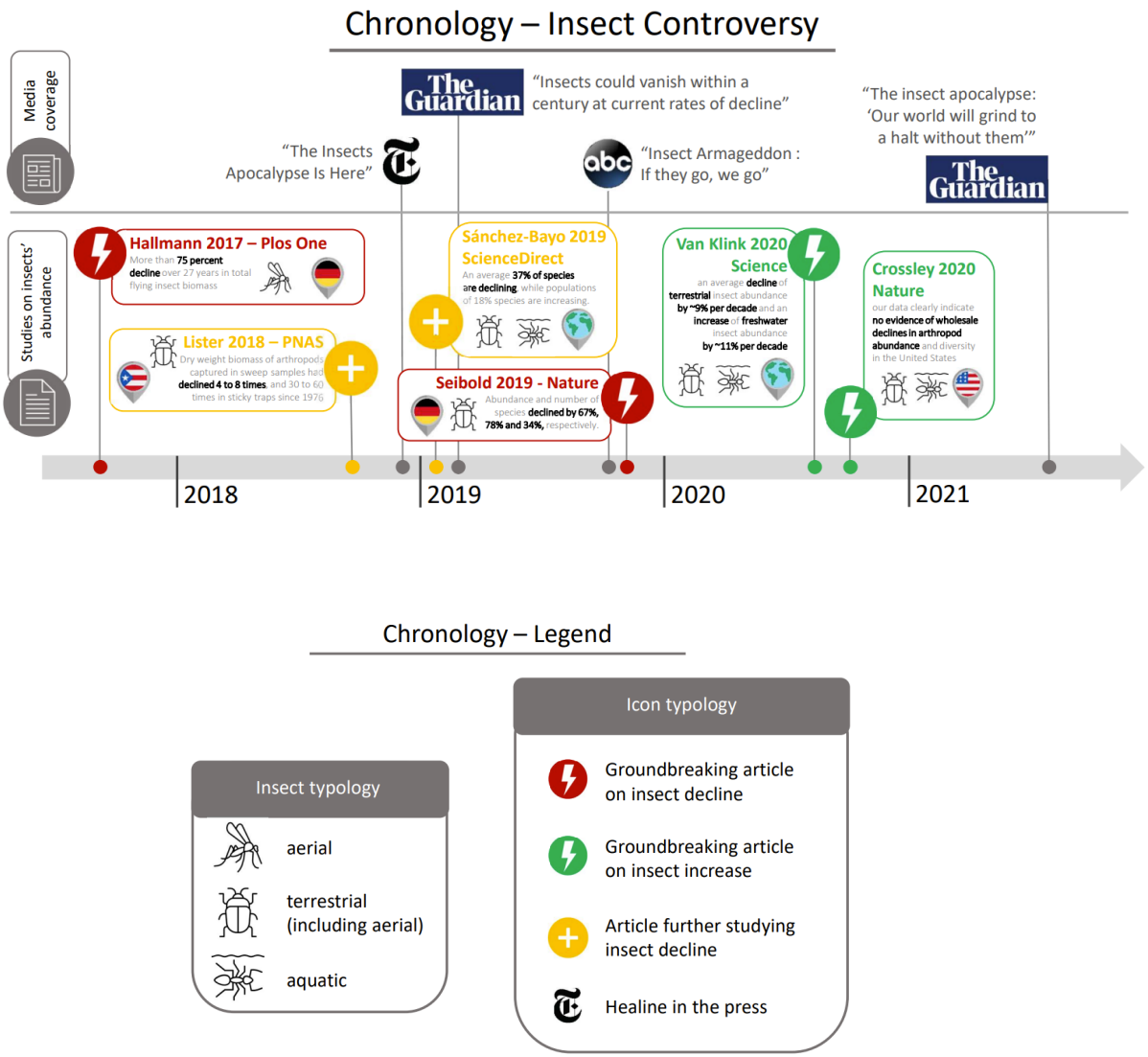

*Apparition du déclin des insectes dans la littérature scientifique*
*Source: recherche effectuée sur Scopus, production originale de notre groupe*

Ce graphique permet clairement de constater que le nombre d'articles évoquant les insectes ainsi qu'un déclin ont augmenté dans les 40 dernières années. On pourrait croire en premier abord que les scientifiques arrivent à un consensus sur le déclin des insectes, mais en étudiant les documents de plus près, les avis divergent.

Pour analyser la controverse, son émergence et son articulation entre les différents acteurs, nous étudierons dans un premier le temps, après un bref historique sur l'apparition de la problématique du déclin des insectes dans la sphère scientifique et médiatique, la controverse autour des méthodes de mesure du nombre d'insectes. Dans un second temps nous verrons les causes principales avancées par certains scientifiques pour expliquer ce déclin. Nous présenterons également la controverse autour de ces causes, et l'intérêt qu'ont certains acteurs de faire perdurer des controverses. Enfin, dans une troisième partie, nous détaillerons les actions à mener pour préserver les insectes ainsi que leur pertinence, mais également les obstacles qui existent aujourd'hui à leur mise en place.

# Mesurer le déclin des insectes

## Quel consensus scientifique sur le déclin des insectes ?




*Chronologie des principaux articles scientifiques de la controverse sur la mesure du déclin des insectes et des articles les plus engagés parus dans la presse*
*Source : Production originale de notre groupe*

En 2014, une publication de Dirzo et al. *Defaunation in the Anthropocene*[3], paraît dans Science et attire, entre autres, l'attention sur un fort déclin des populations d'insectes. Cet article connaît une certaine médiatisation. Mais l'élément déclencheur de la controverse est la parution en octobre 2017, dans la revue en ligne PLOS One, d'une étude allemande

[3] Rodolfo Dirzo et al., « Defaunation in the Anthropocene », *Science* 345, nº 6195 (25 juillet 2014): 401-6, https://doi.org/10.1126/science.1251817.

alarmante au sujet du déclin des insectes. Cette étude de suivi des populations sur 27 ans a révélé un déclin de 76 % de la biomasse des insectes volants dans plusieurs zones protégées d'Allemagne[4]. Des études scientifiques précédentes documentaient déjà des diminutions localisées des populations de papillons[5], d'abeilles sauvages[6,7] et de papillons de nuit[8]. Le papier de Hallmann montre une généralisation de ce déclin à tous les insectes aériens. À noter que ce papier a d'abord été soumis à la très prestigieuse revue Nature, qui l'a refusé. L'article est très médiatisé et déclenche une vague de réactions. Le Directeur Scientifique de l'INRAE, C. Huyghe, le qualifie d' « excellent », dans un article de la revue de l'AFIS[9].

À l'inverse, l'ingénieur agronome Philippe Stoop porte par exemple un regard très critique sur la méthodologie, notamment l'échantillonnage. Il publie un article dans une revue en ligne, the European Scientist :

> « Il ne s'agit pas d'un suivi de long terme sur des sites déterminés, mais d'une compilation de résultats disparates, obtenus sur 63 sites différents, dont 26 seulement ont été suivis 2 années ou plus (et aucun plus de 4 fois) ! »[10]

D'autres études s'ajoutent aux corpus de preuves en faveur d'un déclin rapide et sans précédent des populations d'insectes. Une étude dans les forêts tropicales de Porto Rico[11] rapporte des pertes de biomasse entre 98 % et 78 % pour les arthropodes butinant au sol et ceux vivant dans la canopée sur une période de 36 ans, avec des pertes annuelles respectives entre 2,7 % et 2,2 %[12]. Une première méta-analyse, menée par Francisco Sánchez-Bayo, spécialiste de l'environnement et écologiste à l'Université de Sydney, présente un examen complet de 73 rapports historiques sur le déclin des insectes dans le monde entier, et évalue les facteurs de ce déclin. Cette revue systématique révèle des taux de déclin dramatiques qui pourraient conduire à l'extinction de 40% des espèces d'insectes

---

[4] Caspar A. Hallmann et al., « More than 75 Percent Decline over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas », *PLOS ONE* 12, nº 10 (18 octobre 2017): e0185809, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809.

[5] Jeremy A. Thomas, « Butterfly communities under threat », *Science* 353, nº 6296 (15 juillet 2016): 216-18, https://doi.org/10.1126/science.aaf8838.

[6] D. Goulson, G.C. Lye, et B. Darvill, « Decline and Conservation of Bumble Bees », *Annual Review of Entomology* 53, nº 1 (2008): 191-208, https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093454.

[7] Simon G. Potts et al., « Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers », *Trends in Ecology & Evolution* 25, nº 6 (1 juin 2010): 345-53, https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007.

[8] Kelvin F. Conrad et al., « Rapid Declines of Common, Widespread British Moths Provide Evidence of an Insect Biodiversity Crisis », *Biological Conservation* 132, nº 3 (1 octobre 2006): 279-91, https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.020;
Richard Fox et al., « Long-Term Changes to the Frequency of Occurrence of British Moths Are Consistent with Opposing and Synergistic Effects of Climate and Land-Use Changes », *The Journal of Applied Ecology* 51, nº 4 (août 2014): 949-57, https://doi.org/10.1111/1365-2664.12256.

[9] Christian Huyghe, « Production agricole et préservation de l'environnement : est-ce possible ? », Afis Science - Association française pour l'information scientifique, consulté le 15 décembre 2022, https://www.afis.org/Production-agricole-et-preservation-de-l-environnement-est-ce-possible.

[10] Philippe Stoop, « L'extinction de 75% des insectes : Comment naît une légende scientifique », *European Scientist* (blog), 6 juillet 2020, https://www.europeanscientist.com/fr/environnement/lextinction-de-75-des-insectes-comment-nait-une-legende-scientifique/.

[11] Bradford C. Lister et Andres Garcia, « Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web », *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115, nº 44 (30 octobre 2018): E10397-406, https://doi.org/10.1073/pnas.1722477115.

[12] Lister et Garcia.

dans le monde au cours des prochaines décennies[13]. Ces études font l'objet de critiques, comme celles de Michael Willig ou David Wagner[14,15].

Fin 2019, un article paraît dans la prestigieuse revue scientifique *Nature*[16], et apporte de nouvelles preuves du déclin des insectes. Cette étude porte sur un grand nombre de sites (150 dans des prairies, et 140 en forêt), et suit un protocole expérimental rigoureux : les sites sont observés tous les ans, et sont comptabilisés le nombre d'espèces observées, leur abondance (nombre d'individus), et leur biomasse. Cette étude annonce aussi de très fortes baisses de population : dans les prairies, une chute de 67% pour la biomasse, 78% pour l'abondance (nombre d'insectes piégés), et 34% pour le nombre d'espèces. Cette publication n'est pas une confirmation de celle d'Hallmann car ses résultats sont encore beaucoup plus alarmants : il s'agit ici du déclin entre 2008 et 2017, soit 10 ans seulement, alors que l'étude de Hallmann et al. portait sur une période de 28 ans (1989 à 2016).

Ces tendances sont alarmantes, et les médias ont commencé à partager la nouvelle d'une « apocalypse des insectes »[17]. Dans l'un de leurs articles, The Guardian a annoncé que « les insectes pourraient disparaître d'ici un siècle au rythme actuel de leur déclin »[18] [Traduction libre] et a déclaré plus récemment que « notre monde s'arrêtera sans eux »[19] [Traduction libre]. Le New York Times Magazine a également rapporté que « L'apocalypse des insectes est là. » [Traduction libre], renforçant encore leur message avec l'illustration d'une guêpe qui explose[20]. ABC news a utilisé un terme légèrement différent, l'appelant « Insect Armageddon » [21] et a déclaré « If they go, we go ».

En avril 2020, la revue Science publiait la plus vaste méta-analyse conduite à ce jour sur le déclin des populations d'insectes[22]. Des chercheurs allemands y établissent de nouvelles estimations de la vitesse de ce phénomène. Des chiffres plutôt rassurants : une

---

[13] Francisco Sánchez-Bayo et Kris A. G. Wyckhuys, « Worldwide Decline of the Entomofauna: A Review of Its Drivers », *Biological Conservation* 232 (1 avril 2019): 8-27, https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020.

[14] M. R. Willig et al., « Populations are not declining and food webs are not collapsing at the Luquillo Experimental Forest », *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116, nº 25 (18 juin 2019): 12143-44, https://doi.org/10.1073/pnas.1820456116.

[15] David L. Wagner, « Global Insect Decline: Comments on Sánchez-Bayo and Wyckhuys (2019) », *Biological Conservation* 233 (1 mai 2019): 332-33, https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.005.

[16] Sebastian Seibold et al., « Arthropod Decline in Grasslands and Forests Is Associated with Landscape-Level Drivers », *Nature* 574, nº 7780 (octobre 2019): 671-74, https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3.

[17] Susanne Zazzera, « The Insect Apocalypse: A Cause for Concern or Simply an Exaggeration? », *Bibuken* (blog), 3 avril 2022, https://bikuben.w.uib.no/the-insect-apocalypse-a-cause-for-concern-or-simply-an-exaggeration/.

[18] Damian Carrington, « Plummeting Insect Numbers "Threaten Collapse of Nature" », *The Guardian*, 10 février 2019, sect. US news, https://www.theguardian.com/environment/2019/feb/10/plummeting-insect-numbers-threaten-collapse-of-nature.

[19] Dave Goulson, « The Insect Apocalypse: 'Our World Will Grind to a Halt without Them' », *The Guardian*, 25 juillet 2021, sect. Environment, https://www.theguardian.com/environment/2021/jul/25/the-insect-apocalypse-our-world-will-grind-to-a-halt-without-them.

[20] Jarvis Brooke, « The Insect Apocalypse Is Here », *The New York Times*, consulté le 15 décembre 2022, https://www.nytimes.com/2018/11/27/magazine/insect-apocalypse.html.

[21] Eric Campbell, « "Insect Armageddon": Europe Reacts to Alarming Findings about Decline in Insects », *ABC News*, 14 octobre 2019, https://www.abc.net.au/news/2019-10-15/insect-armageddon-europe-reacts-to-alarming-insect-decline/11593538.

[22] Roel van Klink et al., « Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances », *Science* 368, nº 6489 (24 avril 2020): 417-20, https://doi.org/10.1126/science.aax9931.

baisse d'abondance des insectes terrestres limitée à 9 % par décennie, et une surprenante hausse de 11 % par décennie pour les insectes aquatiques. Quelques mois plus tard, paraît dans la toute aussi prestigieuse revue Nature Ecology & Evolution une étude américaine de Crossley et al. exhibant des résultats réfutant un quelconque déclin chez les arthropodes aux Etats-Unis.

Ces travaux font alors l'objet de vives critiques. Une équipe critique composée de dix chercheurs conduite par Marion Desquilbet (Inrae) et Laurence Gaume-Vial (CNRS) relève de nombreuses erreurs, comme l'utilisation de données provenant d'une zone sinistrée à la suite d'un incendie dans sa réponse à l'article. Les auteurs de l'étude commentée répondent et présentent un erratum de leur travail. Mais Laurence Gaume-Vial et ses collègues sont loin d'être convaincus :

> « Ils n'ont pris en compte que 5 % de nos commentaires et n'ont corrigé que les erreurs les plus flagrantes. »[23]

De plus, Ellen Welti, une chercheuse en écologie à la Smithsonian Institution, affirme que les résultats de Crossley et al. reposent sur une hypothèse clé, mais erronée, selon laquelle l'échantillonnage a été collecté de manière cohérente dans le temps au sein de chaque ensemble de données[24]. À ce jour, dans différents commentaires critiques ou lettres à l'éditeur de Science, 60 scientifiques ont manifesté des doutes sur la solidité de l'étude de Van Klink. Leurs auteurs, eux, maintiennent leur position. Pour Philippe Grandcolas (CNRS), ce débat n'a peut-être pas lieu d'être car le problème ne vient pas des résultats mais de l'ambition de l'étude,

> « Avant de conduire une méta-analyse, il faut cadrer précisément la question à laquelle on veut répondre. Ici, on essaie de trouver une estimation globale et chiffrée à partir de situations locales sans aucun rapport. Je ne suis pas certain que cela ait un sens. »[25]

Enfin, Laurence Gaume-Vial, co-autrice du commentaire sur Van Klink, affirme que le problème n'est pas purement scientifique mais également à fortes implications politiques :

[23] Marion Desquilbet et al., « Comment on "Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances" », *Science* 370, nº 6523 (18 décembre 2020): eabd8947, https://doi.org/10.1126/science.abd8947.

[24] Ellen A. R. Welti et al., « Studies of Insect Temporal Trends Must Account for the Complex Sampling Histories Inherent to Many Long-Term Monitoring Efforts », *Nature Ecology & Evolution* 5, nº 5 (mai 2021): 589-91, https://doi.org/10.1038/s41559-021-01424-0.

[25] Stéphane Foucart, « Vive controverse autour du déclin des insectes », *Le Monde.fr*, 18 janvier 2021, https://www.lemonde.fr/sciences/article/2021/01/18/vive-controverse-autour-du-declin-des-insectes_6066693_1650684.html.

> « En minimisant à tort le déclin des populations d'insectes, ces publications ne peuvent que ralentir les décisions publiques. »[26]

## Comment quantifier le déclin des insectes ?

Avant de discuter des mesures qui doivent être prises pour endiguer le déclin des insectes, il est important de le quantifier et de comprendre quelles espèces et quelles zones géographiques sont particulièrement touchées. Mesurer précisément la taille des populations d'insectes et son évolution à travers le temps constitue un défi majeur. Le Larousse définit ainsi un biotope :

> « [une] aire géographique de dimensions variables, souvent très petites, offrant des conditions constantes ou cycliques aux espèces constituant la biocénose »[27],

La diversité des biotopes dans lesquels vivent les insectes et la variété des espèces concernées rendent difficile une analyse non biaisée des populations. A travers nos entretiens et recherches, nous avons identifié 4 questions essentielles pour comprendre les difficultés inhérentes au décompte des insectes : Quelles espèces sont comptées ? Sur quelle(s) critère(s) peut-on estimer le déclin ou l'essor des insectes (biomasse, biodiversité…) ? Où réalise-t-on les mesures (types de lieux, régions du monde…) ? Quelle est la temporalité des mesures ?

Premièrement, les études aujourd'hui concernent essentiellement les insectes volants et, dans une moindre mesure, les espèces aquatiques. En effet, les études de Van Klink et al. et celle de Crossley parues en 2020 ont particulièrement été critiquées sur la méthodologie concernant les insectes aquatiques. Cela est notamment dû au fait que les pièges pour attraper des insectes volants sont plus simples à mettre en place. Ainsi, se pose la question de la représentativité des études réalisées. La partie précédente a montré qu'historiquement, la première étude ayant fait grand bruit est celle d'Hallmann et al. publié en 2017. Cette étude a pourtant été critiquée car elle ne concerne en fait que les insectes volants. Un docteur-ingénieur en agronomie et un ingénieur consultant en agronomie soulèvent l'importance des populations d'insectes vivants sous terre. La mesure de leur nombre est pourtant peu réalisée, on se contente de détecter la présence ou non de telle ou telle espèce avec par exemple une étude métagénomique, définit comme «[...] étudier collectivement les gènes, sans les détailler individu par individu. »[28]. Ainsi, les pièges ne capturent pas de façon représentative toutes les espèces d'insectes. Par ailleurs, même une fois les insectes capturés, se pose ensuite la question de l'identification des espèces données. Lors d'un entretien, un sénateur membre de l'OPCEST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques) rappelle que les experts en identification d'insectes savent souvent identifier une catégorie spécifique d'insectes. Réunir

[26] Baptiste Cessieux, « Biodiversité : un imbroglio sur le rythme de disparition des insectes », *Ouest-France.fr*, 17 juin 2021, sect. Biodiversité, https://www.ouest-france.fr/environnement/biodiversite/biodiversite-un-imbroglio-sur-le-rythme-de-disparition-des-insectes-a8c56cac-cde5-11eb-baa9-ef1451863c79.

[27] Éditions Larousse, « Biotope - Dictionnaire de français Larousse », consulté le 16 décembre 2022, https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/biotope/9485.

[28] Futura, « Métagénome - Métagénomique | Futura Santé », Futura, consulté le 16 décembre 2022, https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-metagenome-5153/.

tous les experts nécessaires pour identifier précisément chaque espèce auprès de chaque piège est donc extrêmement complexe. Tout ce travail sur la capture des insectes, leur comptabilisation et leur identification est chronophage et participe par conséquent à la controverse autour du déclin ou non des insectes. Le sénateur rappelle également l'importance des groupes de passionnés d'insectes. Leurs observations sont essentielles, puisqu'ils placent des pièges, comptent et identifient les insectes de manière précise et peuvent lancer l'alerte en cas de déclin inquiétant.

Deuxièmement, la première étude «choc», celle d'Hallmann et al. (2017), a également été critiquée car elle utilisait la biomasse des insectes capturés à l'aide des pièges comme indicateur de l'évolution de la population d'insectes. De plus, la biomasse a été mesurée à l'état frais alors qu'il est d'ordinaire recommandé de mesurer la biomasse à l'état sec pour être plus indépendant des conditions de conservation des insectes. Le déclin de population d'insectes se mesure au moyen de trois métriques :

- *L'abondance* : mesure du nombre d'insectes, par espèce.
- *La biomasse* : masse totale des insectes (indépendamment de l'espèce). Elle est la plus facile à mesurer mais ne fait pas de distinction selon l'espèce. En effet, comme expliqué dans le paragraphe précédent, il est difficile et coûteux d'identifier les insectes (espèces, sous-espèces…). Cette mesure est particulièrement sensible à la présence d'espèce d'insectes invasifs qui peuvent fausser les observations.
- *La biodiversité :* nombre d'espèces d'insectes existantes. Selon le contexte, une réduction de la biodiversité peut signifier que certaines espèces d'insectes ont disparu localement ou à l'échelle mondiale.

Selon la métrique utilisée, les résultats et les conclusions que l'on en tire diffèrent : par exemple, certaines espèces peuvent voir leur population augmenter[29,30]. Ce sont notamment les espèces généralistes, capables de s'adapter à des environnements très différents et à occuper les niches écologiques laissées vacantes par le déclin d'espèces plus sensibles au changement. Ainsi, il est possible de n'observer aucun déclin en termes de biomasse totale ou d'abondance et dans le même temps une disparition de certaines espèces : la gravité du déclin des insectes dépend de l'importance que l'on accorde à chaque espèce. Finalement, il est difficile pour un lecteur de s'y retrouver parmi les différentes métriques, ce qui alimente encore une fois la controverse autour du déclin.

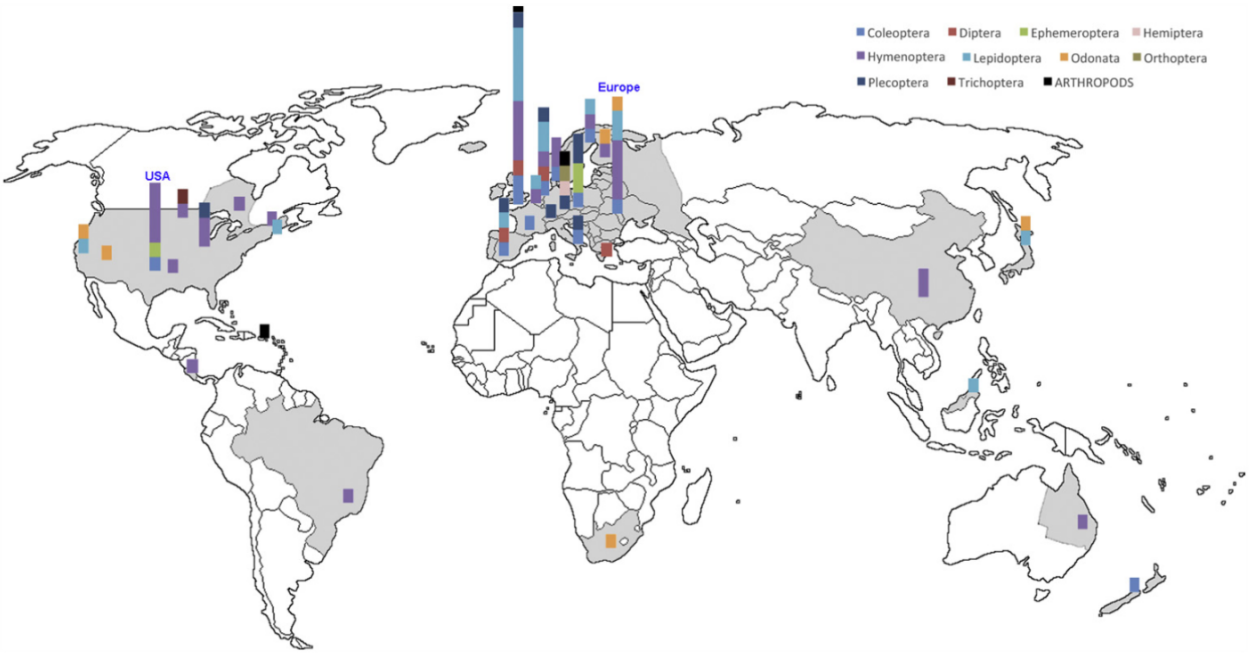
Troisièmement, la zone géographique choisie pour réaliser la mesure du nombre d'insectes influence grandement les résultats. Nous avons vu précédemment que la méta-analyse de Van Klink publiée en 2020 a été critiquée par plusieurs acteurs, notamment à cause de l'hétérogénéité des études prises en compte en termes de périmètre spatial (d'une branche d'arbre à tout un pays) et de distance entre les sites au sein d'une même étude (de 3,5m à 1760 km). Dans le cas des populations d'insectes aquatiques, il y a également un manque important de diversité géographique (un seul site en Suède pèse 43% de l'ensemble des données). Ainsi, les sites diffèrent selon les études : zones protégées ou non, la répartition entre forêt, prairies et zones humides, proximité ou non de

[29] Maria Dornelas et al., « A Balance of Winners and Losers in the Anthropocene », *Ecology Letters* 22, nº 5 (2019): 847-54, https://doi.org/10.1111/ele.13242.

[30] Sánchez-Bayo et Wyckhuys, « Worldwide Decline of the Entomofauna ».

parcelles agricoles. Il n'est pas toujours pertinent de comparer les études entre elles quand elles portent sur un cadre spatial différent. Finalement, il faut être prudent sur la généralisation des conclusions des articles notamment quand ils portent sur une zone restreinte.

Par ailleurs, en plus de cette difficulté liée à la diversité des sites, une sur-représentation de l'Europe, et particulièrement de l'Allemagne, et des États-Unis est constatée dans les études menées. Certaines zones à très forte biodiversité, notamment les zones tropicales, sont beaucoup moins étudiées. Alors que les forêts tropicales abritent la majorité des espèces d'insectes, peu d'informations sont disponibles sur l'évolution de ces populations. Le papier de Lister et Garcia (cité plus haut) rappelle que les études existantes suggèrent un déclin encore plus rapide que ce qui est observé mais d'autant plus difficile à mesurer que la biodiversité y est moins bien connue. L'étude d'Hallmann ne porte que sur des zones protégées (notamment Natura 2000) en Allemagne. Dans la même idée, l'étude de Van Klink comporte 57 études qui examinaient des conditions expérimentales dont il était attendu qu'elles pouvaient avoir un impact sur les populations d'insectes, notamment des études de remédiation. Le schéma ci-dessous est issu de l'étude de Sanchez-Bayo et Wyckhuys, et montre quels sites ont été pris en compte pour l'étude. La prépondérance des études menées aux Etats-Unis et en Europe y apparaît clairement.




*Représentation des sites pris en compte pour l'étude de 2019: "Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers"*
*Source: Sanchez-Bayo 2019, "Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers"*

Quatrièmement, si la méta-analyse de Van Klink a été critiquée pour l'hétérogénéité spatiale des études, elle a également été critiquée pour l'hétérogénéité temporelle (21 études n'ont des données que sur deux années). En plus de la durée de l'étude qui doit être suffisante, la fréquence entre deux prélèvements fait également débat. Une des grandes critiques adressées à l'étude d'Hallmann a été la durée de relevés des pièges : entre 1989

et 2006, les pièges étaient relevés en moyenne tous les 7,5 jours contre 13,8 jours entre 2007 et 2016 (les auteurs n'ont pas apporté la preuve qu'une durée plus importante dans les pièges n'ait pas d'impact sur la biomasse fraîche mesurée).

De plus, la date de début des mesures est également fondamentale puisqu'elle fixe la situation de référence à partir de laquelle l'évolution est mesurée. Comme nous le rappelle l'ingénieur-doctorant agronome lors de notre entretien, dans les pays occidentaux où sont réalisés la majorité des études, il est raisonnable de penser que la situation de référence considérée (souvent les années 70 ou 80, le moment à partir duquel des données fiables sont disponibles) est déjà une situation dégradée. Ce sont souvent des territoires déjà très urbanisés et avec une agriculture intensive. Le débat scientifique montre la difficulté à généraliser les résultats d'études localisées spatialement et temporellement: faut-il se concentrer sur un périmètre précis pour avoir des résultats fiables ou prendre en compte le plus grand nombre d'études pour avoir une vue d'ensemble quitte à comparer des situations très différentes entre elles ?

Enfin, si diverses méthodes scientifiques ont pu être utilisées pour évaluer le déclin des insectes, n'importe qui peut faire le constat du déclin incontestable de la quantité d'insectes écrasés sur les pare-brises de voiture. Nous avons eu un entretien avec un ingénieur consultant en agronomie qui nous a raconté une anecdote à ce sujet :

> « La réalité : je peux aller en voiture d'Angers à Cannes sans nettoyer mon pare-brise. Mais quand j'avais votre âge, c'était impensable. Avant au poste d'essence, un mec vous mettait de l'essence, et l'autre vous nettoyait le pare-brise. À ce moment-là, il y avait des insectes. Alors ça n'a rien de scientifique, mais quand même. Il n'y a plus grand chose. »

Comment interpréter ces observations, recueillies par le tout-venant ? Selon un docteur ingénieur en agronomie, il ne faudrait pas en tenir rigueur :

> « On parle souvent de l'anecdote qu'il y a plusieurs décennies, après un long voyage en voiture, il fallait nettoyer son pare-brise de tous les insectes qui s'y étaient écrasés alors que ce n'est plus le cas aujourd'hui. C'est vraiment représentatif de la science de comptoir. Plein d'autres facteurs entrent en compte : l'aérodynamisme de la voiture, l'éclairage des routes qui attirent les insectes au-dessus des voitures, l'artificialisation des bords de route qui réduit les populations d'insectes aux abords directs des routes. »

Mais parfois la "science de comptoir" donne lieu à des publications scientifiques. En 2019, une étude est publiée par un chercheur ayant réalisé l'expérience sur son propre pare-brise, sur les routes du Danemark[31] et démontre une baisse de 90% en l'espace de 20 ans.

[31] Anders Pape Møller, « Parallel Declines in Abundance of Insects and Insectivorous Birds in Denmark over 22 Years », *Ecology and Evolution* 9, nº 11 (2019): 6581-87, https://doi.org/10.1002/ece3.5236.

# Les causes du déclin

Nous avons vu qu'il y a un débat sur la façon de mesurer le déclin, et sur son importance. Cependant, il y a un consensus sur le fait que ce déclin existe et qu'il faut s'en préoccuper. Afin d'agir correctement, il faut pouvoir identifier les causes de ce déclin. Au cours de notre travail, nous avons pu en identifier de nombreuses, mais il est impossible de d'établir une hiérarchie de celles-ci : selon la plupart des experts, dont un docteur ingénieur en agronomie interviewé, il n'y a

> « aucun consensus scientifique permettant de désigner clairement une cause du déclin des insectes. »

Ce débat sur les causes du déclin occupe une part importante de la controverse, car il y a un fort enjeu économique associé, notamment en ce qui concerne les pratiques agricoles modernes.

L'étude du déclin des pollinisateurs est un bon moyen d'étudier les débats autour des causes étant donné que ce type d'insectes, notamment les abeilles domestiques *Apis Mellifera,* est facilement comptabilisé.

## Quelles sont les causes du déclin des insectes ?

La grande majorité des acteurs impliqués fait état de causes communes responsables du déclin des insectes[32] : destruction des habitats, insecticides, pollution, changement climatique, invasions biologiques, pollution lumineuse[33], baisse des nutriments dans les plantes[34].

La destruction des habitats est meurtrière pour les insectes, car ceux-ci perdent leurs lieux d'approvisionnement en nourriture et en eau, et leurs lieux de reproduction. Elle peut intervenir sous la forme d'artificialisation des sols (surtout en ville), ou via l'agriculture (dans les milieux ruraux). Les transformations de l'agriculture, ayant toujours comme objectif d'augmenter la production, ont conduit à la destruction des haies entre parcelles agricoles et aux assèchements des zones humides, accélérés par « le remembrement des années 50 aux années 80 », comme en témoigne le docteur ingénieur en agronomie (le Larousse définit le remembrement par la « Réunion de différentes parcelles en un seul tenant afin d'effectuer une redistribution rationnelle pour l'agriculture ou l'aménagement urbain. »[35]).

Un ingénieur consultant en agronomie déclare que ces habitats naturels détruits peuvent également expliquer le recours constant aux insecticides, car ils sont :

---

[32] Gary D. Powney et al., « Widespread Losses of Pollinating Insects in Britain », *Nature Communications* 10, nº 1 (26 mars 2019): 1018, https://doi.org/10.1038/s41467-019-08974-9.

[33] Damian Carrington et Damian Carrington Environment editor, « Light Pollution Is Key "Bringer of Insect Apocalypse" », *The Guardian*, 22 novembre 2019, sect. Environment, https://www.theguardian.com/environment/2019/nov/22/light-pollution-insect-apocalypse.

[34] Ellen A. R. Welti et al., « Nutrient dilution and climate cycles underlie declines in a dominant insect herbivore », *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117, nº 13 (31 mars 2020): 7271-75, https://doi.org/10.1073/pnas.1920012117.

[35] Éditions Larousse, « Remembrement - Dictionnaire de français Larousse », consulté le 4 janvier 2023, https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/remembrement/67985.

> « autant de refuges pour les prédateurs des insectes, comme les oiseaux. Moyennant quoi, les choses ne se régulent pas, et entre Paris et Reims on met des insecticides tout le temps. »

D'autre part, la pratique généralisée du labour tue une grande partie des êtres vivants présents dans les champs et dans la terre. Le labour est, pour ce même ingénieur :

> « un aveu d'impuissance : je ne connais rien à ce qu'il y a dans le sol, je ne sais pas ce que je peux en faire, je recommence à zéro. »

Pour un autre ingénieur agronome que nous avons interrogé, le but affiché de l'agriculture intensive est d'utiliser le maximum d'énergie de la terre pour faire pousser les cultures qui nous intéressent, donc le reste de la faune et de la flore a naturellement moins d'énergie à utiliser et prolifère moins.

La pollution d'ordre chimique est en partie due à l'utilisation d'insecticides. Leur nom est clair : ils ont pour but de tuer les insectes pour augmenter les rendements agricoles en évitant la destruction des cultures par les insectes ravageurs. Or, les monocultures favorisent l'installation et la prolifération de certaines espèces d'insectes, comme le souligne l'ingénieur consultant en agronomie :

> « il suffit qu'il y ait un seul insecte qui arrive au bord d'un champ de 25 ha de blé pour qu'il rameute tous ses copains. »

L'évolution des insecticides ayant eu pour but unique d'améliorer les rendements, des insecticides moins spécifiques ont été développés et massivement utilisés pour pallier à la prolifération d'insectes ravageurs (suite aux monocultures et aux destructions d'habitats des prédateurs) :

> « au fur et à mesure [que les insecticides plus spécifiques] sont retirés du marché, que les ravageurs s'adaptent, on est obligés d'aller vers des pesticides de moins en moins spécifiques. » entretien réalisé avec un journaliste d'investigation au journal Le Monde, chargé de la couverture des sciences de l'environnement.

Ces insecticides moins spécifiques augmentent la toxicité de notre agriculture :

> « aux États-Unis, entre 1992 et 2014, l'introduction des néonicotinoïdes est responsable à 92% de [la multiplication par 50] de la toxicité de l'agriculture américaine pour l'abeille domestique. L'agriculture française et européenne c'est la même chose, mêmes enrobages de semences, mêmes molécules etc. » entretien avec le même journaliste d'investigation.

L'impact du changement climatique est plus difficile à observer, car d'une part, les températures plus élevées permettent à certaines espèces d'insectes de produire plus de générations par an, et donc de proliférer. D'autre part, les insectes ne peuvent pas réguler leur température comme les mammifères, donc si les températures sont trop élevées, ceux-ci vont mourir plus rapidement. Les conséquences du réchauffement climatique sont

donc plus difficiles à quantifier, même si son effet sur le déclin de la biomasse d'insectes ou de sa biodiversité est très probable[36].

Les invasions biologiques sont, par exemple, l'essor du moustique tigre ou de la coccinelle asiatique qui remplace les coccinelles rouges. Dans ce cas, une espèce est remplacée par une autre qui prolifère, donc on assiste à un déclin de biodiversité.

La pollution lumineuse est une cause qui n'a été étudiée que plus récemment, mais qui semble avoir des conséquences importantes dans ce déclin[37] : les insectes attirés par les sources lumineuses peuvent mourir d'épuisement. La lumière peut aussi rendre leur recherche de nourriture plus difficile, ainsi que leur recherche de lieux de reproduction.

Enfin, la baisse des nutriments dans les plantes est peu mise en avant dans la littérature scientifique, mais semble être disjointe des causes que nous avons évoquées jusqu'à présent : en effet, une étude dans une prairie du Kansas montre une corrélation entre la dilution des nutriments dans les plantes et la baisse de la biomasse d'insectes.[38]

Presque toutes les causes sont systémiques : ce sont des systèmes de rapport à la nature en général ou historiquement mis en place par l'agriculture qui sont mis en cause, ce qui peut expliquer les difficultés à agir.

Outre la connaissance des causes précédemment listées, il est légitime de vouloir quantifier leur impact individuel sur le déclin. On trouve malheureusement plusieurs obstacles face à cette question, en vérité très complexe : la multifactorialité, évoquée par différents acteurs, en fait partie.

## La multifactorialité

Le déclin ne s'explique pas par une seule cause mais par plusieurs causes combinées qui peuvent s'influencer entre elles (on peut penser au changement climatique dû aux émissions anthropiques de GES, dont l'agriculture mondiale contribue à 23%[39]), rendant les études de causalité compliquées et coûteuses, voire vaines, comme le souligne un directeur de recherche à l'INRAE et spécialiste d'entomologie forestière dans notre interview :

> « On notera que ce n'est pas possible d'attribuer un poids relatif à chaque cause. »

Quand bien même ils seraient faciles à démontrer et quantifier, selon divers acteurs dont le spécialiste d'entomologie forestière, les facteurs de déclin peuvent différer selon le biotope et les espèces considérées. En sus de cette difficulté, l'argument de la multifactorialité est difficile à outrepasser pour les chercheurs spécialistes du sujet : ils ne peuvent certifier avec une preuve assurée que tel ou tel facteur est la cause principale du déclin des insectes. Selon un journaliste d'investigation au journal Le Monde,

---

[36] Hervé Jactel et al., « Insect decline: immediate action is needed », *Comptes Rendus. Biologies* 343, nº 3 (2020): 267-93, https://doi.org/10.5802/crbiol.37.

[37] Carrington et editor, « Light Pollution Is Key "Bringer of Insect Apocalypse" ».

[38] Welti et al., « Nutrient dilution and climate cycles underlie declines in a dominant insect herbivore ».

[39] Anaïs Maréchal, « Quelles sont les émissions de GES de l'agriculture ? », Polytechnique Insights, consulté le 26 décembre 2022, https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/planete/quelles-sont-les-pistes-pour-reduire-les-emissions-de-lagriculture/comment-reduire-les-emissions-de-ges-dans-lagriculture/.

> « Les chercheurs ont une obligation qui est que quand vous êtes chercheur et que vous vous exprimez dans le débat public, et que vous énoncez un fait, il faut que vous ayez des preuves. Là, il n'y a aucune preuve formelle car l'administration de la preuve est impossible. »

Alors, les journalistes jouent un rôle prépondérant dans la divulgation du savoir :

> « il y a des gens dont le rôle est de construire de la connaissance, la connaissance la plus solide possible, la plus rigoureuse, et puis d'autres dont le boulot et de se saisir de ça et puis d'alerter et de porter un message qui n'est pas forcément porté par ceux qui produisent la connaissance, et au besoin qui va *fighter*. » entretien avec le journaliste d'investigation au journal Le Monde.

## ■ Plusieurs hiérarchisations des causes

Chaque acteur produit une hiérarchisation des causes qui lui est propre. Ces hiérarchisations peuvent être intéressées ou non. Dans tous les cas, l'absence de consensus sur l'ordre des causes contribue à être un obstacle au développement d'actions à mener. Au-delà de l'aspect concret et scientifique pouvant justifier une hiérarchisation particulière, chaque acteur est plus sensible à certaines causes qu'à d'autres. Par exemple, le directeur de recherche de l'INRAE spécialiste en entomologie forestière que nous avons interrogé, propose dans son article une hiérarchisation[40] basée sur celle de l'IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) publiée en 2015[41]. Dans l'ordre, on y trouve le changement d'utilisation des terres, les pollutions (y compris chimiques via les pesticides et insecticides), le changement climatique et les invasions biologiques. Or, de multiples controverses ont émergées concernant cet institut[42]. Notamment, les chercheurs ayant dirigé la rédaction de certaines parties du document (concernant les insecticides par exemple) étaient en plein conflit d'intérêt :

> « Christian Maus qui était lui salarié de Bayer, c'est comme si on faisait un truc sur le cancer du poumon avec des mecs de Philip Morris qui draftent le document, c'est très très problématique. » entretien avec un journaliste d'investigation au journal Le Monde.

Ainsi,

> « ils ont une façon de séquencer les causes qui est extraordinairement problématique. Par exemple, vous verrez que dans la hiérarchie des causes, il y a changement climatique, le changement d'affectation des sols, la pollution, les espèces invasives… Dans aucun de ces items il y a le mot agriculture par exemple. Mais le land use, c'est de l'agriculture, essentiellement. » entretien avec le même journaliste.

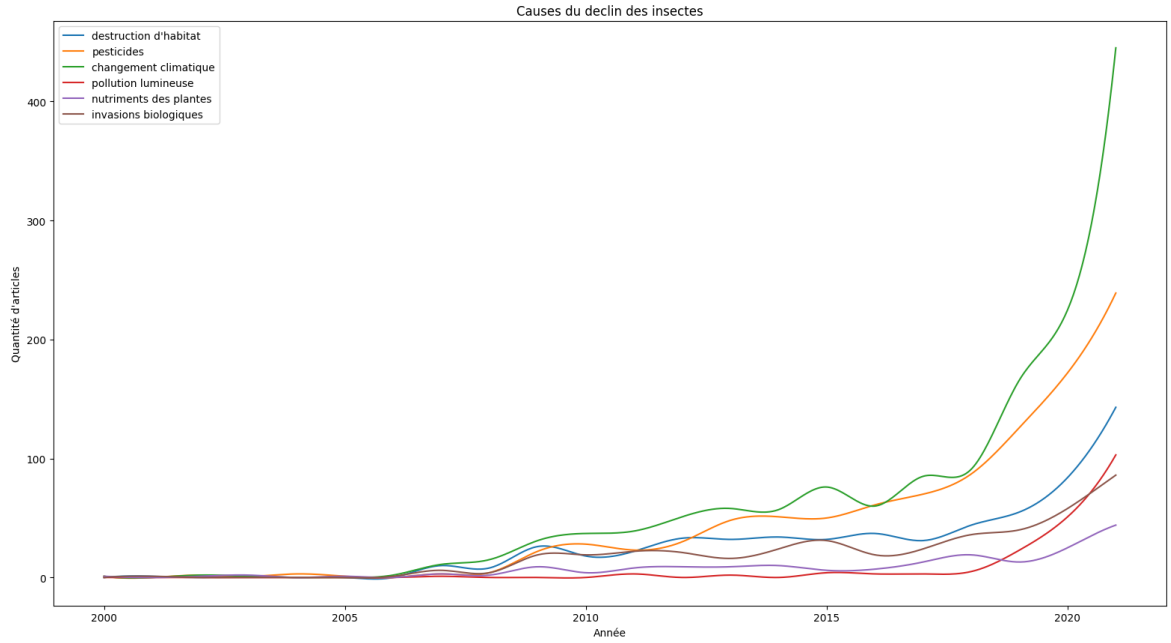
De même, la notion de pollution est utilisée comme fourre-tout, afin de diminuer la visibilité des insecticides dans le débat :

[40] Jactel et al., « Insect decline ».
[41] IPBES, « Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production », 26 juin 2018, https://ipbes.net/node/28327.
[42] Pollinis, « Conflits d'intérêts dans un rapport de l'IPBES », Pollinis, consulté le 26 décembre 2022, https://www.pollinis.org/publications/retour-sur-les-conflits-dinterets-dans-un-rapport-de-lipbes-sur-les-pollinisateurs/.

> « C'est une tromperie parce qu'il y a une pollution qui est de l'ordre de la production de déchets, et c'est ça qu'on a à l'esprit quand on entend "pollution", et il y a une pollution qui est le fruit de toute une réglementation, de toute une application de la loi et de pratiques agricoles qui consistent à foutre 70 000 tonnes par an de cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques, neurotoxiques dans l'environnement pour détruire des choses qui vivent. »

Il est à noter que chaque pays semble privilégier certaines causes[43], par exemple dans le cas de la mortalité des abeilles : la Belgique impute cette mortalité au *Varroa Destructor* (parasite), tandis que l'Espagne l'impute au parasitose *Nosema Ceranae* et que la France focalise le débat sur les pesticides et insecticides[44].

Une analyse quantitative permet de corroborer les discours de nos différents interlocuteurs :




*Évolution de l'apparition des différentes causes du déclin dans la littérature scientifique en fonction des années. Source: requêtes Scopus, production originale de notre groupe*

Cette analyse est réalisée en comptant le nombre d'articles scientifiques parus chaque année et évoquant les termes "insectes" et "déclin" (à moins de 4 mots d'écart) ainsi qu'une des causes citées. Les trois causes les plus évoquées sont le changement climatique, l'utilisation de pesticides, et la destruction des habitats. Elle permet d'observer un gain d'intérêt sur le sujet depuis environ 2017. La hiérarchie n'est pas forcément représentative, car les articles considérés peuvent être des articles qui ne sont pas spécialisés sur le déclin des insectes, mais le mentionnent comme une conséquence, au changement climatique par

[43] Pascale Mollier et al., « Le déclin des abeilles, un casse-tête pour la recherche », INRA Magazine, 2009, 12p.

[44] *Le déclin des abeilles expliqué en 3 minutes* (Le Monde, 2015), https://www.youtube.com/watch?v=453zpj3nDIU.

exemple. On voit cependant qu'un nombre d'articles de plus en plus importants évoquent comme cause la pollution lumineuse.

Toutefois, est-ce important de tergiverser sur les proportions de chaque cause plutôt que d'agir ? Un ingénieur consultant en agronomie, le souligne :

> « Certains disent que c'est les néonicotinoïdes, d'autres que c'est le frelon asiatique, d'autres encore que c'est le Varroa machin-chouette, que c'est le réchauffement climatique, le Nord qui bouge… Globalement, on ne peut pas imaginer qu'il n'y ait plus un seul arbre et dire que les abeilles s'épanouissent. On voit bien que c'est l'hécatombe. »

Quelles que soient les causes de ce déclin, il est avéré et constaté et la mise en œuvre d'actions à mener est la priorité absolue.

## Agnotologie, la fabrique du doute

Comme vu précédemment, divers stratagèmes existent afin de limiter la culpabilité de certains facteurs dans le déclin des insectes. Un pan entier relève de l'agnotologie, qui étudie la production culturelle de l'ignorance, du doute ou de l'information. Cette fabrique du doute,

> « C'est un art. [...] C'est des gens qui ont un discours scientifique, ou en tout cas un discours qui s'apparente à de la science et qui est séduisant pour quelqu'un qui s'intéresse à la science : le fait qu'on ne soit pas sûrs, qu'il faille plus de recherches, qu'il faille examiner toutes les hypothèses concurrentes… »

Un journaliste d'investigation au journal Le Monde, dresse ici le portrait de la fabrique du doute employée par exemple par les lobbyistes des industries agrochimiques : possédant des moyens colossaux, ils peuvent orienter à leur guise les travaux des chercheurs travaillant pour eux. En effet,

> « c'est juste l'environnement de recherche dans lequel on évolue qui fait qu'on ne va pas chercher des choses qui sont trop incommodantes… »

Lorsqu'il ne s'agit pas de produire une contre-vérité ou une fausse information, l'agnotologie peut consister en l'adoucissement des faits mis en lumière par les journalistes scientifiques indépendants. Le journaliste d'investigation au journal Le Monde, déclare à l'égard d'un lobbyiste connu :

> « C'est quelqu'un qui est payé pour produire une sorte de nuage de fumée autour des faits qui sont accommodants pour les grandes sociétés agro-chimiques, les grandes coopératives agricoles qui vivent du commerce des pesticides, etc… [...] il est payé pour essayer de faire en sorte que les articles que j'écris ou que mes confrères écrivent soient un peu moins tranchants que ce qu'ils devraient être. »

Enfin, les lobbies ont aussi un rôle dans les instances de rédaction des guidelines, document édictant les protocoles de test à suivre (notamment sur les pollinisateurs, tels que les abeilles) pour la mise en circulation de produits phytosanitaires. Ainsi, l'EPPO (European Public Prosecutor's Office - Parquet Européen) a externalisé la rédaction des *guidelines* en

faisant appel à l'ICPBR (International Commission on Plant-Bee Relationships). Ce dernier est un forum ouvert à tous, dans lequel on retrouve naturellement ceux qui ont le plus de temps et d'argent à y investir :

> « tous les groupes de travail étaient dominés par des gens de Syngenta, de Bayers, de BASF, de Dow, etc. »

(multiples laboratoires de l'industrie agrochimique) rappelle le journaliste d'investigation au journal Le Monde.

# Les actions à mener

Si la hiérarchie des causes du déclin des insectes reste aujourd'hui un sujet de débat, l'artificialisation des paysages et l'agriculture intensive - au travers l'utilisation de pesticides et autres produits phytosanitaires - apparaissent comme les facteurs principaux du déclin des insectes. Ainsi, la littérature scientifique et les différents rapports gouvernementaux ou intergouvernementaux sur le déclin des insectes préconisent principalement des actions touchant le secteur de l'agriculture. Néanmoins, tout changement drastique de pratiques agricoles paraît difficile à mettre en place, dans la mesure où ceux-ci pourraient potentiellement réduire les rendements et donc mettre en péril la situation des agriculteurs. Au-delà des mesures impactant l'agriculture, les ressources consultées appellent à la mise en place d'actions de préservation et de reconstruction de l'habitat des insectes.

## Les actions de préservation de l'habitat des insectes qui dépassent le cadre de l'agriculture

Diverses stratégies visant à pallier la dégradation de l'habitat des insectes peuvent être mises en œuvre[45] : la restauration et la protection des habitats naturels, l'amélioration de la connectivité entre les zones d'habitat des insectes, la maximisation de la diversité de la flore dans les aires naturelles, les parcs ou les abords des routes. Le rapport de l'IPBES sur les pollinisateurs[46] cite également comme levier d'action pour la préservation des pollinisateurs la gestion des prairies, des accotements des routes, et la restauration des habitats naturels au sein des zones urbaines. Des projets de conservation à l'échelle du paysage[47] ont montré qu'il était possible de restaurer des populations de papillons sur le déclin avec une gestion appropriée de la qualité de l'habitat des insectes, et l'amélioration de la connectivité.

La gestion et notamment la préservation des forêts semble également être une bonne pratique pour la préservation des insectes. Ainsi, selon un spécialiste en entomologie forestière interrogé,

[45] Matthew L. Forister, Emma M. Pelton, et Scott H. Black, « Declines in Insect Abundance and Diversity: We Know Enough to Act Now », *Conservation Science and Practice* 1, nº 8 (2019): e80, https://doi.org/10.1111/csp2.80.

[46] IPBES, « Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production ».

[47] Sam Ellis et al., « Landscape-Scale Conservation in Practice: Lessons from Northern England, UK », *Journal of Insect Conservation* 15, nº 1 (1 avril 2011): 69-81, https://doi.org/10.1007/s10841-010-9324-0.

> « comme la grande majorité des insectes vivent en forêt, il faut maintenir les forêts. »

Ce constat semble être partagé par les auteurs du plan pollinisateur, qui contient une sous-partie entière dédiée à la prise en compte des pollinisateurs dans les pratiques de gestion forestière[48].

## Une demande générale de modification des pratiques agricoles

Les communications gouvernementales et les rapports scientifiques intergouvernementaux appellent de façon consensuelle à une transformation des pratiques agricoles, en faveur de pratiques plus respectueuses des habitats naturels des insectes. Le rapport de l'IPBES énonce comme grande ambition la transformation des paysages agricoles, celle-ci impliquant comme levier d'action stratégique l'encouragement de la diversification des pratiques agricoles - comme la polyculture - qui sont structurellement plus proches des écosystèmes naturels, et le soutien de l'agriculture biologique. Une note scientifique de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques rédigée par Annick Jacquemet demande une « accélération de la transition agroécologique »[49]. Selon un chercheur de l'INRAE, un principal moyen d'action contre le déclin des insectes serait de passer à

> « des formes plus agroécologiques de culture, donc plus de diversification des cultures, des modes de cultures qui reposent sur les services rendus par les écosystèmes. »

Une mesure consensuelle au sein des personnes interrogées et des articles consultés est la restauration des haies et des espaces intercalaires entre cultures. Entre autres, le rapport de l'IPBES sur les pollinisateurs demande à

> « créer des parcelles de végétation non cultivées, notamment des bordures de champs avec des périodes de floraison étendues. »

Celle-ci est appliquée par le plan France Relance du ministère de l'agriculture, qui prévoit 50 M€ pour « planter 7000 km de haies en deux ans » afin « d'aider les agriculteurs qui souhaitent favoriser la biodiversité autour et à l'intérieur de leur culture » et notamment « d'abriter des animaux auxiliaires de cultures » tels que les pollinisateurs ou les prédateurs de ravageurs[50].

Un autre levier d'action est l'instauration de zones tampons pour limiter la diffusion de produits phytosanitaires : le gouvernement français propose ainsi en 2019 l'instauration de distances de sécurité à proximité des lieux d'habitation, suivant ainsi des recommandations de l'ANSES. Un arrêt instaure, au 1er janvier 2020, des zones de

[48] Ministère de la transition écologique et Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, « Plan national en faveur des insectes pollinisateurs et de la pollinisation 2021-2026 », 2021, https://agriculture.gouv.fr/plan-national-en-faveur-des-insectes-pollinisateurs-et-de-la-pollinisation-2021-2026-DP.

[49] Annick Jacquemet, « Le déclin des insectes », Les notes scientifiques de l'Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, décembre 2021.

[50] Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, « FranceRelance : 50 M€ pour planter 7 000 km de haies en 2 ans », Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, consulté le 4 janvier 2023, https://agriculture.gouv.fr/francerelance-50-meu-pour-planter-7-000-km-de-haies-en-2-ans.

non-traitement aux pesticides aux abords des habitations, ce qui se heurte à une résistance de la part de la FNSEA qui critique « Une entrée en vigueur précipitée alors qu'il reste de nombreux points à éclaircir »[51] et qui menace alors de bloquer les stations d'épuration de France.

Une des techniques agricoles les plus critiquées en termes de destruction des habitats des insectes est le labour : selon un ingénieur spécialisé dans les questions agricoles et alimentaires

> « une des mesures les plus importantes pour la survie de l'humanité c'est d'arrêter de labourer, parce que là il y a plein d'êtres vivants qui sont tués ».

Dans son rapport sur les pollinisateurs, l'IPBES cite comme levier d'action la « promotion de l'agriculture sans labour. »

Enfin, le débat dans la communauté scientifique reste ouvert sur l'impact du « land sparing » (agriculture à haut rendement sur une petite superficie) par rapport au « land sharing » (agriculture à faible rendement, respectueuse de la vie sauvage sur une plus grande surface). Selon un scientifique :

> « Les travaux des écologues qui ont été très mis en avant sur le sujet ont conclu à la supériorité du land sparing, c'est-à-dire d'avoir des rendements plus élevés pour économiser plus d'espaces naturels. »

Effectivement, parmi les articles scientifiques les plus cités sur le sujet, on retrouve en première place un article de Science[52] qui conclut que

> « [le] land sparing est une stratégie plus prometteuse pour minimiser les impacts négatifs sur la production de nourriture, que ce soit au niveau actuel ou futur de production. »

Une agriculture intensive aurait moins d'impact global pour une même production agricole car elle permettrait de réserver plus de place aux milieux naturels. Cependant, selon un scientifique,

> « Cela a fait l'objet de beaucoup de critiques dans la littérature scientifique et de débats très forts notamment car ils ne prenaient pas en compte tous les effets de toutes les pollutions et tous les effets négatifs créés par l'agriculture intensive. ».

On retrouve ainsi dans la littérature scientifique plus récente sur le sujet un appel à « remplacer un cadre trop simpliste. »[53] et à ne pas

[51] Fabrice Pouliquen, « Pesticides : La FNSEA va Bloquer Des Stations d'épuration Contre l'entrée En Vigueur "Précipitée" Des Zones Tampons », *20 Minutes*, 14 janvier 2020, https://www.ultimedia.com/deliver/generic/iframe/mdtk/01836272/zone/1/src/p8rfr8.

[52] Ben Phalan et al., « Reconciling Food Production and Biodiversity Conservation: Land Sharing and Land Sparing Compared », *Science* 333, nº 6047 (2 septembre 2011): 1289-91, https://doi.org/10.1126/science.1208742.

[53] Claire Kremen, « Reframing the Land-Sparing/Land-Sharing Debate for Biodiversity Conservation: Reframing the Land-Sparing/Land-Sharing Debate », *Annals of the New York Academy of Sciences* 1355, nº 1 (octobre 2015): 52-76, https://doi.org/10.1111/nyas.12845.

> « invoquer la préservation des terres pour la conservation de la biodiversité pour justifier des politiques d'intensification de l'agriculture, alors que ces politiques peuvent potentiellement nuire davantage à la biodiversité. ».

## L'accompagnement des agriculteurs : une nécessité

La mise en place de changements de pratiques agricoles ne pourra pas se faire sans un accompagnement des agriculteurs. Comme le rappelle un sénateur interrogé lors de la conception de cet article :

> « Il faut trouver des alternatives, il faut trouver d'autres moyens de produire, et il faut que les agriculteurs puissent en vivre. »

La note scientifique de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques évoque comme source potentielle de financement la PAC :

> « la politique agricole commune (PAC) représente 50 milliards d'euros par an. Elle constitue un levier d'action considérable qui, en dépit de sa réforme en 2021, pourrait être davantage exploité. »

De facto, plusieurs outils sont déjà mis en place, tels que le programme national de développement agricole et rural (PNDAR), le plan national en faveur des pollinisateurs, le plan Écophyto - qui vise à réduire l'utilisation des pesticides tout en maintenant une agriculture performante[54] - et les contrats d'objectifs et de performance entre l'Etat et l'Assemblée permanente des chambres d'agriculture. Le plan stratégique national (PSN) de la PAC 2023-2027 prévoit le concept d'écorégime, qui a vocation à accompagner le plus grand nombre possible d'agriculteurs dans leur transition en massifiant les pratiques agroécologiques. Trois voies d'accès sont possibles : la mise en place à l'échelle de l'exploitation de pratiques définies de diversification des cultures ; le fait de faire l'objet d'une certification environnementale (agriculture biologique, HVE), et la mise en place des infrastructures agroécologiques et surfaces d'intérêt pour la biodiversité sur son exploitation. Deux niveaux généraux de rémunération sont prévus : un niveau de base (de l'ordre de 60 €/ha) et un niveau supérieur (de l'ordre de 80 €/ha), l'agriculture biologique bénéficiant d'un montant spécifique (de l'ordre de 110 €/ha).[55]

Le rapport de l'IPBES sur les pollinisateurs appelle à « Récompenser les exploitants agricoles pour leurs pratiques respectueuses des pollinisateurs ». De façon similaire, le plan pollinisateur cite comme levier économique d'accompagnement des agriculteurs la mobilisation du plan de relance pour développer les surfaces en agroforesterie et diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires. En plus d'un accompagnement économique et financier, il apparaît nécessaire dans la note scientifique de l'office de

[54] Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, « Écophyto : réduire et améliorer l'utilisation des phytos », consulté le 4 janvier 2023, https://agriculture.gouv.fr/ecophyto-reduire-et-ameliorer-lutilisation-des-phytos.

[55] Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, « Plan Stratégique National - PAC 2023-2027 », 2022, https://www.ain.gouv.fr/1-plan-strategique-national-psn-pac-2023-2027-r2096.html.

> « former et d'accompagner sur le long terme les agriculteurs, [le tout] sans [les] culpabiliser. »

Cette formation peut couvrir plusieurs domaines : le rapport de l'IPBES invite ainsi à informer les exploitants agricoles des besoins en matière de pollinisation et à encourager la coproduction de connaissances entre les détenteurs de savoirs autochtones et locaux, les scientifiques et les parties prenantes. Sur le sujet des pollinisateurs, le plan pollinisateurs propose de :

> « amplifier la mise en place d'actions de formation et de sensibilisation pour les professionnels de l'agriculture et les élèves d'établissements d'enseignement agricole à la mise en place de pratiques vertueuses pour les pollinisateurs. »

Au-delà des seuls agriculteurs, il apparaît important de fournir une formation et une sensibilisation adaptée à l'ensemble des acteurs qui travaillent dans le secteur de l'agriculture ou d'aménagement du territoire.

## Un consensus apparent sur la réduction des pesticides qui se heurte à des résistances en pratique

La réduction de l'utilisation des pesticides est demandée par la communauté scientifique[56], les directives gouvernementales (plan pollinisateur[57], plan écophyto II+[58]) et intergouvernementales (rapport de l'IPBES). Cependant, si tout le monde s'accorde sur la nécessité d'une réduction, en pratique, celle-ci est difficile à mettre en œuvre. En effet, nous avons interrogé un ingénieur agronome selon qui

> « réduire l'utilisation de 50% des pesticides entraînera inévitablement une grosse diminution des rendements, ce qui nous forcerait à soit augmenter la surface cultivée ce qui est absurde pour la biodiversité, soit augmenter nos importations, ce qui revient à déplacer le problème ailleurs et à contribuer à la déforestation de l'Amazonie notamment, ou réduire l'empreinte alimentaire de l'Europe, mais rien n'est fait à ce sujet. »

Ainsi, certains acteurs de la communauté agricole semblent réticents à l'idée de réduire l'usage des pesticides : en témoigne la manifestation du 14 décembre 2021 devant le conseil d'Etat contre la demande faite au gouvernement par la haute juridiction administrative de renforcer la réglementation encadrant l'épandage de produits phytosanitaires.

D'autre part, la réduction de l'usage des pesticides se heurte à un délai dans l'évaluation du risque des produits phytopharmaceutiques, qui entraîne en suivant un délai dans la réduction de l'usage des produits les plus problématiques. Prenons l'exemple de la non-adoption des directives de l'EFSA sur la méthodologie d'évaluation du risque pour les

[56] Sánchez-Bayo et Wyckhuys, « Worldwide Decline of the Entomofauna ».

[57] Ministère de la transition écologique et Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, « Plan national en faveur des insectes pollinisateurs et de la pollinisation 2021-2026 ».

[58] Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, « Plan Ecophyto II + », 2018, https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest.

abeilles : en 2013, l'EFSA a proposé un document guide[59] afin d'évaluer les risques pour les abeilles intégrant notamment plusieurs scénarios d'exposition. Ces directives ont été reprises par l'ANSES, qui recommande dans un avis du 23 novembre 2018 de s'appuyer dessus pour renforcer les dispositions nationales imposant des restrictions en matière d'utilisation des produits. Selon l'ANSES[60],

> « Cette méthodologie est particulièrement adaptée pour évaluer les études de toxicité chronique pour les abeilles adultes et de développement des larves, ainsi que les études de toxicité pour les bourdons. »

En 2021, la note scientifique de l'office rappelle que :

> « Huit ans après sa publication, ce document guide n'a toujours pas été adopté par les États membres. »

Ce constat reste le même aujourd'hui.

Un des principaux freins à la mise en place de mesures adéquates de réduction de l'usage des pesticides est la rareté des recherches sur l'impact des pesticides sur les insectes, et la difficulté apparente de faire des recherches indépendantes sur le sujet. Selon un scientifique,

> « La solution c'est qu'on puisse faire des recherches qui permettent de quantifier leur impact. Mais on ne parvient même pas à faire des recherches sur l'effet des pesticides, en tout cas des recherches de terrain, en partie parce que les données sur l'utilisation des pesticides sont très lacunaires. »

Selon un autre scientifique, les difficultés d'évaluation de l'impact des pratiques agricoles sur la disparition des insectes peuvent aussi être liées au peu de financements de la recherche sur le sujet :

> « Ce n'est pas facile de travailler sur l'impact des pesticides sur la santé ou l'environnement. Il faut être très volontaire pour arriver à faire ça. Il faut vraiment avoir la volonté d'aller contre le système de recherche tel qu'il est fait et les institutions telles qu'elles fonctionnent. Ce n'est pas du tout encouragé, ce n'est pas du tout facile. »

Le documentaire[61] diffusé sur Arte et réalisé par Franck Cuvelier et Pascal Vasselin « La fabrique de l'ignorance » présente ainsi le cas de financement de recherches sur le Varroa (espèce d'acarien parasite de l'abeille) qui auraient été effectué en masse afin de trouver un coupable à la disparition des abeilles, et permettant ainsi de dissimuler le rôle des pesticides à ce sujet :

---

[59] European Food Safety, « Guidance on the Risk Assessment of Plant Protection Products on Bees (Apis Mellifera, Bombus Spp. and Solitary Bees) », *EFSA Journal* 11, nº 7 (2013): 3295, https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3295.

[60] Anses, « Protection des abeilles : renforcer l'évaluation des produits phytopharmaceutiques », Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 28 octobre 2019, https://www.anses.fr/fr/content/protection-des-abeilles-renforcer-l%E2%80%99%C3%A9valuation-des-produits-phytopharmaceutiques.

[61] *La Fabrique de l'ignorance*, Documentaire (Arte, 2020).

> « À partir du moment où on a vu ces troubles des abeilles apparaître, il y a eu 4 à 5 fois plus de recherches sur les causes alternatives pouvant expliquer cette brusque surmortalité. Pathogènes naturels, mauvaises pratiques apicoles, changement climatique, perte d'habitat, éclairage nocturne, frelon asiatique... (...). Seulement voilà, le varroa ça fait 40 ans qu'il est là, ça ne fait pas 20 ans. Les autres facteurs n'ont pas surgi tout d'un coup. A chaque fois on croit tenir le coupable idéal et les soupçons sur les pesticides s'éloignent. »

Pour pallier ce problème de difficulté à mener des recherches sur les pesticides, une solution apparaît dans un article publié récemment par des chercheurs en sciences de l'environnement. Celui-ci demande l'édiction d'un règlement d'utilisation des pesticides qui prenne en compte le fait que les exploitants sont obligés d'avoir une remontée des données d'utilisation des produits sur leurs parcelles pour que cela puisse être agrégé et utilisé pour faire de la science, en particulier pour savoir si un changement de traitement ou de méthode de protection des plantes a eu des effets de grande ampleur sur les écosystèmes[62].

## ■ Une solution à l'échelle de la société : une baisse pure et simple de la production agricole engendrée par une baisse de la consommation de viande ?

Ce constat est partagé par plusieurs des personnes que nous avons interrogées. Selon le directeur de recherche à l'INRAE et spécialiste en entomologie forestière que nous avons interrogé,

> « aujourd'hui on gâche 20% des produits agricoles, une grande quantité est dédiée à la production animale dont on n'a pas besoin, ou pour des biocarburants. Il faut baisser notre production destinée à la consommation de viande. En faisant le calcul, on voit qu'on a très largement de quoi nourrir l'humanité. La question de souveraineté alimentaire est mal posée car on consomme trop d'aliments pas forcément bons pour la santé et surtout pour l'environnement. (…) en étant végétarien, on a besoin de 5x moins de surface. »

[62] Robin Mesnage et al., « Improving Pesticide-Use Data for the EU », *Nature Ecology & Evolution* 5, nº 12 (14 octobre 2021): 1560-1560, https://doi.org/10.1038/s41559-021-01574-1.

# Conclusion

La controverse au sujet du déclin des insectes, déclenchée en 2017 par la publication de Hallman et al. dans PLOS One, a mis sur le devant de la scène scientifique ces laissés pour compte de la nature. Les articles de Seibold et Van Klink en 2019 et en 2020 enrichissent le débat en fournissant des études supplémentaires dans d'autres biotopes et en considérant plus d'espèces d'insectes. Les chercheurs s'interrogent sur la vitesse du déclin, sa globalité, ses causes. En effet, les mesures, effectuées sur des périodes temporelles importantes, voient leur protocole évoluer, les instruments se perfectionner, et les chercheurs se relayer. Aucune étude ne peut donc, par une méthode rigoureuse et pertinente, apporter des réponses définitives aux questions soulevées. Comment alors déterminer des causes à un déclin qu'on peine à quantifier ? Surtout lorsque chaque acteur a des intérêts et des perspectives propres qui influent sur sa prise de position. Les pesticides, ces produits phytosanitaires chargés de protéger nos cultures contre les nuisibles, sont au cœur de la controverse sur les causes. Pour certains, un coupable parmi tant d'autres, pour d'autres, le premier responsable. Tous s'accordent néanmoins sur la pertinence de réduire leur usage, cela ne pouvant nuire, à défaut d'être l'action la plus pertinente à mener. Cependant, malgré l'urgence de la situation identifiée scientifiquement et empiriquement, les décideurs publics peinent à mettre en place une réponse adéquate, proportionnée et vecteur d'adhésion.

Ainsi l'urgence n'est pas de mettre un terme à la controverse. Aucune étude n'apportera une quantification précise et rigoureuse aux points de controverse évoqués dans cet article. Il y aura toujours de la place pour un débat sur la mesure et les causes du déclin des insectes. Les méta-analyses de Van Klink et Crossley, qui ont agrégé des jeux de données divers, annoncent dans leur discussion, les limites de leurs méthodes. A l'opposé du spectre, des études précises et rigoureuses, avec des données homogènes, sont spécifiques et attirent moins l'attention[63]. Un consensus partiel a été atteint affirme un journaliste d'investigation au journal Le Monde : il y a un déclin des insectes, ce déclin est inquiétant et les états doivent prendre des actions pour lutter contre. La controverse a donc permis une émulation dans la sphère scientifique, une prise de conscience du grand public et une mise à l'ordre du jour des insectes dans la scène politique.

Les comportements différenciés des acteurs de la controverse témoignent certes de leurs fonctions propres mais également de leurs intérêts différenciés. En particulier, un journaliste d'investigation au journal Le Monde déclarait en entretien :

[63] Masumi Yamamuro et al., « Neonicotinoids Disrupt Aquatic Food Webs and Decrease Fishery Yields », *Science* 366, nº 6465 (novembre 2019): 620-23, https://doi.org/10.1126/science.aax3442.

> « On pousse [les chercheurs] à vouloir publier dans des grandes revues, vous savez, ça change un laboratoire, faire un Nature ou un Science, ça change une carrière. [...] On regarde beaucoup les taux de citation donc forcément quand vous êtes publiés dans ces revues-là vous êtes énormément cités après, vous avez un impact énorme sur à la fois les médias, la société, mais aussi sur le reste de la communauté savante qui s'intéresse aux questions que vous traitez dans vos articles, dans vos recherche. »

Il entend ainsi que les chercheurs, bien que fidèles à leur idéal d'enrichissement de connaissances scientifiques, ont tendance à présenter leurs recherches de manière à susciter des réactions. Nous avons interviewé un scientifique qui a été interpellé par la manière dont van Klink et al. présentaient leurs résultats :

> « J'ai été interloqué par le titre qui insistait sur l'augmentation des insectes dans les milieux d'eau douce alors qu'ils ne représentent qu'une faible part des insectes totaux et je me suis d'ailleurs interrogé sur la façon dont ils en sont arrivés à cette conclusion, alors que la plupart des experts ont tendance à montrer qu'il y a un déclin. [...] C'est probable que les gens ne vont retenir que le résumé et le titre. Ce qu'il y a dedans est très important. Si le titre ne reflète pas exactement le fond de l'article, on peut faire passer des messages biaisés. Je pense que la forme a énormément d'impact aussi, et en a probablement sur les décisions publiques qui sont tirées des connaissances scientifiques, d'autant plus si elles proviennent d'une revue prestigieuse. »

Ce biais se retrouve chez les revues scientifiques qui acceptent de publier des études pour susciter l'attention du champ médiatique. Un scientifique indique à ce sujet que :

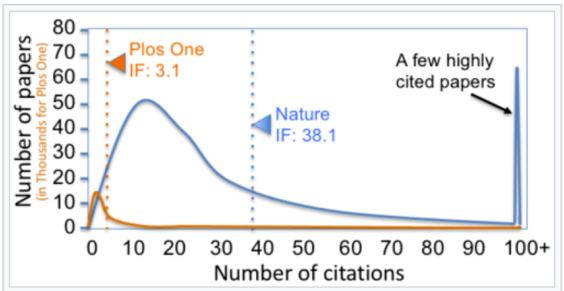
> « Parfois il y a des biais éditoriaux dans les articles pour mieux les vendre. Le résumé peut exagérer certains résultats. »

Il existe en outre une hiérarchie des revues scientifiques, celle-ci est connue dans le milieu et a des implications fortes sur la crédibilité des articles scientifiques.

> « [PLOS One] n'est pas une revue réputée pour un très haut niveau de qualité mais qui est réputée pour des sujets originaux, qui percutent un petit peu, comme c'est en open access, tout le monde peut y avoir accès sans être abonné. » précision obtenue lors de l'entretien avec le journaliste d'investigation du Monde.

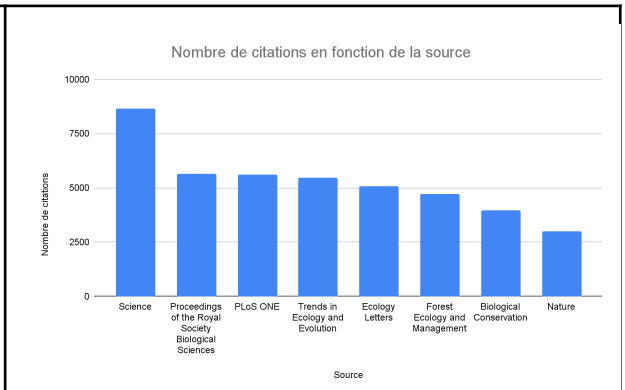
Les classements des revues scientifiques se basent en général sur le facteur d'impact (IF sur une période donnée, en général 2 ou 5 ans = nombre de citations des papiers publiés dans la revue / nombre de papiers publiés dans la revue). Science et Nature sont considérées comme étant les revues les plus prestigieuses selon cette métrique. Néanmoins, celle-ci présente des biais. Elle ne permet pas toujours de traduire précisément l'impact réel d'un article (un article peut n'être cité que des années après ; pénalise les revues non anglophones ; le nombre de citations varient beaucoup selon le domaine d'étude…) et est facilement manipulable (les méta-analyses et articles de synthèse sont naturellement plus cités ; certaines revues favorisent l'auto-citation pour augmenter leur

facteur d'impact…)[64]. Or nos analyses montrent que cette hiérarchie est légèrement modifiée concernant le déclin des insectes. Si l'on compare le nombre de citations, les articles de la revue Nature ne sont pas significativement plus cités que ceux de PLOS One. De par ces particularités et des intérêts personnels des acteurs, naviguer dans cet environnement est complexe.




Distribution des citations pour *PLoS One* et *Nature* et leur facteur d'impact pour l'année 2015

*Distribution des citations pour PLOS One et Nature et leur facteur d'impact pour l'année 2015*
*Source: Wikipedia, "Classification des revues scientifiques"*




*Revues les plus cités traitant du déclin des insectes*
*Source: Requête Scopus,*
*production originale de notre groupe*

La mise en place d'actions concrètes nécessite l'interaction de tous les acteurs de la controverse : la communauté scientifique a permis de mieux cerner la problématique, mais le constat alarmant du déclin des insectes est encore peu pris en compte dans les décisions politiques. Certains chercheurs appellent à davantage d'engagement politique de la part de la communauté scientifique[65] au vu de la gravité de la situation : les chercheurs doivent s'emparer de ce sujet et diffuser le consensus scientifique sur les dangers liés au déclin des insectes et les actions à mener dans la sphère publique, auprès des décideurs politiques et des citoyens, étant les acteurs les mieux informés sur la problématique et jouissant d'une grande crédibilité. La presse a un rôle de relais à jouer entre la communauté scientifique et le grand public pour mieux informer le public sur ce sujet-là. Un journaliste d'investigation du Monde rappelle la responsabilité de la presse sur les enjeux cruciaux comme celui-ci et le danger de propager des fausses informations en ne retranscrivant pas correctement les débats de la sphère scientifique :

> « Je suis à la fois dubitatif et choqué qu'on puisse s'amuser à dire qu'il y a une controverse [sur l'existence d'un déclin des insectes ndlr]. Non il n'y a pas de controverse là-dessus. Et les journaux qui publient des choses comme cela, c'est très irresponsable de leur part, ils ne font pas correctement leur travail de revue. »

La communauté agricole ne peut pas être négligée dans la mise en place des mesures de protection des insectes. Le rôle des décideurs politiques est double : mettre en

[64] « Classification des revues scientifiques », in *Wikipédia*, 21 novembre 2022, https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Classification_des_revues_scientifiques&oldid=198853983.
[65] Forister, Pelton, et Black, « Declines in Insect Abundance and Diversity ».

place des solutions pour protéger les insectes tout en accompagnant les agriculteurs pour rendre ces mesures socialement acceptables. Chaque citoyen peut également participer à la protection des insectes, que ce soit en s'engageant dans des associations qui mettent la pression sur les pouvoirs publics ou en ayant une consommation qui encourage une agriculture respectueuse.

# Matériel et méthodes

Le présent travail résulte tout d'abord d'une analyse de la littérature scientifique et de la presse internationale, principalement depuis 2017, au sujet du déclin des insectes. La base de données Scopus a été consultée au moyen de quatre équations de recherches différentes :

- "(insect W/4 decline)"
- "(insect W/4 decline) AND ("pesticides" OR "intensive agriculture") AND (EXCLUDE (SUBJAREA, "SOCI"))"
- " (insect W/4 decline) AND ((habitat W/4 loss) OR (habitat W/4 destruction)) "
- "(insect W/4 decline) AND ("night light" OR "light pollution")"
- "(insect W/4 decline) AND ("climate change" OR "global warming")
- "(insect W/4 decline) AND ("biological invasion")"
- "(insect W/4 decline) AND ( "plant" W/10 "nutrient" )"
- "(insect W/4 decline)" pour la figure "*Revues les plus cités traitant du déclin des insectes*"

Ces requêtes nous ont permis d'obtenir la figure présentée en introduction, d'établir la chronologie de la controverse sur la mesure, et de réaliser la figure présentant les causes les plus discutées dans la partie: "La multifactorialité".

Nous avons consulté les articles les plus cités sur le sujet, et cherché des articles qui présentent des points de vue différents sur le sujet.

Cela nous a permis d'établir une liste d'acteurs de la controverse, ainsi qu'une liste de personnes ou institutions pertinentes à contacter.

Ce travail initial a permis l'élaboration de grilles de questions adressées à plusieurs acteurs de la controverse analysée, au cours d'entretiens. Ces acteurs ont été choisis pour être représentatifs des différents points de vue existants sur la controverse et pour assurer une diversité des profils. Les témoignages de ces acteurs ont été retranscrits puis analysés, et des extraits pertinents ont été exploités dans ce document. Nous avons eu l'occasion d'échanger avec :

- un docteur-ingénieur agronome, travaillant avec les coopératives agricoles ;
- un directeur de recherche de l'INRAE, spécialiste en entomologie forestière ;
- un écologue, spécialiste des interactions plantes-insectes ;
- un économiste, spécialiste des politiques publiques agricoles ;
- une sénatrice, membre de l'OPCEST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques) ;
- un journaliste d'investigation au journal Le Monde, chargé de la couverture des sciences de l'environnement ;
- un ingénieur économiste, spécialiste des questions agricoles et alimentaires.

Nous regrettons cependant l'absence de témoignages d'acteurs agricoles, qui n'ont pas pu être récoltés par manque de temps.

# Références

## Articles de presse généraliste / presse professionnelle


Brooke, Jarvis. « The Insect Apocalypse Is Here ». *The New York Times*. Consulté le 15 décembre 2022. https://www.nytimes.com/2018/11/27/magazine/insect-apocalypse.html.

Campbell, Eric. « "Insect Armageddon": Europe Reacts to Alarming Findings about Decline in Insects ». *ABC News*, 14 octobre 2019. https://www.abc.net.au/news/2019-10-15/insect-armageddon-europe-reacts-to-alarming-insect-decline/11593538.

Carrington, Damian. « Plummeting Insect Numbers "Threaten Collapse of Nature" ». *The Guardian*, 10 février 2019, sect. US news. https://www.theguardian.com/environment/2019/feb/10/plummeting-insect-numbers-threaten-collapse-of-nature.

Carrington, Damian, et Damian Carrington Environment editor. « Light Pollution Is Key "Bringer of Insect Apocalypse" ». *The Guardian*, 22 novembre 2019, sect. Environment. https://www.theguardian.com/environment/2019/nov/22/light-pollution-insect-apocalypse.

Cessieux, Baptiste. « Biodiversité : un imbroglio sur le rythme de disparition des insectes ». *Ouest-France.fr*, 17 juin 2021, sect. Biodiversité. https://www.ouest-france.fr/environnement/biodiversite/biodiversite-un-imbroglio-sur-le-rythme-de-disparition-des-insectes-a8c56cac-cde5-11eb-baa9-ef1451863c79.

Foucart, Stéphane. « Vive controverse autour du déclin des insectes ». *Le Monde.fr*, 18 janvier 2021. https://www.lemonde.fr/sciences/article/2021/01/18/vive-controverse-autour-du-declin-des-insectes_6066693_1650684.html.

Gouault, Fabien. « Un moineau friquet albinos observé en Deux-Sèvres : « c'est un peu comme gagner au loto » ». *Courrier de l'Ouest*, 31 mai 2022. https://www.ouest-france.fr/nouvelle-aquitaine/bressuire-79300/insolite-un-moineau-friquet-albinos-observe-en-deux-sevres-c-est-un-peu-comme-gagner-au-loto-d69f7e4c-e0d6-11ec-8469-165462e4a30b.

Goulson, Dave. « The Insect Apocalypse: 'Our World Will Grind to a Halt without Them' ». *The Guardian*, 25 juillet 2021, sect. Environment. https://www.theguardian.com/environment/2021/jul/25/the-insect-apocalypse-our-world-will-grind-to-a-halt-without-them.

Pouliquen, Fabrice. « Pesticides : La FNSEA va Bloquer Des Stations d'épuration Contre l'entrée En Vigueur "Précipitée" Des Zones Tampons ». *20 Minutes*, 14 janvier 2020. https://www.ultimedia.com/deliver/generic/iframe/mdtk/01836272/zone/1/src/p8rfr8.


## Articles de revue scientifique


Conrad, Kelvin F., Martin S. Warren, Richard Fox, Mark S. Parsons, et Ian P. Woiwod. « Rapid Declines of Common, Widespread British Moths Provide Evidence of an Insect Biodiversity Crisis ». *Biological Conservation* 132, nº 3 (1 octobre 2006): 279-91. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.020.

Desquilbet, Marion, Laurence Gaume, Manuela Grippa, Régis Céréghino, Jean-François Humbert, Jean-Marc Bonmatin, Pierre-André Cornillon, Dirk Maes, Hans Van Dyck, et David Goulson. « Comment on "Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances" ». *Science* 370, nº 6523 (18 décembre 2020): eabd8947. https://doi.org/10.1126/science.abd8947.

Dirzo, Rodolfo, Hillary S. Young, Mauro Galetti, Gerardo Ceballos, Nick J. B. Isaac, et Ben Collen. « Defaunation in the Anthropocene ». *Science* 345, nº 6195 (25 juillet 2014): 401-6. https://doi.org/10.1126/science.1251817.

Dornelas, Maria, Nicholas J. Gotelli, Hideyasu Shimadzu, Faye Moyes, Anne E. Magurran, et Brian J. McGill. « A Balance of Winners and Losers in the Anthropocene ». *Ecology Letters* 22, nº 5 (2019): 847-54. https://doi.org/10.1111/ele.13242.

Eilers, Elisabeth J., Claire Kremen, Sarah Smith Greenleaf, Andrea K. Garber, et Alexandra-Maria Klein. « Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply ».

*PLOS ONE* 6, nº 6 (22 juin 2011). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021363.
Ellis, Sam, Dave Wainwright, Frank Berney, Caroline Bulman, et Nigel Bourn. « Landscape-Scale Conservation in Practice: Lessons from Northern England, UK ». *Journal of Insect Conservation* 15, nº 1 (1 avril 2011): 69-81. https://doi.org/10.1007/s10841-010-9324-0.
Forister, Matthew L., Emma M. Pelton, et Scott H. Black. « Declines in Insect Abundance and Diversity: We Know Enough to Act Now ». *Conservation Science and Practice* 1, nº 8 (2019): e80. https://doi.org/10.1111/csp2.80.
Fox, Richard, Tom H. Oliver, Colin Harrower, Mark S. Parsons, Chris D. Thomas, et David B. Roy. « Long-Term Changes to the Frequency of Occurrence of British Moths Are Consistent with Opposing and Synergistic Effects of Climate and Land-Use Changes ». *The Journal of Applied Ecology* 51, nº 4 (août 2014): 949-57. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12256.
Goulson, D., G.C. Lye, et B. Darvill. « Decline and Conservation of Bumble Bees ». *Annual Review of Entomology* 53, nº 1 (2008): 191-208. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093454.
Hallmann, Caspar A., Martin Sorg, Eelke Jongejans, Henk Siepel, Nick Hofland, Heinz Schwan, Werner Stenmans, et al. « More than 75 Percent Decline over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas ». *PLOS ONE* 12, nº 10 (18 octobre 2017): e0185809. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809.
Jactel, Hervé, Jean-Luc Imler, Louis Lambrechts, Anna-Bella Failloux, Jean Dominique Lebreton, Yvon Le Maho, Jean-Claude Duplessy, Pascale Cossart, et Philippe Grandcolas. « Insect decline: immediate action is needed ». *Comptes Rendus. Biologies* 343, nº 3 (2020): 267-93. https://doi.org/10.5802/crbiol.37.
Klink, Roel van, Diana E. Bowler, Konstantin B. Gongalsky, Ann B. Swengel, Alessandro Gentile, et Jonathan M. Chase. « Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances ». *Science* 368, nº 6489 (24 avril 2020): 417-20. https://doi.org/10.1126/science.aax9931.
Kremen, Claire. « Reframing the Land-Sparing/Land-Sharing Debate for Biodiversity Conservation: Reframing the Land-Sparing/Land-Sharing Debate ». *Annals of the New York Academy of Sciences* 1355, nº 1 (octobre 2015): 52-76. https://doi.org/10.1111/nyas.12845.
Lister, Bradford C., et Andres Garcia. « Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115, nº 44 (30 octobre 2018): E10397-406. https://doi.org/10.1073/pnas.1722477115.
Mesnage, Robin, Edward A. Straw, Michael N. Antoniou, Charles Benbrook, Mark J. F. Brown, Marie-Pierre Chauzat, Robert Finger, et al. « Improving Pesticide-Use Data for the EU ». *Nature Ecology & Evolution* 5, nº 12 (14 octobre 2021): 1560-1560. https://doi.org/10.1038/s41559-021-01574-1.
Møller, Anders Pape. « Parallel Declines in Abundance of Insects and Insectivorous Birds in Denmark over 22 Years ». *Ecology and Evolution* 9, nº 11 (2019): 6581-87. https://doi.org/10.1002/ece3.5236.
Mollier, Pascale, Magali Sarazin, Isabelle I. Savini, Bernard Vaissière, Luc Belzunces, et Yves Le Conte. « Le déclin des abeilles, un casse-tête pour la recherche ». *INRA Magazine*, 2009, 12p.
Phalan, Ben, Malvika Onial, Andrew Balmford, et Rhys E. Green. « Reconciling Food Production and Biodiversity Conservation: Land Sharing and Land Sparing Compared ». *Science* 333, nº 6047 (2 septembre 2011): 1289-91. https://doi.org/10.1126/science.1208742.
Potts, Simon G., Jacobus C. Biesmeijer, Claire Kremen, Peter Neumann, Oliver Schweiger, et William E. Kunin. « Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers ». *Trends in Ecology & Evolution* 25, nº 6 (1 juin 2010): 345-53. https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007.
Powney, Gary D., Claire Carvell, Mike Edwards, Roger K. A. Morris, Helen E. Roy, Ben A. Woodcock, et Nick J. B. Isaac. « Widespread Losses of Pollinating Insects in Britain ». *Nature Communications* 10, nº 1 (26 mars 2019): 1018. https://doi.org/10.1038/s41467-019-08974-9.
Sánchez-Bayo, Francisco, et Kris A. G. Wyckhuys. « Worldwide Decline of the Entomofauna: A Review of Its Drivers ». *Biological Conservation* 232 (1 avril 2019): 8-27. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020.
Seibold, Sebastian, Martin M. Gossner, Nadja K. Simons, Nico Blüthgen, Jörg Müller, Didem Ambarlı, Christian Ammer, et al. « Arthropod Decline in Grasslands and Forests Is Associated with Landscape-Level Drivers ». *Nature* 574, nº 7780 (octobre 2019): 671-74. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3.

Thomas, Jeremy A. « Butterfly communities under threat ». *Science* 353, nº 6296 (15 juillet 2016): 216-18. https://doi.org/10.1126/science.aaf8838.
Wagner, David L. « Global Insect Decline: Comments on Sánchez-Bayo and Wyckhuys (2019) ». Biological Conservation 233 (1 mai 2019): 332-33. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.005.
Welti, Ellen A. R., Anthony Joern, Aaron M. Ellison, David C. Lightfoot, Sydne Record, Nicholas Rodenhouse, Emily H. Stanley, et Michael Kaspari. « Studies of Insect Temporal Trends Must Account for the Complex Sampling Histories Inherent to Many Long-Term Monitoring Efforts ». Nature Ecology & Evolution 5, no 5 (mai 2021): 589-91. https://doi.org/10.1038/s41559-021-01424-0.
Welti, Ellen A. R., Karl A. Roeder, Kirsten M. de Beurs, Anthony Joern, et Michael Kaspari. « Nutrient dilution and climate cycles underlie declines in a dominant insect herbivore ». Proceedings of the National Academy of Sciences 117, no 13 (31 mars 2020): 7271-75. https://doi.org/10.1073/pnas.1920012117.
Willig, M. R., L. Woolbright, S. J. Presley, T. D. Schowalter, R. B. Waide, T. Heartsill Scalley, J. K. Zimmerman, G. González, et A. E. Lugo. « Populations are not declining and food webs are not collapsing at the Luquillo Experimental Forest ». Proceedings of the National Academy of Sciences 116, no 25 (18 juin 2019): 12143-44. https://doi.org/10.1073/pnas.1820456116.
Yamamuro, Masumi, Takashi Komuro, Hiroshi Kamiya, Toshikuni Kato, Hitomi Hasegawa, et Yutaka Kameda. « Neonicotinoids Disrupt Aquatic Food Webs and Decrease Fishery Yields ». Science 366, no 6465 (novembre 2019): 620-23. https://doi.org/10.1126/science.aax3442.

## Sites Web (blog, encyclopédie en ligne…)

Wikipédia, « Classification des revues scientifiques ». 21 novembre 2022. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Classification_des_revues_scientifiques&oldid=198853983.
Futura. « Métagénome - Métagénomique | Futura Santé ». Futura. Consulté le 16 décembre 2022. https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-metagenome-5153/.
Larousse, Éditions. « Biotope - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 16 décembre 2022. https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/biotope/9485.
———. « Remembrement - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 4 janvier 2023. https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/remembrement/67985.
Huyghe, Christian. « Production agricole et préservation de l'environnement : est-ce possible ? » Afis Science - Association française pour l'information scientifique. Consulté le 15 décembre 2022. https://www.afis.org/Production-agricole-et-preservation-de-l-environnement-est-ce-possible.
Maréchal, Anaïs. « Quelles sont les émissions de GES de l'agriculture ? » Polytechnique Insights. Consulté le 26 décembre 2022. https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/planete/quelles-sont-les-pistes-pour-reduire-les-emissions-de-lagriculture/comment-reduire-les-emissions-de-ges-dans-lagriculture/.
Pollinis. « Conflits d'intérêts dans un rapport de l'IPBES ». Pollinis. Consulté le 26 décembre 2022. https://www.pollinis.org/publications/retour-sur-les-conflits-dinterets-dans-un-rapport-de-lipbes-sur-les-pollinisateurs/.
Stoop, Philippe. « L'extinction de 75% des insectes : Comment naît une légende scientifique ». European Scientist (blog), 6 juillet 2020. https://www.europeanscientist.com/fr/environnement/lextinction-de-75-des-insectes-comment-nait-une-legende-scientifique/.
Zazzera, Susanne. « The Insect Apocalypse: A Cause for Concern or Simply an Exaggeration? » Bibuken (blog), 3 avril 2022. https://bikuben.w.uib.no/the-insect-apocalypse-a-cause-for-concern-or-simply-an-exaggeration/.

## Littérature grise

Anses. « Protection des abeilles : renforcer l'évaluation des produits phytopharmaceutiques ». Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 28 octobre 2019. https://www.anses.fr/fr/content/protection-des-abeilles-renforcer-l%E2%80%99%C3%A9valuation-des-produits-phytopharmaceutiques.

European Food Safety. « Guidance on the Risk Assessment of Plant Protection Products on Bees (Apis Mellifera, Bombus Spp. and Solitary Bees) ». EFSA Journal 11, no 7 (2013): 3295. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3295.

IPBES. « Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production », 26 juin 2018. https://ipbes.net/node/28327.

Jacquemet, Annick. « Le déclin des insectes ». Les notes scientifiques de l'Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, décembre 2021.

Ministère de la transition écologique et Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. « Plan national en faveur des insectes pollinisateurs et de la pollinisation 2021-2026 », 2021. https://agriculture.gouv.fr/plan-national-en-faveur-des-insectes-pollinisateurs-et-de-la-pollinisation-2021-2026-DP.

Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. « Écophyto : réduire et améliorer l'utilisation des phytos ». Consulté le 4 janvier 2023. https://agriculture.gouv.fr/ecophyto-reduire-et-ameliorer-lutilisation-des-phytos.

———. « FranceRelance : 50 M€ pour planter 7 000 km de haies en 2 ans ». Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. Consulté le 4 janvier 2023. https://agriculture.gouv.fr/francerelance-50-meu-pour-planter-7-000-km-de-haies-en-2-ans.

———. « Plan Ecophyto II + », 2018. https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-quest-ce-que-cest.

———. « Plan Stratégique National - PAC 2023-2027 », 2022. https://www.ain.gouv.fr/1-plan-strategique-national-psn-pac-2023-2027-r2096.html.

## Films (documentaire, fiction, …)

Cuvelier, Franck et Vasselin, Pascal. *La Fabrique de l'ignorance*. Documentaire. Arte, 2020.

Garric, Audrey et Walther, Donald. *Le déclin des abeilles expliqué en 3 minutes*. Le Monde, 2015. https://www.youtube.com/watch?v=453zpj3nDIU.

## Images, photographies, tableaux et graphiques

TieuBao Truong, « Image gratuite sur Pixabay - Scarabée, Insecte, Charançon », consulté le 14 janvier 2023, https://pixabay.com/fr/photos/scarab%C3%A9e-insecte-charan%C3%A7on-scarab%C3%A9e-6199670/.

Wikipédia, « Classification des revues scientifiques ». 21 novembre 2022. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Classification_des_revues_scientifiques&oldid=198853983.