



Bastien Castagneyrol ©
Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*)

N° 4794 ASSEMBLÉE NATIONALE – N° 286 SÉNAT

Résumé

- *Le déclin des insectes est un phénomène complexe, difficile à évaluer, mais qui fait néanmoins l'objet d'un consensus scientifique. Actuellement, 41% des espèces seraient concernées et 31% seraient menacées d'extinction dans le monde, avec une perte de l'ordre de 1% des espèces par an.*
- *Les causes de ce déclin sont liées à la perte d'habitats, à la dégradation de la qualité des milieux (pollutions), au réchauffement climatique et à l'invasion d'espèces exotiques. L'agriculture apparaît comme l'un des moteurs principaux du déclin des insectes, notamment à cause de l'usage excessif de pesticides.*
- *Le déclin des insectes conduit à un appauvrissement majeur de la biodiversité. Les insectes rendent des services écosystémiques fondamentaux tels que la pollinisation, le recyclage de la matière organique, le contrôle biologique des ravageurs ou l'alimentation de nombreux vertébrés. Leur conservation doit donc être une priorité politique sous peine de conséquences dramatiques pour les écosystèmes et l'humanité.*

Annick Jacquemet, sénatrice

■ Les insectes, symboles de la biodiversité

Apparus il y a plus de 400 millions d'années, les insectes ont été parmi les premiers animaux à coloniser les écosystèmes terrestres¹. Même si leur population globale est encore mal connue², **ils représentent 80% des espèces d'eucaryotes³ actuellement présentes sur Terre et leur biomasse est supérieure à celle des humains.** Ils se distinguent par un corps en trois parties (tête, thorax et abdomen), leur exosquelette de chitine, des yeux à facettes, deux antennes et trois paires de pattes⁴. Parmi les 28 ordres d'insectes actuels, cinq représentent 80% des espèces d'insectes : les coléoptères (scarabées, coccinelles, charançons), les lépidoptères (papillons), les diptères (mouches et moustiques), les hyménoptères (abeilles, guêpes, fourmis) et les hémiptères (punaises, pucerons)⁵.

■ Le déclin des insectes : un phénomène massif établi scientifiquement en dépit de certaines difficultés méthodologiques

Les données disponibles sur l'évolution des effectifs et de la diversité des insectes sont très partielles. Elles se concentrent sur un petit nombre d'espèces et concernent essentiellement l'Europe et l'Amérique du Nord.

Le déclin des insectes a longtemps été sous-estimé contrairement à celui de vertébrés plus symboliques⁶, notamment en raison des difficultés méthodologiques⁷ rencontrées pour le mesurer ; il reste difficile d'avancer des chiffres précis et globaux sur les niveaux de déclin.

Le déclin des insectes se mesure en abondance (nombre d'individus), en richesse (nombre d'espèces) et en biomasse (poids).

Les preuves accumulées à travers une multitude d'études scientifiques ont conduit aux constats suivants.

La disparition de taxons⁸ majeurs a commencé au début du 20^e siècle, s'est accélérée dans les années 1950-1960 et a pris des proportions alarmantes depuis deux décennies⁹.

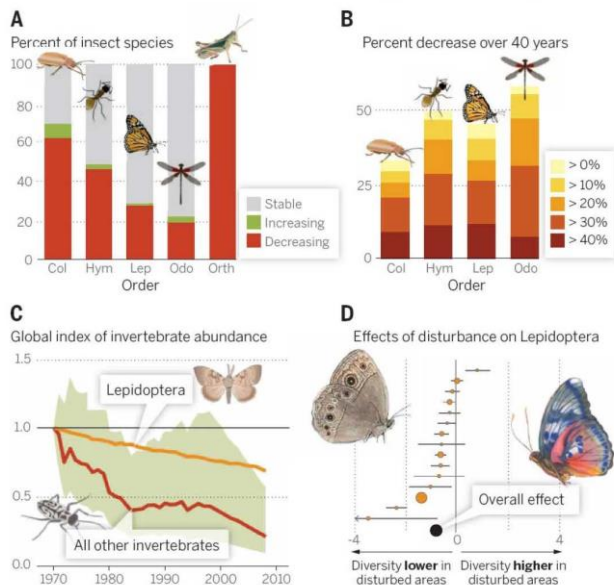
En France, il n'existe pas d'étude globale sur les connaissances relatives à l'état et aux tendances des communautés d'insectes¹⁰. Toutefois, dans le cadre de la directive européenne « Habitats, Faune, Flore »¹¹, la France a procédé en 2019 à l'évaluation de l'état de conservation¹² de 44 espèces d'insectes d'intérêt communautaire¹³. 35% des évaluations concluent à un état de conservation favorable, 56% à un état de conservation défavorable et 11% à un état inconnu¹⁴. **La situation des insectes associés aux écosystèmes aquatiques et humides est particulièrement critique, les deux tiers se trouvant dans un état de conservation défavorable.** La région biogéographique alpine¹⁵, qui ne compte que 9% de mauvais états, est celle où la part d'évaluations favorables est la plus forte (52%). La région atlantique est celle où les insectes sont dans la situation la plus délicate, avec deux tiers d'évaluations défavorables (dont un quart d'états mauvais), suivie de peu par la région continentale (61% d'évaluations défavorables, dont plus d'un tiers d'états mauvais).

Quasiment aucune tendance positive n'est observée chez les insectes évalués sur la période 2013-2018¹⁶. Les insectes

associés aux prairies, landes et fourrés, principalement des papillons, ont la plus forte tendance au déclin (27% des évaluations relatives à ce type d'écosystème).

Ces résultats sont cohérents avec ceux d'autres travaux internationaux.

Ainsi, une étude réalisée à partir d'un million d'arthropodes (environ 2700 espèces) collectés entre 2008 et 2017 dans 150 prairies et 140 forêts situées dans trois régions différentes d'Allemagne constate un **déclin des arthropodes dans les prairies et dans les forêts respectivement de 78% et 17%¹⁷ en nombre d'individus, de 34% et 36% pour la richesse des espèces et de 67% et 41% en termes de biomasse¹⁸**.



Source : Rodolfo Dirzo et al (2014). Defaunation in the Anthropocene. Science. Vol 345

Une autre étude¹⁹ s'est intéressée à cinq ordres d'insectes²⁰ figurant dans la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN)²¹. **33% sont en déclin, avec une forte variation entre les ordres (20% des odonoptères, 100% des orthoptères²² et 60% des coléoptères sont en déclin)** (figure A ci-dessus). Dans ces cinq ordres, il y a beaucoup plus d'espèces en déclin que d'espèces en expansion. Au Royaume-Uni, pour quatre ordres d'insectes, le déclin en nombre d'individus sur les 40 dernières années varie entre 30 et 60% (figure B ci-dessus). De manière générale, **à partir du suivi à long terme d'un échantillon de 432 espèces, il est constaté un déclin de 45% sur les 45 dernières années pour 2/3 des taxons**, même si le déclin est moins sévère pour les lépidoptères que pour d'autres ordres (figure C ci-dessus). Par conséquent, lorsqu'on se fonde sur les lépidoptères pour décrire le déclin des insectes (car c'est pour cet ordre qu'on a les données les plus précises), on a tendance à le sous-estimer.

Au total, la proportion d'espèces d'insectes en déclin (41%) serait deux fois plus importante que celle des vertébrés et le rythme d'extinction d'espèces locales²³ (10%) huit fois plus élevé. **Actuellement, environ un tiers (31%) des espèces d'insecte sont menacées d'extinction dans le monde en basant sur les critères de l'UICN**. En outre, chaque année, 1% d'espèces d'insectes est ajouté à cette liste, ce qui conduirait à une perte annuelle de 2,5% de la biomasse au niveau mondial.

24

Le déclin des insectes reste un phénomène complexe. Toutes les espèces sont loin d'être en déclin et certaines ont tendance à augmenter²⁵. Les espèces multivoltines (plusieurs générations par an)²⁶ et les espèces mobiles sont globalement moins affectées. En revanche, les espèces spécialisées²⁷, tributaires d'habitats ou de sites potentiels de nidification et d'hivernage qui se raréfient, les espèces dépendant de plantes hôtes spécifiques²⁸ ainsi que les espèces univoltines ou sédentaires sont plus exposées.

Un consensus se dégage au sein de la communauté scientifique pour constater que le déclin des insectes concerne surtout les groupes d'insectes spécialistes tandis que les espèces généralistes résistent mieux²⁹.

■ Un phénomène multicausal, largement lié au développement de l'agriculture intensive

La pression anthropique à travers la déforestation³⁰, l'expansion de l'agriculture intensive³¹ et l'urbanisation³² bouleverse l'utilisation des terres. **La perte d'habitats naturels³³ et semi-naturels³⁴ qui en résulte, leur dégradation³⁵ et leur fragmentation³⁶ sont probablement les menaces les plus importantes pour la biodiversité en général³⁷ et les insectes en particulier.** L'approvisionnement en ressources et les possibilités de reproduction des insectes sont réduits ou altérés. Ainsi, dans les zones de grandes cultures de soja et de tournesol, les abeilles domestiques subissent des pénuries alimentaires au printemps et à partir de la fin de l'été du fait de l'absence de sources de pollen diverses tout au long de l'année³⁸. En outre, la diversité des espèces est mise à mal aux dépens des insectes spécialistes qui ne peuvent pas changer d'habitat ou s'adapter à ces modifications³⁹.

Les pollutions de l'air, de l'eau et du sol contribuent largement au déclin des insectes et **les pesticides (insecticides, herbicides, fongicides) ont une responsabilité particulièrement importante.**

Quelle que soit la nature des insecticides⁴⁰, leur toxicité inhérente engendre sur les insectes (notamment sur les pollinisateurs) des effets non ciblés.

Trois caractéristiques rendent les néonicotinoïdes (dont la mise sur la marché a été autorisée dans les années 1990 en Europe) particulièrement nocifs :

- leur spectre d'action est très large, ils sont toxiques à très faible dose⁴¹, leur action systémique les rend présents dans tous les organes de la plante (y compris le pollen et le nectar) et ils peuvent donc être ingérés par de nombreuses espèces d'insectes ;
- ils sont utilisés de façon prophylactique en début de culture (par exemple par enrobage des semences), indépendamment d'un risque avéré de pullulation des insectes ciblés et donc bien souvent inutilement⁴² ;
- leurs résidus ont une très longue rémanence dans l'environnement, notamment dans les sols⁴³ où ils continuent à intoxiquer la faune longtemps après l'arrêt de leur utilisation⁴⁴.

Outre les insecticides, **les herbicides⁴⁵, les fongicides⁴⁶ et les engrais⁴⁷ contribuent largement au déclin des insectes, notamment en modifiant la flore utile.**

Les pesticides constituent une menace particulièrement importante pour les insectes en raison de leur utilisation intensive⁴⁸ depuis des dizaines d'années⁴⁹ et des réglementations inadaptées⁵⁰ pour évaluer les risques qu'ils font encourir.⁵¹

**L'évaluation des risques liés aux pesticides
avant leur mise sur le marché :
une réglementation insuffisante
au niveau européen et au niveau national**

La réglementation européenne exige la présentation de données écotoxicologiques sur l'abeille domestique avant la mise sur le marché des pesticides. **Toutefois, cette évaluation est incomplète par rapport aux effets démontrés dans la littérature scientifique tels que les effets chroniques sur les abeilles adultes⁵² et sur les larves⁵³, les effets sur le comportement⁵⁴, les effets sur la reproduction⁵⁵, les effets chez d'autres espèces que l'abeille domestique⁵⁶, les effets multistress⁵⁷, les effets multisubstances⁵⁸, etc.** C'est pourquoi, en 2012, l'Autorité européenne de sécurité des aliments a rendu un **avis concluant à l'insuffisance des procédures d'évaluation du risque vis-à-vis des abeilles** et a élaboré un nouveau document guide sur la méthodologie d'évaluation des risques pour les abeilles et les autres pollinisateurs (EFSA GD 2013). **Huit ans après sa publication, ce document guide n'a toujours pas été adopté par les États membres⁵⁹.**

Au niveau national, l'Anses a été saisie à deux reprises⁶⁰ d'une demande d'avis dans le cadre de la révision de l'arrêté du 28 novembre 2003 relatif aux conditions d'utilisation des insecticides et acaricides à usage agricole en vue de protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs. Elle a insisté, dans les deux avis, sur **la nécessité de n'appliquer les produits bénéficiant d'une dérogation à l'interdiction de traitement qu'après l'heure du coucher du soleil et dans les trois heures suivantes.** Dans le cadre de la nouvelle saisine, elle a recommandé un **élargissement du dispositif réglementaire à l'ensemble des produits phytopharmaceutiques⁶¹** en pulvérisation pendant les périodes de floraison et/ou périodes de production d'exsudats. Le 20 novembre dernier, l'arrêté révisé a été publié. Il ne prend en compte que partiellement les recommandations de l'Anses⁶².

Enfin, en 2019, dans le cadre d'une autosaisine⁶³, l'Anses a recommandé une évolution de la méthodologie d'évaluation de la toxicité des produits phytopharmaceutiques en s'appuyant sur le document guide de l'EFSA de 2013.

La pollution industrielle (pollution de l'air, chimique, métaux lourds) entraîne également un déclin de la population d'insectes, avec des effets sublétaux, comme pour les pesticides. La pollution de l'eau touche de manière dramatique les insectes d'eau douce⁶⁴.

Les pollutions lumineuse⁶⁵ (aggravée par le déploiement des lampes LED⁶⁶) et sonore⁶⁷ deviennent également omniprésentes.

Le changement climatique a des effets contrastés sur les insectes⁶⁸ (les espèces thermophiles, les généralistes et certains ravageurs en tirent profit), **mais il constitue globalement une menace pour la diversité des espèces.** D'abord, il entraîne une **modification de l'aire de répartition potentielle** que certains insectes ne peuvent pas suivre en raison de barrières de dispersion⁶⁹. D'autre part, il

s'accompagne de **phénomènes météorologiques extrêmes** (canicules, sécheresses, fortes pluies, changements rapides de températures), qui peuvent avoir un fort impact sur les populations au niveau local.⁷⁰ Enfin, il provoque des variations dans les cycles de vie des végétaux et conduit à des **décalages phénologiques⁷¹** (par exemple, les périodes de butinage des pollinisateurs et de floraison des fleurs ne sont plus synchronisées, entraînant une pénurie de nourriture pour les insectes, leur mort prématurée et, *in fine*, une moindre pollinisation des fleurs).

Les invasions biologiques (plantes, insectes, pathogènes et prédateurs exotiques) ont un réel impact sur la biodiversité des insectes.⁷² Elles sont favorisées par les échanges mondiaux et le réchauffement climatique.⁷³

Le déclin des insectes est donc un phénomène multicausal complexe, dont les facteurs de stress peuvent s'ajouter les uns aux autres ou au contraire parfois se contrebalancer en fonction des espèces. **Le développement de l'agriculture et son intensification⁷⁴ apparaissent néanmoins comme le principal moteur du déclin des insectes,** avec la perte d'habitats, la réduction de la connectivité fonctionnelle, une gestion trop intense des terres, l'afflux d'azote⁷⁵ et l'utilisation d'autres engrais, ainsi que l'application trop fréquente et non-raisonnée de pesticides^{76 77}.

■ **Des conséquences écologiques dramatiques pour les écosystèmes et l'humanité**

La biodiversité a une valeur en soi, au-delà des services écosystémiques qu'elle rend⁷⁸. Elle constitue le patrimoine naturel que l'humanité laisse en héritage aux générations futures. Dans la mesure où les insectes représentent 80% des espèces terrestres, **leur déclin constitue pour notre planète un appauvrissement majeur de la biodiversité.**

Dans l'imaginaire collectif, les insectes sont souvent réduits à des vecteurs potentiels de maladies (dengue, fièvre jaune, paludisme) ou à des ravageurs de cultures. Les insectes vecteurs de pathogènes humains ne représentent cependant que 1% des espèces de moustiques, et seulement 1% des insectes sont considérés comme des ravageurs de culture⁷⁹.

L'ampleur de ces fléaux est souvent aggravée par les effets directs ou indirects des activités humaines⁸⁰.

En réalité, **les insectes rendent de nombreux services écosystémiques dont dépend largement l'humanité.**

Ils offrent d'abord des services de base, qui assurent la stabilité et le fonctionnement des écosystèmes :

- **ils jouent un rôle primordial dans la reproduction des plantes via le service de pollinisation,** et le maintien de leur diversité génétique : 80% des plantes à fleurs sauvages dépendent, d'une manière ou d'une autre, de la pollinisation entomophile⁸¹ et 50% d'entre elles en sont complètement dépendantes⁸² ;
- **ils constituent un maillon essentiel dans la chaîne alimentaire** en nourrissant de très nombreux vertébrés⁸³. En France, selon les espèces, jusqu'à 30% des effectifs d'oiseaux ont été perdus sur les 30 dernières années et 2% des individus disparaissent chaque année⁸⁴. Le déclin des insectes constitue l'une des explications scientifiques du déclin des oiseaux insectivores⁸⁵ ;
- **ils assurent le recyclage de la matière organique** (macrodécomposition des feuilles et du bois, élimination des excréments⁸⁶ et des charognes) et contribuent au cycle des

nutriments, à la formation des sols et à la purification de l'eau⁸⁷;

- ils contribuent par leur diversité au bon fonctionnement⁸⁸ des écosystèmes et à leur résilience face aux changements et aux facteurs de stress auxquels ils sont soumis.⁸⁹

Les insectes rendent également des services de régulation à travers le contrôle biologique des ravageurs (microguêpes qui pondent leurs larves dans les pucerons ; pucerons attaqués par les larves de syrphes et les coccinelles), **des mauvaises herbes et des vecteurs de maladie.**

Par ailleurs, les insectes, par le biais de la pollinisation, rendent des services d'approvisionnement toujours plus importants⁹⁰ en garantissant notre sécurité alimentaire en volume⁹¹, mais surtout en qualité⁹². Sur les 107 principales sortes de cultures mondiales, 91 (fruits, graines et noix) dépendent à des degrés divers de la pollinisation animale. Il a été calculé **qu'une disparition totale des pollinisateurs entraînerait une baisse de la production supérieure à 90% pour 12% des principales cultures mondiales⁹³** et une augmentation du nombre de personnes présentant des carences en vitamine A, fer et folate.

L'impact de la diminution des pollinisateurs sur l'agriculture se fait déjà sentir puisque le rendement par hectare des cultures qui dépendent des pollinisateurs augmente moins et varie davantage, d'une année sur l'autre, que le rendement par hectare des cultures qui n'en dépendent pas.⁹⁴

Enfin, les insectes fournissent des produits commercialisables comme la soie ou le miel et constituent, dans de nombreuses régions du monde⁹⁵, une source de protéines, de minéraux et de vitamines.

Les insectes occupent des positions clés dans de nombreux réseaux écologiques. Si jusqu'à présent, les écosystèmes ont parfois fait preuve d'une résilience écologique surprenante, **la communauté scientifique est unanime pour estimer qu'il existe un seuil de rupture au-delà duquel le déclin des insectes entraînera des effets en cascade irréversibles et la mise en péril de services écosystémiques dont dépend l'humanité.**

■ La nécessité d'une volonté politique pour lutter efficacement contre le déclin des insectes

Les principales causes du recul de la diversité des insectes et de leurs effectifs sont connues et scientifiquement attestées⁹⁶. Les mesures à prendre le sont également, qui, au-delà des « *actions urgentes et globales pour freiner l'érosion générale de la biodiversité* »⁹⁷ visent notamment à faire évoluer les modes de production agricole afin de les rendre compatibles avec la vie sauvage⁹⁸.

Pourtant, les connaissances scientifiques sont peu suivies d'effets au niveau politique⁹⁹ et sont parfois utilisées par certains acteurs comme mesures dilatoires, pour détourner l'attention, semer le trouble et retarder l'action des pouvoirs publics.¹⁰⁰

De nombreuses mesures ont été prises depuis plusieurs décennies¹⁰¹, aussi bien au niveau européen qu'au niveau national pour renforcer les connaissances sur les insectes et leur déclin, protéger les espèces menacées¹⁰², encadrer la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et encourager une agriculture plus respectueuse des insectes. Toutefois, ces mesures se sont avérées jusqu'à présent relativement inefficaces pour lutter contre le déclin des insectes¹⁰³.

Deux priorités apparaissent aujourd'hui pour faire évoluer les modes de production agricole :

- **utiliser les bons leviers d'action pour soutenir la transition agroécologique.** Au niveau européen, la politique agricole commune (PAC) représente 50 milliards d'euros par an¹⁰⁴. Elle constitue un levier d'action considérable qui, en dépit de sa réforme en 2021¹⁰⁵, pourrait être davantage exploité, afin notamment de respecter les **objectifs de réduction de l'utilisation des pesticides chimiques prévus dans la stratégie « De la ferme à la table » de la Commission européenne¹⁰⁶.** À terme, **seules les pratiques les plus respectueuses de l'environnement devraient être aidées économiquement¹⁰⁷.** Au niveau national, le plan stratégique national¹⁰⁸, le programme national de développement agricole et rural (PNDAR)¹⁰⁹, le plan national en faveur des pollinisateurs, le plan Écophyto et les contrats d'objectifs et de performance entre l'Etat et l'Assemblée permanente des chambres d'agriculture ainsi que les instituts techniques doivent être des outils majeurs pour accélérer la transition agroécologique¹¹⁰;
- **accompagner les agriculteurs sans les culpabiliser :** les agriculteurs sont soumis à de nombreuses injonctions contradictoires¹¹¹ qu'ils sont censés résoudre seuls alors qu'ils sont largement dépendants d'un système dans lequel tous les acteurs ont adapté leur stratégie autour de systèmes de production spécialisés et intensifs en intrants chimiques (situation de verrouillage « socio-technique^{112 113} »). Ils conviennent donc de former et d'accompagner sur le long terme les agriculteurs¹¹⁴, en intégrant la dimension territoriale, en mobilisant tous les acteurs en aval de l'agriculture¹¹⁵ et en veillant à la cohérence des leviers d'action utilisés, qu'il soit politiques, réglementaires, économiques ou scientifiques.¹¹⁶

Sites Internet de l'Office :

<http://www.assemblee-nationale.fr/commissions/opecest-index.asp>

<http://www.senat.fr/opecest>

Références

- ¹ Jactel et al (2020). Insect decline : immediate action is needed. Comptes rendus. Biologie, Tome 343. Académie des sciences.
- ² Plus d'un million d'espèces d'insectes ont été identifiées au niveau mondial, dont 40 000 en France métropolitaine, mais on estime leur diversité réelle au moins cinq fois supérieure à ce nombre au niveau mondial.
- ³ Organismes non bactériens
- ⁴ Académie suisse des sciences naturelles (2021). Diversité des insectes en Suisse. Importance, tendances, actions possibles. Volume 16, Numéro 9.
- ⁵ Stork (2018). How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? Annual Review of Entomology. 63 : les coléoptères représentent 38,5 % des espèces, les lépidoptères 15,7 %, les diptères 15,5 %, les hyménoptères 11,8 % et les hémiptères 10,3 %.
- ⁶ Ceballos, Ehrlich, (2002). Mammal population losses and the extinction crisis. Science, Vol 296.
- ⁷ Les difficultés apparaissent au moment de l'échantillonnage et au moment de la discrimination. L'échantillonnage souffre de plusieurs biais. Ceux-ci sont d'abord géographiques dans la mesure où les données sont très rares pour les régions en dehors de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Ainsi, les données démographiques à long terme sont particulièrement pauvres pour les régions tropicales, alors qu'elles concentrent plus de la moitié des espèces d'insectes du monde. Il existe également des biais temporels liés aux importantes variations annuelles de la fréquence des insectes en raison de mauvaises conditions météorologiques au cours d'une année ou à leurs caractéristiques (certaines espèces ont des cycles larvaires souterrains ou benthiques sur des périodes pouvant aller jusqu'à plusieurs années). Seules des études sur de longues périodes permettent d'éviter que les fluctuations d'une année sur l'autre soient assimilées à des tendances de long terme. Les biais méthodologiques sont également liés à la difficulté d'élaborer des protocoles standardisés pour établir des comparaisons et définir des tendances. Les types de piège, leur nombre, les conditions météorologiques sont autant de facteurs qui influencent les résultats qui doivent être obtenus dans les mêmes conditions pour pouvoir être comparés. La science participative peut jouer un rôle croissant dans la collecte des données des pays industrialisés, en particulier lorsqu'il s'agit d'espèces communes. Généralement, les observations supposent une récolte d'échantillons, suivi d'un tri. Les méthodes traditionnelles d'identification morphologique à partir de documents sont coûteuses en temps et exigent des compétences taxonomiques de plus en plus difficiles à trouver. Pour relever le défi de la discrimination, l'identification taxonomique à haut débit se développe grâce au *barcoding* : les spécimens capturés sont identifiés à partir d'une séquence courte (appelée code barre) de leur ADN caractéristique de l'espèce. Elle est ensuite comparée aux données enregistrées dans une base de données centralisée en cours d'enrichissement, à l'image du projet *International Barcode of Life Project* qui a enregistré 500 000 espèces entre 2010 et 2015. Cette technique est également utilisée à partir d'un échantillon environnemental (eau, sol, fèces). On parle alors de *metabarcoding*. Sans identifier les espèces, on peut utiliser les différentes séquences obtenues pour définir des unités opérationnelles (MOTUS : *Molecular Operational Taxonomic Units*), à partir desquelles il est possible de quantifier la biodiversité des échantillons. Pour une approche de *metabarcoding* permettant de déterminer efficacement un ensemble d'espèces dont les ADN sont en mélange dans un échantillon environnemental, il est nécessaire de disposer d'une bibliothèque de référence de codes barres afin de pouvoir comparer les échantillons d'ADN inconnus aux espèces enregistrées dans ladite bibliothèque. L'intelligence artificielle devrait également permettre à des personnes sans compétence taxonomique d'utiliser des outils informatiques et de contribuer à l'identification des espèces à partir de photos, de sons ou des modes de recherche de nourriture.
- ⁸ Un taxon est une entité regroupant tous les organismes vivants possédant en commun certaines caractéristiques bien définies. L'espèce constitue le taxon de base de la classification systématique.
- ⁹ Sánchez-Bayo, Wyckhuys (2019). Worldwide decline of the entomofauna : a review of its drivers. Biological Conservation, Vol 232
- ¹⁰ Des informations plus précises existent sur les pollinisateurs. Cf Schatz et al (October 2021). Convergent evidence for promoting pollinator conservation in the context of global change: a view from France and Belgium. Acta Oecologica, Special issue : Pollination in the Anthropocene.
- ¹¹ Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.
- ¹² Pour évaluer l'état de conservation des espèces, quatre paramètres sont retenus : l'aire de répartition (surface, tendance, aire de référence favorable), l'effectif des populations (taille, tendance, population de référence favorable), l'habitat (surface, qualité, tendance), les perspectives futures (pressions, menaces).
- ¹³ 23 papillons, 10 coléoptères, 10 libellules et une sauterelle. Les espèces d'intérêt communautaire sont les espèces qui sont soit en danger d'extinction, soit vulnérables, soit rares (lorsqu'elles présentent des populations de petite taille), soit endémiques (caractéristiques d'une zone géographique restreinte particulière et strictement localisées dans cette zone).
- ¹⁴ Commissariat général au développement durable (mars 2020). Biodiversité rare ou menacée : peu d'améliorations depuis 2007.
- ¹⁵ La directive définit six zones bio-géographiques au sein de l'Union européenne : atlantique, boréale, macaronésienne, continentale, alpine et méditerranéenne.
- ¹⁶ Les tendances sont stables dans 42% des évaluations. Toutefois, la proportion des tendances inconnues est particulièrement élevée (35% en moyenne, jusqu'à 46% pour les coléoptères).

-
- ¹⁷ Ce dernier chiffre n'est cependant pas jugé significatif statistiquement.
- ¹⁸ Seibold et al (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*. Vol 574.
- ¹⁹ Dirzo et al (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, Vol 345.
- ²⁰ Coléoptères, hyménoptères, lépidoptères, odonoptères et orthoptères.
- ²¹ La liste rouge de l'UICN constitue l'inventaire le plus complet de l'état de conservation global des espèces végétales et animales. Elle s'appuie sur une série de critères précis pour connaître le niveau de menaces pesant sur la biodiversité. Avec le système de la liste rouge de l'UICN, chaque espèce ou sous-espèce peut être classée dans l'une des neuf catégories suivantes : Éteinte (EX), Éteinte à l'état sauvage (EW), En danger critique (CR) lorsque le taux de déclin est supérieur à 75 %, En danger (EN) lorsque le taux de déclin est supérieur à 50 %, Vulnérable (VU) lorsque le taux de déclin est supérieur à 30 %, Quasi menacée (NT), Préoccupation mineure (LC), Données insuffisantes (DD), Non évaluée (NE).
- ²² D'autres études avancent des chiffres différents. Ainsi, selon la liste rouge européenne des sauterelles, grillons et criquets des bois, 30,2% des espèces européennes d'orthoptères sont en déclin. Cf Hochkirch et al (2016). *European red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-Crickets*. Luxembourg. Publications of the European Union.
- ²³ Pourcentage d'espèces qui n'ont pas été vues depuis plus de 50 ans.
- ²⁴ Sánchez-Bayo, Wyckhuys (2019). Article précité.
- ²⁵ Il s'agit en particulier des espèces généralistes et capables de s'adapter à leur milieu, ce qui conduit à l'homogénéisation des espèces.
- ²⁶ Jactel et al (2020). Article précité.
- ²⁷ Parmi les espèces de bourdons par exemple, celles qui sont les plus concernées par le déclin sont des bourdons qui butinent dans les prairies et les terres de cultures, en particulier les bourdons à longue langue qui butinent le trèfle et autres légumineuses, cultivés traditionnellement en rotation comme source d'azote, et désormais remplacés par les fertilisants.
- ²⁸ Académie suisse des sciences naturelles (2021). Rapport précité.
- ²⁹ IPBES (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) (2017). The assessment report on pollinators, pollination and food production.
- ³⁰ Vancutsem et al (2021). Long-term (1990-2019) monitoring of forest cover changes in the humid tropics. *Science advances* : depuis 1990, 220 millions d'hectares de forêts tropicales humides ont été perdues, soit 17 % des forêts tropicales humides, au profit de l'agriculture et d'autres utilisations des terres.
- ³¹ Les zones cultivées représentent 12 % de la surface de la planète. Sachant que les océans en représentent 71 %, l'agriculture a donc un impact considérable sur les espèces d'insectes.
- ³² Science for Environment Policy (European Commission). May 2020. *Future Brief Pollinators : Importance for nature and human well-being, drivers of decline and the need of monitoring* : les aires urbaines représentent 22,5 % de la surface de l'Union européenne. L'urbanisation entraîne la perte d'habitats, mais à une échelle moins importante que l'agriculture.
- ³³ Jactel, Grandcolas (2021). L'avenir des insectes est entre nos mains. *La Recherche*. N°567 : dans le monde, environ 90 % des zones humides, propices aux insectes, aux larves aquatiques comme les libellules, ont été asséchées. 10 % des forêts mondiales ont été détruites depuis 2001.
- ³⁴ Depuis les années 30, le Royaume-Uni a perdu 97 % de ses prairies permanentes. Au niveau mondial, ce sont 70 % des prairies qui ont disparu. En France, les espaces semi-naturels pérennes, dont les prairies permanentes, ont perdu 6,6 millions d'hectares entre 1960 et 2006, soit 25 % de la surface agricole utile métropolitaine. Cette tendance se poursuit encore aujourd'hui.
- ³⁵ Les haies, les petites zones non cultivées, les cultures protéagineuses, intéressantes pour l'apport de pollen et de nectar aux pollinisateurs, disparaissent au profit des monocultures qui uniformisent les paysages. Ainsi, entre 1960 et la fin des années 1980, 600 000 km de linéaires ont été détruits en France métropolitaine. En revanche, les cultures de céréales et d'oléo-protéagineux recouvrent en 2010 plus de 50 % de la surface agricole utile. Actuellement, sept classes de cultures occupent plus de 90 % de la sole métropolitaine (la sole cultivée par exploitation correspond à la surface agricole utile totale diminuée des surfaces en prairies permanentes et temporaires de plus de cinq ans, en cultures pérennes, pluriannuelles et en gel fixe) : le blé tendre, le blé dur, l'orge et le maïs représentent 60 %, le colza et le tournesol 11 % et les prairies temporaires 19 %, alors que l'ensemble des autres cultures n'atteignent que 11 %. Cf *Les abeilles, des ouvrières agricoles à protéger* (sous la direction d'Axel Decourtye). 2018.
- ³⁶ La fragmentation des paysages a deux effets pervers : elle réduit la connectivité entre les lieux d'habitation des insectes et les lieux où se trouvent les ressources. En outre, elle entraîne un déclin, voire la disparition locale de certaines espèces sédentaires car leur composition génétique ne les rend pas adaptées à survivre en petits groupes isolés (elles souffrent de la consanguinité).
- ³⁷ Foley et al (2005). *Global consequences of land use*. *Science*, Vol 309.
- ³⁸ Les pollinisateurs dépendent désormais de la floraison de quelques cultures de courte durée telles que le colza en avril et le tournesol en juillet. En dehors de ces périodes limitées à une cinquantaine de jours par an, les espaces semi-naturels ne suffisent plus à garantir un apport régulier et constant de la ressource alimentaire. Le nectar, première source en glucides, garantit la mise en œuvre du processus métabolique des ouvrières. Le pollen, première source de protéines et de lipides, est nécessaire à l'élevage du couvain. Les besoins de la colonie évoluent au cours de la saison en fonction de sa dynamique de développement. Ceux-ci sont à son apogée aux mois de mai et de juin lorsque la population atteint son maximum. Pourtant, au même moment, les ressources alimentaires disponibles dans l'environnement sont au plus bas. Les abeilles subissent une

seconde pénurie alimentaire en fin d'été et à l'automne, alors même qu'elles doivent constituer leurs réserves pour l'hiver. Si les colonies ne bénéficient pas des ressources apportées par des cultures de couverts fleuris ou par le lierre présent dans les bois et les haies, leur probabilité de survie à l'hiver est diminuée.

³⁹ Tels que les lépidoptères monophages vivant dans les tourbières ou les lépidoptères *Maculinea*, typiques des prairies, dont le cycle biologique les lie à deux hôtes spécifiques : une plante dans laquelle seront pondus les œufs et dont se nourriront les chenilles jusqu'à leur troisième mue, une fourmi (du genre *Myrmica*) qui prendra en charge la chenille jusqu'à sa nymphose. La figure D de l'article précité de Rodolfo Dirzo compare l'évolution des insectes dans des sites perturbés par les activités humaines et dans des sites non perturbés : la richesse en espèces de lépidoptères est en moyenne 7,6 fois plus importante dans les sites non perturbés et l'abondance 1,6 fois supérieure.

⁴⁰ Les insecticides comprennent une large gamme de produits chimiques avec des modes d'action différents, mais les principales classes chimiques sont les suivantes : les insecticides organophosphorés, les carbamates, les insecticides organochlorés, les pyréthoïdes et les néonicotinoïdes. Introduits dans les années 1990, ces derniers représentent 40 % du marché mondial des insecticides agricoles. La mise sur le marché de ces pesticides s'est à chaque fois accompagnée d'intoxications de colonies d'abeilles. Cf *Les abeilles, des ouvrières agricoles à protéger*. Livre précité.

⁴¹ Henry et al (2012). A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. *Science*, Vol 336 : l'administration d'une faible dose de néonicotinoïde (thiaméthoxame) n'entraînant pas d'effet direct sur la survie augmente le nombre de butineuses ne retournant pas à la ruche par un facteur 2 à 3 en altérant le système nerveux central des abeilles et leurs capacités cognitives (dans le cas présent, les informations visuelles qui leur permettent de retrouver le chemin du retour). Il convient de remarquer que la désorientation des butineuses a été démontrée avec d'autres types de pesticides tels que la deltaméthrine de la famille des pyréthrinoides.

⁴² Lechenet et al (2017). Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms. *Nature plants* : en s'appuyant sur un réseau de 946 fermes agricoles, cette étude a montré qu'une réduction de l'usage des pesticides de 42 % (réduction de 37 % des herbicides, 47 % des fongicides et 60 % des insecticides) n'avait aucun impact négatif sur la productivité et la rentabilité pour 60 % des exploitations évaluées.

⁴³ Lors de son audition, Mickael Henry a rappelé que 80 à 98 % des néonicotinoïdes utilisés par l'agriculture partaient dans les sols.

⁴⁴ Wintermantel et al (2020). Neonicotinoid-induced mortality risk for bees foraging on oilseed rape nectar persists despite EU moratorium. *Science of Total Environment*, Vol 704 : l'implication des néonicotinoïdes dans le déclin des abeilles a conduit en 2013 à un moratoire de l'Union européenne sur trois néonicotinoïdes (l'imidaclopride, le thiametoxame et le clothianidine) dans les cultures attractives pour les abeilles. Cependant, il a été montré que pendant les cinq années du moratoire (2014-2018), les champs de colza ont continué à être contaminés par ces néonicotinoïdes, en particulier par l'imidaclopride. Les néonicotinoïdes semblent se répandre de manière très large dans l'environnement, au-delà des fleurs sauvages au bord des champs traités. Ils toucheraient des plantations éloignées géographiquement ou plantées plusieurs années après leur épandage dans le champ. Leur propagation s'effectuerait par le biais de poussières contaminées, par l'érosion du sol par le vent, mais également par l'eau, à travers les lixivats, les eaux de ruissellement et les eaux d'irrigation contaminées.

⁴⁵ Ils réduisent l'abondance et la diversité des plantes à fleurs qui fournissent du pollen et du nectar.

⁴⁶ Les études démontrant la toxicité des fongicides sur les insectes se multiplient, soit qu'ils rendent les colonies d'abeilles plus sensibles à leur infection par des virus ou des pathogènes (voir *supra*), soit qu'ils réduisent le taux de survie des larves d'ouvrières et de reines en développement, soit qu'ils empêchent le développement de micro-organismes essentiels à la fermentation du pollen en pain d'abeille. Cf *Les abeilles, des ouvrières agricoles à protéger*. Livre précité.

⁴⁷ L'utilisation d'engrais appauvrit la flore présente dans les parcelles agricoles et réduit la richesse des pollinisateurs dans ces surfaces. Ils favorisent également la domination de plantes nitrophiles qui sont peu visitées par les abeilles. Ils introduisent des métaux lourds dans les écosystèmes agricoles (cuivre, fer, zinc, manganèse, cobalt, sélénium, cadmium) qui peuvent détériorer la santé des abeilles (cf He, Yang and Stoffella, (2005). Trace elements in agrosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Element in Medicine and Biology*). Enfin, en favorisant l'eutrophisation, ils sont particulièrement toxiques pour certaines espèces aquatiques (cf Kalkman et al (2010). *European Red List of Dragonflies*. Publication Office of the European Union).

⁴⁸ En France, entre 2009 et 2018, la vente de substances actives hors usage en agriculture bio et hors produits de biocontrôle a augmenté de 13,1 %. Après avoir diminué de 43 % entre 2018 et 2019, elle a de nouveau augmenté de 23 % entre 2019 et 2020. Il convient de rappeler que le premier plan Écophyto prévoyait une réduction de 50 % de l'usage des pesticides entre 2008 et 2018. Au niveau mondial, environ 48 milliards d'euros ont été dépensés en produits phytosanitaires en 2018. Cela représente une augmentation de près de 69 % sur dix ans (28,4 milliards d'euros en 2008).

⁴⁹ De nombreux pesticides désormais interdits en France (DDT, Chlordécone) sont des polluants organiques persistants constituant une menace durable pour l'environnement alors même qu'ils ne sont plus utilisés.

⁵⁰ L'annexe 2 de l'avis du 5 juillet 2019 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) relatif à l'évolution de la méthodologie d'évaluation du risque vis-à-vis des abeilles domestiques et des insectes pollinisateurs sauvages dans le cadre des dossiers de demande d'autorisation de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques rappelle le contexte réglementaire européen et national : l'approbation des substances actives et la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques sont régies par le règlement (CE) n° 1107/2009 du 21 octobre 2009 du Parlement européen et du Conseil européen concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques.

L'approbation des substances actives est réalisée au niveau européen via une évaluation des dangers et des risques liés aux substances actives entrant dans la composition des produits phytopharmaceutiques.

L'évaluation des risques et bénéfices des produits contenant ces substances approuvées est réalisée, avant leur mise sur le marché, au niveau des États membres.

En France, pour l'évaluation du risque pour les abeilles et autres pollinisateurs, le socle réglementaire européen est renforcé par trois arrêtés :

- l'arrêté du 28 novembre 2003 relatif aux conditions d'utilisation des insecticides et acaricides à usage agricole en vue de protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs ;
- l'arrêté du 13 janvier 2009 relatif aux conditions d'enrobage et d'utilisation des semences traitées ;
- l'arrêté du 7 avril 2010 relatif à l'utilisation des mélanges extemporanés de produits phytopharmaceutiques.

⁵¹ Brühl, Zaller, (2019). Biodiversity decline as a consequence of an inappropriate environmental risk assessment of pesticides. *Frontiers in Environmental Science*.

⁵² La contamination des ressources alimentaires (nectar et pollen) ramenées à la ruche et stockées peut entraîner une exposition répétée au cours de la vie des abeilles, du stade larvaire au stade adulte, et sur une période allant de plusieurs semaines à plusieurs mois, notamment en période d'hivernage. Il est donc indispensable de tester la toxicité chronique des produits phytosanitaires à des doses inférieures à la DL50 (dose moyenne létale tuant 50 % des individus exposés à la substance testée). Un test évaluant la toxicité chronique par voie orale chez l'adulte après 10 jours d'exposition fait partie des lignes directrices de l'OCDE. Il convient de l'exiger pour toute procédure d'évaluation des risques même si des études récentes montrent qu'il reste perfectible (cf *infra* note de pas de page 53).

⁵³ Un test mesurant les effets létaux à 22 jours à la suite d'une exposition répétée de larves fait partie des lignes directrices de l'OCDE. Il convient de l'exiger pour toute procédure d'évaluation des risques.

⁵⁴ De nombreuses études scientifiques ont constaté des effets des insecticides sur le comportement des abeilles à des doses sublétales (affectation des performances d'apprentissage et de mémorisation). Néanmoins, à l'heure actuelle, il n'existe pas de test dont les protocoles ont été validés au niveau de l'OCDE.

⁵⁵ Chmiel et al (2020). Understanding the Effects of Sublethal Pesticide Exposure on Honey Bees: A Role for Probiotics as Mediators of Environmental Stress. *Frontiers in ecology and Evolution* : l'étude évoque les effets des néonicotinoïdes sur les capacités de reproduction des reines et des bourdons.

⁵⁶ Les tests réglementaires s'intéressent uniquement au risque encouru par l'abeille domestique, qui est considérée comme l'espèce représentative de l'ensemble des espèces d'abeilles, soit près de 20 000 espèces dans le monde. Or, plusieurs études ont montré des effets toxiques variables d'un groupe d'abeilles à l'autre. En outre, la structure des colonies d'abeilles mellifères (une colonie comprend entre 40.000 et 80.000 abeilles) constitue un tampon contre les pertes de butineuses et d'ouvrières. En revanche, les bourdons ont une capacité tampon bien moindre, et les abeilles solitaires aucune puisqu'un seul individu doit assurer le butinage, la recherche et la confection du nid ainsi que la reproduction. Il est donc indispensable d'intégrer dans les procédures d'évaluation des risques des produits phytosanitaires des tests standardisés mesurant la toxicité pour les bourdons et les abeilles solitaires.

⁵⁷ En cas d'exposition à plusieurs facteurs de stress, il est important de pouvoir comprendre les interactions entre les différents facteurs de stress. Ainsi, de nombreuses études scientifiques ont démontré un lien entre la présence de maladie (noséme) chez les abeilles et les insecticides. Se pose alors la question si c'est le champignon qui décuple l'action de l'insecticide ou si c'est l'insecticide qui facilite l'infection fongique. Il semblerait que les abeilles voient leurs défenses immunitaires affaiblies par l'exposition chronique à de faibles doses de néonicotinoïdes (cf Pettis et al (2012). Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften*). D'autres études ont constaté un phénomène de potentialisation des facteurs de stress. Cf Aufauvre et al (2012). Parasite-insecticide interactions: a case study of *Nosema ceranae* and fipronil synergy on honeybee. *Scientific reports* : cette étude a observé le taux de mortalité d'abeilles soit exposées à du fipronil, soit infectées par le *Nosema ceranae*, soit exposées concomitamment à ces deux facteurs de stress. Le taux de mortalité du groupe de contrôle 20 jours après l'émergence des abeilles s'élève à 24 %. Il est de 39 % en cas d'infection au *Nosema ceranae* et de 31 % en cas d'exposition au fipronil, mais peut atteindre jusqu'à 84 % en cas d'exposition des jeunes abeilles à ces deux facteurs de stress. Or, les évaluations de toxicité des produits phytopharmaceutiques ne tiennent pas compte de l'impact des autres facteurs de stress.

⁵⁸ L'évaluation de la toxicité des substances actives se fait substance par substance. Dans les conditions naturelles, les insectes sont soumis à de nombreuses substances chimiques. Ainsi, en 2016, en Allemagne, 6 pesticides différents étaient appliqués sur le blé, 7 sur le colza, 14 sur les pommes de terre, 22 sur les vignes et 32 sur les pommiers. Or, le statut toxicologique de l'abeille influence la toxicité des pesticides. Cf Almasri et al (2021). Toxicological status changes the susceptibility of the honey bee *Apis mellifera* to a single fungicidal spray application. *Environmental Science and Pollution Research* : lorsqu'on expose au préalable les abeilles à du glyphosate, la toxicité du fongicide (difénoconazole) est aggravée. Cette étude montre également la complexité de l'impact des associations qui n'est proportionnel ni au nombre de mélanges ni aux doses appliquées. Ainsi, la toxicité du mélange « exposition aiguë au fongicide et exposition chronique au glyphosate » est la plus élevée lorsque la dose de glyphosate est très faible (0,01 mg/L). De même, lorsqu'on expose les abeilles à un mélange d'imidaclopride et de glyphosate avant l'exposition aiguë au fongicide, la toxicité de celui-ci est moindre qu'en cas d'exposition au seul fongicide.

⁵⁹ Depuis l'entrée en vigueur du règlement (UE) n° 284/2013, le test de toxicité chronique adulte (OCDE 245) est systématiquement demandé au niveau de l'Union européenne dans le cadre des dossiers d'homologation produit. Le test de toxicité chronique sur les larves n'est en revanche pas obligatoire. De plus, le schéma d'évaluation du risque uniforme de l'UE est toujours basé principalement sur la valeur du *Hazard Quotient* ou quotient de risque (HQ = dose d'application/DL50, règlement UE 546/2011) appliqué pour les tests de toxicité à court terme adulte (48 à 96 heures). Il n'y a pas de valeur

seuil uniforme pour évaluer le risque à partir des résultats des tests chroniques adultes et larvaires. Enfin, la durée des tests évaluant la toxicité chronique d'un produit (10 jours actuellement) apparaît trop courte. Ainsi, une étude récente a montré dans le cadre d'un test circulaire impliquant 7 laboratoires européens et d'Amérique du Nord et en utilisant le test OCDE 245 prolongé à 31 jours en moyenne que l'insecticide testé (flupyradifurone) peut affecter la survie des abeilles à des doses journalières d'exposition plus faibles (doses environnementales). Cf Tosi et al (2021). Long-term field-realistic exposure to a next-generation pesticide, flupyradifurone, impairs honey bee behaviour and survival. *Communications Biology* 4, 805.

⁶⁰ Le 19 décembre 2013 puis le 23 novembre 2018.

⁶¹ Soit les insecticides, les herbicides et les fongicides.

⁶² Comme l'avait préconisé l'Anses, l'arrêté du 20 novembre 2021 relatif à la protection des abeilles et des autres insectes pollinisateurs et à la préservation des services de pollinisation lors de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques étend à tous les produits phytopharmaceutiques l'obligation d'une évaluation préalable à leur utilisation pendant la période de floraison sur les cultures attractives pour les pollinisateurs. Par ailleurs, l'arrêté limite la période d'épandage, sans pour autant suivre l'avis de l'Anses puisque l'épandage devra être réalisé dans les deux heures qui précèdent le coucher du soleil et dans les trois heures qui suivent le coucher du soleil. L'arrêté prévoit deux exceptions (lorsque l'activité des bio-agresseurs est exclusivement diurne, lorsque l'efficacité d'un traitement fongicide est conditionnée par sa réalisation dans un délai contraint compte tenu du développement de la maladie). En outre, il autorise une expérimentation sur trois ans de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques au-delà de la plage horaire mentionnée dans l'arrêté. Enfin, l'arrêté prévoit que pour une période de huit mois (qui correspond donc à la prochaine campagne de production), il sera possible de traiter à toute heure à condition que la température soit suffisamment basse pour éviter la présence d'abeilles. Lesdits seuils ne sont toutefois pas précisés.

⁶³ Avis du 5 juillet 2019 précité.

⁶⁴ Darwall et al (2012). Freshwater invertebrate life. In *Spineless : Status and Trends of the World's invertebrate*. Zoological Society of London : les insectes d'eaux douces sont proportionnellement plus affectés par la pollution : Plus de 41 % des espèces sont menacées par différents types de pollution, en particulier par les nitrates et les phosphates provenant de sources agricoles, par les eaux usées d'origine domestique et par divers polluants provenant de sources industrielles (dont les exploitations minières).

⁶⁵ Les insectes nocturnes sont particulièrement vulnérables aux modifications des cycles jour/nuit. Ainsi, la pollution lumineuse déstabilise les insectes qui utilisent la lumière naturelle des étoiles et de la lune comme clés d'orientation pour la navigation ainsi que les insectes qui communiquent en utilisant des signaux bioluminescents comme les lucioles. La pollution lumineuse désynchronise les activités déclenchées par les cycles de lumière naturelle, telles que l'alimentation et la ponte des œufs. Une étude anglaise a montré que l'éclairage public diminue de 50 % le nombre de papillons de nuit au niveau du sol et de 25 % la diversité des espèces (cf Macgregor et al (2017). *The dark side of street lighting : impacts on moths and evidence for the disruption of nocturnal pollen transport*. *Global Change Biology*). Une autre étude sur l'impact de la lumière artificielle a constaté que le nombre de pollinisateurs visitant des plantes éclairées est 62 % moindre que lorsque les plantes ne sont pas éclairées, et la diversité des espèces est 29 % moindre (cf Knop et al (2017). *Artificial light at night as a new threat to pollination*. *Nature*).

⁶⁶ Le spectre d'émission des LED serait plus nocif que les lampes classiques. En outre, la quantité globale de lumière émise après la conversion massive aux LEDs blanches serait beaucoup plus importante qu'avant.

⁶⁷ La pollution sonore change le paysage acoustique et interfère avec la communication acoustique des insectes et la surveillance auditive de leur environnement.

⁶⁸ Le réchauffement climatique conduit au déclin d'espèces adaptées au froid. En revanche, l'augmentation des températures hivernales lève les barrières climatiques limitant l'aire de répartition d'un certain nombre d'espèces indigènes ou exotiques, et permet leur expansion dans des zones précédemment défavorables à leur survie durant l'hiver (Cf Roques, Auger-Rozenberg (2018). Article précité.

⁶⁹ Devictor et al (2012). Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change*. Cette étude constate que le changement climatique en Europe (analysé à partir des hausses de température) correspond à un déplacement des aires d'habitation des papillons de 249 km vers le nord entre 1990 et 2008. Or, au cours de cette période, les papillons ne se sont déplacés que de 114 kilomètres vers le nord.

⁷⁰ Ward et al (2020). Impact of 2019-2020 mega-fires on Australian fauna habitat. *Nature Ecology & Evolution* : les feux qui ont touché l'Australie en 2019-2020 auraient brûlé 97 000 km² de végétation. Plusieurs centaines de milliards d'insectes auraient ainsi péri.

⁷¹ Duchenne and al (2020). Phenological shifts alter the seasonal structure of pollinator assemblages in Europe. *Nature Ecology & Evolution*

⁷² L'impact est direct à travers la prédation (exemple du frelon asiatique qui représente une menace directe sur les populations d'abeilles européennes déjà en stress), la compétition pour les ressources (comme la coccinelle asiatique qui menace la coccinelle à sept points) et le transfert de pathogènes (les souches européennes de l'agent pathogène fongique *Nosema bombi* sont considérées comme étant à l'origine de l'effondrement généralisé des bourdons d'Amérique du Nord). Il est également indirect à travers l'implantation de plantes invasives qui peuvent concurrencer les plantes autochtones, réduire la diversité en nourriture et appauvrir le régime alimentaire des insectes qui ne peuvent pas les exploiter.

⁷³ Cf Roques, Auger-Rozenberg (2018). Article précité : l'accélération de l'établissement d'espèces invasives est due en grande majorité (dans plus de 90 % des cas) à des introductions accidentelles liées aux activités humaines, et principalement

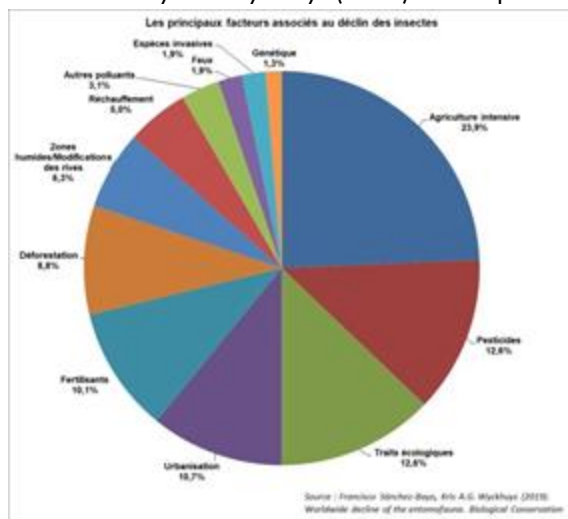
à l'explosion du commerce des plantes ornementales au niveau mondial, qui favorise le transport d'espèces associées aux plantes. Le changement climatique, en supprimant ou déplaçant les barrières liées aux températures dans l'espace, permet l'expansion de certaines espèces dans des zones précédemment défavorables à leur établissement. Beaucoup d'espèces répondent ainsi rapidement à l'accroissement des températures en déplaçant leur aire de répartition vers le Nord ou en altitude.

⁷⁴ L'intensification se traduit par la conversion de systèmes agricoles diversifiés en agriculture intensive conventionnelle (champs vastes et homogènes, utilisation massive de produits agrochimiques ainsi que des formes intensives de labour, pâturage ou fauchage : le labour détruit la partie superficielle des nids des espèces agricoles, détruisant directement les cellules larvaires ou empêchant les adultes d'émerger au printemps suivant. Il entame également la banque de graines de fleurs sauvages présente dans le sol. La fauche des prairies et des bords de route réduit considérablement les ressources florales potentiellement disponibles dans le paysage (cf Les abeilles, des ouvrières agricoles à protéger. Livre précité).

⁷⁵ Gunther et al (2020). Übermäßige Stickstoff-und Phosphoreinträge schädigen Biodiversität, Wald und Gewässer. Swiss Academies Factsheet 15 (8) : en Suisse, le cycle de l'azote est avant tout stimulé par les importations de fourrage et de fertilisants, les émissions d'ammoniac provenant de l'élevage et les émissions d'oxyde d'azote issu des processus de combustion. Ainsi, environ 70 % des polluants atmosphériques riches en azote proviennent de l'agriculture, 18 % des transports, 9 % de l'industrie et de l'artisanat et 3 % des ménages.

⁷⁶ Habel, Samways, Schmitt (2019). Mitigating the precipitous decline of terrestrial European Insects : Requirement for a new strategy. Biodiversity and Conservation.

⁷⁷ Sánchez-Bayo et Wyckhuys (2019). Article précité.



⁷⁸ Cf Senapathi et al (2015). Pollinator conservation – the difference between managing for pollinisation services and preserving pollinator diversity. *Current opinion in Insect Science*.

⁷⁹ Hervé Jactel et al (2020). Article précité.

⁸⁰ Académie suisse des sciences naturelles (2021). Rapport précité (page 24): « La mondialisation des échanges commerciaux associée au réchauffement climatique sont responsables respectivement de l'introduction puis de l'expansion en Europe d'espèces comme la pyrale du buis ou le moustique tigre et donc des conséquences que génèrent leur présence. L'industrialisation de l'agriculture, l'expansion des monocultures et la banalisation des paysages qui en découle ont favorisé l'expansion de nombreux ravageurs dont les populations peuvent exploser en raison de l'absence ou de la rareté d'organismes antagonistes. ».

⁸¹ IPBES (2017). Rapport précité.

⁸² Potts et al (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*.

⁸³ Musaraignes, taupes, hérissons, lézards, amphibiens, la plupart des chauves-souris, de nombreux oiseaux et poissons se nourrissent d'insectes ou en dépendent pour élever leur progéniture.

⁸⁴ Cf Suivi des oiseaux communs en France (résultats 2019 des programmes participatifs de suivi des oiseaux communs). Les déclinés les plus importants concernent les oiseaux spécialistes des milieux agricoles (-29,5 %), mais également les oiseaux spécialistes du milieu urbain (-27,6 %).

⁸⁵ Tous les insectivores sont affectés par le déclin des insectes, qu'il s'agisse des chauve-souris, des amphibiens, des micromammifères, etc.

⁸⁶ Gilles (11 mars 201). Disparition des insectes : causes et conséquences. *Passion entomologique* (site internet). La colonisation du continent australien par les Européens s'est accompagnée du développement de l'élevage bovin. Les coléoptères coprophages indigènes n'étant pas adaptés à dégrader et à éliminer les excréments de ces animaux, des milliards de mouches se sont multipliées dans les centaines de millions de bouses déposées chaque jour. Dans les années 1960-1970, des premières introductions d'espèces coprophages africaines et européennes ont eu lieu pour pallier cette carence écologique ayant comme conséquence la perte annuelle d'un million d'hectares de pâturages dont les prairies étaient recouvertes de bouses. L'introduction de ces insectes a permis d'assécher et d'enfourir les bouses, ce qui a diminué fortement la disponibilité des ressources pour les mouches et a permis de recycler la matière organique. Rapidement les équilibres des prairies australiennes se sont rétablis.

⁸⁷ Wagner et al (2021). Insect decline in the Anthropocene: death by a thousand cuts. PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*).

⁸⁸ La diversité des espèces permet le développement d'interdépendances indispensables au fonctionnement optimal d'un écosystème donné. Par exemple, les espèces qui pollinisent les cultures ont besoin de plantes sauvages pour leur nidification et leurs ressources alimentaires. Or, ces plantes sauvages dépendent souvent d'autres espèces pour leur pollinisation.

⁸⁹ Senapathi et al (2015). Article précité : une plus grande diversité d'espèces permet la mise en place de redondances fonctionnelles, à savoir la capacité de plusieurs espèces à réaliser la même fonction (par exemple la pollinisation). La présence de plusieurs espèces de pollinisateurs assure une meilleure résilience au changement dans la mesure où les espèces réagissent différemment aux facteurs de stress.

⁹⁰ Aizen, Harder (2009). The Global Stock of Domestic Honey Bees is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. *Current Biology* : la dépendance de l'agriculture vis-à-vis des pollinisateurs a augmenté de 300 % sur les cinquante dernières années.

⁹¹ Cf IPBES (2017). Rapport précité. En termes de volumes de production au niveau mondial, 35 % de la production agricole provient de cultures qui dépendent au moins en partie de la pollinisation animale. La pollinisation animale est directement responsable de 5 à 8 % de la production agricole mondiale actuelle en volume. Ces chiffres peuvent paraître peu élevés. Ils s'expliquent notamment par le fait que les céréales - 30 % des terres cultivées dans l'Union européenne - sont pollinisées par le vent. Par ailleurs, ces chiffres ne prennent en compte que le rôle direct des pollinisateurs dans la production de fruits et de semences consommés directement. Ils ne tiennent pas compte du rôle indirect des pollinisateurs dans la production de semences utilisées pour la culture de nombreux légumes ou pour la production de cultures utilisées en tant que fibres ou combustible.

⁹² Les cultures dépendantes des pollinisateurs sont généralement plus riches en micronutriments (vitamine A, fer folate) que les autres cultures et sont donc essentielles pour la santé humaine.

⁹³ Klein et al (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B* 274.

⁹⁴ Cf IPBES (2017). Rapport précité. Il ajoute que « si les facteurs qui induisent ces changements ne sont pas clairs, des études menées localement sur plusieurs cultures montrent que la production baisse en même temps que déclinent les pollinisateurs ».

⁹⁵ En Europe, la consommation d'insectes est encore balbutiante. Toutefois, dans la stratégie "De la ferme à la table" présentée par la Commission européenne, les insectes sont reconnus comme une source de protéines de substitution « qui peut soutenir la transition de l'Union européenne vers un système alimentaire plus durable ». En mai 2021, les États membres de l'Union européenne ont approuvé une proposition de la Commission européenne autorisant l'utilisation de vers de farine jaunes séchés comme « nouvel aliment ».

⁹⁶ Académie suisse des sciences naturelles (2021). Rapport précité.

⁹⁷ Cf Jactel et al (2020). Article précité. Sont cités la lutte contre le changement climatique, l'arrêt de l'urbanisation des terres et de la déforestation, le contrôle des échanges commerciaux et des invasions biologiques.

⁹⁸ Concrètement, l'Académie des sciences insiste sur la réduction de l'usage des insecticides de synthèse en agriculture et l'amélioration de la spécificité de leurs cibles ainsi que sur la recherche et la diffusion de méthodes alternatives (notamment à travers l'approche de lutte intégrée contre les ravageurs). Elle prône également la préservation et l'amélioration des habitats refuges pour les insectes, à travers la protection des forêts, des prairies naturelles et des milieux aquatiques d'eau douce, mais également par le développement d'habitats de qualité pour les insectes dans les zones agricoles et les milieux urbains. Elle défend enfin le renforcement de l'hétérogénéité des paysages et la connectivité entre différents types d'habitat afin de permettre les échanges de gènes et d'individus entre populations d'insectes. Des propositions similaires sont reprises dans de nombreuses études scientifiques (Habel et al (2019). Article précité ; Sánchez-Bayo, Wyckhuys (2019). Article précité ; IPBES (2016). Rapport précité).

⁹⁹ Plusieurs scientifiques auditionnés ont fait remarquer que le schéma d'évaluation du risque de toxicité des pesticides était quasiment le même depuis trente ans en dépit de l'accumulation des connaissances scientifiques. De même, le plan national en faveur des insectes pollinisateurs et de la pollinisation 2021-2026 publié le 20 novembre dernier par le gouvernement ne prévoit aucune action d'envergure pour accélérer la transition agroécologique (il ne définit pas d'objectifs chiffrés en matière de réduction de l'usage des pesticides et ne favorise pas le déploiement de solutions alternatives à leur utilisation) alors que même que toutes les études scientifiques insistent sur la responsabilité de l'agriculture intensive et de l'utilisation des pesticides à grande échelle dans le déclin des pollinisateurs.

¹⁰⁰ Un courant récent d'histoire des sciences considère que l'ignorance peut correspondre à un manque de connaissance délibérément construit. Cette théorie de la construction sociale de l'ignorance appliquée à la science décortique les processus visant à « mobiliser la science pour attaquer la science » (cf Mathias Girel (2017). *Science et territoire de l'ignorance*). Parmi ceux-ci figure la recherche « leurre », qui peut être en partie financée par des lobbies, et qui vise à détourner la recherche vers des sujets moins pertinents. Les résultats scientifiques peuvent également faire l'objet de remises en cause systématiques, qui les décrédibilisent, déstabilisent la décision politique et tendent à l'ajourner sous le prétexte de la nécessité de recherches supplémentaires. Cette stratégie s'avère souvent efficace. Ainsi, les néonicotinoïdes ont été mis sur le marché européen au début des années 1990. Très rapidement, les apiculteurs ont constaté une surmortalité des abeilles situées à proximité des cultures traitées aux néonicotinoïdes. Néanmoins, il a fallu attendre septembre 2018 pour que l'utilisation de produits phytopharmaceutiques contenant des néonicotinoïdes soit interdite en France. La loi du 14 décembre 2020 relative aux conditions de mise sur le marché de certains produits phytopharmaceutiques en cas de danger sanitaire pour les betteraves sucrières a réautorisé leur usage jusqu'en 2023 pour les cultures de betteraves sucrières menacées par le virus

de la jaunisse. Au niveau européen, seuls trois néonicotinoïdes sont interdits depuis 2018. Par une décision du 6 mai 2021, la Cour de justice de l'Union européenne a définitivement validé cette interdiction qui avait été attaquée en justice par Bayer.

¹⁰¹ La directive « habitats, flore, faune » précitée date de 1992.

¹⁰² 64 espèces d'insectes sont protégées en France métropolitaine et 8 en Outre-mer.

¹⁰³ Ainsi, dans son référé n° S2019-2659 sur le bilan des plans Écophyto, la Cour des comptes conclut qu'en dépit d'une décennie d'actions mobilisant des fonds publics importants, les effets des plans Écophyto demeurent très en deçà des objectifs fixés. L'Union européenne, par le biais de Natura 2000, a mis en place un réseau de sites essentiels de reproduction et de repos pour les espèces rares et menacées. Ces aires protégées couvrent 18 % de la surface de l'Europe. Néanmoins, une étude a montré que la création de ces zones protégées ne permet pas de contrer le déclin de certains insectes. Cf Rada et al (2019). Protected areas do not mitigate biodiversity declines : a case study on butterflies. Diversity and Distribution : en 11 ans, ces zones ont vu un déclin global des papillons de 10 %.

¹⁰⁴ 10,21 milliards d'euros par an pour la France sur la période 2021-2027, à mettre en relation avec les 47 millions d'euros annuels pour le plan Écophyto.

¹⁰⁵ En 2020, la Cour des comptes européenne a dressé un bilan des crédits consacrés à la PAC entre 2014 et 2020. Elle a constaté que la majeure partie des fonds de la PAC a eu un impact positif limité sur la biodiversité. En effet, la plupart des paiements directs ne contribuent pas à la préservation ou à l'amélioration de la biodiversité des terres agricoles. Le régime de sanctions liées à la conditionnalité n'a pas d'incidence manifeste sur la biodiversité des terres agricoles. Le potentiel offert par le verdissement pour améliorer la biodiversité n'est pas suffisamment exploité. (cf Rapport spécial. Biodiversité des terres agricoles : la contribution de la PAC n'a pas permis d'enrayer le déclin). La PAC a donc fait l'objet d'une réforme en 2021 visant, notamment, à optimiser sa contribution aux objectifs de développement durable. Dans ce cadre, le pourcentage dédié aux écorégimes (qui remplacent le paiement vert) est fixé à 25 % du budget du premier pilier. 35 % du budget du second pilier sont fléchés sur l'environnement et le climat.

¹⁰⁶ Dans le cadre de son « Pacte Vert pour L'Europe », la Commission européenne a proposé le 20 mai 2020 deux stratégies « Biodiversité à l'horizon 2030 » et « De la ferme à la table ». Cette dernière fixe plusieurs objectifs concernant notamment l'utilisation des intrants et le développement de l'agriculture biologique à l'échelle européenne : 25% de surfaces agricoles en agriculture biologique d'ici 2030 ; réduction de 50% de l'utilisation des pesticides chimiques, notamment des pesticides les plus dangereux d'ici à 2030.

¹⁰⁷ Il faut passer d'une logique de subvention à une logique de paiement pour la conservation des écosystèmes par les agriculteurs.

¹⁰⁸ Ce plan a vocation à définir les interventions et les modalités de mise en œuvre de la politique agricole commune au niveau national. Au moment de la rédaction de cette note, il n'a toujours pas été publié et son élaboration suscite de fortes tensions entre le Gouvernement, les associations environnementales et les syndicats agricoles.

¹⁰⁹ La baisse des crédits du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural (CASDAR) va donc à l'encontre de la politique de transition agroécologique menée par les pouvoirs publics.

¹¹⁰ Plusieurs expériences de réduction puis d'arrêt des pesticides ont démontré qu'elles s'accompagnaient d'un retour des pollinisateurs et des auxiliaires de culture permettant d'augmenter la production agricole et l'augmentation du revenu des agriculteurs.

¹¹¹ Les agriculteurs doivent garantir des rendements élevés à des prix bas dans le respect de l'environnement et en s'assurant un revenu équitable.

¹¹² Laurence Guichard et al (2017). Le plan Écophyto de réduction d'usage des pesticides en France : décryptage d'un échec et raisons d'espérer. Cahiers Agricultures. Le mécanisme sous-jacent au verrouillage sociotechnique est que plus une technologie est adoptée, plus elle devient attractive et performante. La réduction des pesticides se heurte en fait à une organisation collective extrêmement robuste et cohérente de l'agriculture, de ses filières et de sa recherche-développement.

¹¹³ Meynard (2012). Innovating in cropping and farming systems (chapter 5) in Coudel et al. Renewing innovation systems in agriculture and food : how to go towards more sustainability? Le verrouillage s'exerce dans de multiples dimensions :

- au plan économique : l'amortissement des installations industrielles pousse à la spécialisation régionale des productions et au rejet des solutions techniques qui pourraient entraîner une baisse de la production, comme les itinéraires techniques à bas intrants ;
- au plan social : aucune organisation n'a de légitimité pour organiser, au niveau des territoires, la gestion collective que requièrent certaines alternatives aux pesticides (aménagement paysagers pour amplifier certaines fonctions écologiques de régulation par les auxiliaires, diversité des assolements pour limiter la prolifération des parasites, etc. En outre, il est plus risqué, pour la crédibilité d'un conseiller agricole, de se tromper en disant de ne pas traiter alors que cela serait nécessaire, qu'en conseillant de traiter alors que ce ne serait pas nécessaire;
- au plan cognitif : la familiarité des solutions simples (à chaque problème, un intrant) n'incite pas agriculteurs et conseillers à s'approprier les méthodes agronomiques préventives, vécues comme hasardeuses, ce qui conduit de fait à une perte de compétence en ce qui concerne les solutions traditionnelles (rotations, semis différés, etc.) ;
- au plan culturel : le prestige du rendement élevé et de la représentation collective du « beau champ » (très vert et homogène) chez l'agriculteurs ainsi que du « beau fruit » (sans défauts extérieurs) chez les consommateurs, renforcent la dépendance aux pesticides ;
- au plan réglementaire : les autorisations de vente, accordées essentiellement aux variétés pures, font qu'un agriculteur ne peut trouver sur le marché des semences d'associations végétales ; la normalisation de la qualité des fruits privilégie une absence de défauts de l'épiderme impossible à atteindre sans pesticides.

¹¹⁴ La réduction des intrants doit être élevée (30 à 50 %) pour être efficace et ses effets sur la diversité prennent du temps : jusqu'à 10 ans pour restaurer la biodiversité de sols dégradés.

¹¹⁵ Transformateurs, distributeurs, consommateurs

¹¹⁶ Au niveau politique, l'action publique doit être cohérente et les plans élaborés dans les différents ministères (plan nitrates, plan sur les pollinisateurs, plan stratégique national, etc.) doivent tous faire de la lutte contre le déclin de la biodiversité une priorité. Au niveau réglementaire, il est d'autant plus indispensable de renforcer la réglementation sur l'évaluation des risques des produits phytopharmaceutiques qu'il est ensuite particulièrement difficile de revenir en arrière, comme l'a montré l'exemple des néonicotinoïdes. Par ailleurs, les agriculteurs doivent trouver un intérêt économique dans la transition agroécologique. Cela passe par une diffusion des bonnes pratiques qui ont montré scientifiquement que la réduction des intrants ne s'accompagne pas de baisse de rendement et de revenu. Mais cela nécessite également une mobilisation simultanée et coordonnée de tous les acteurs en aval de l'agriculture (transformateurs, distributeurs, consommateurs), notamment afin que les variétés produites par les agriculteurs trouvent un marché. Cela exige aussi une révision des cahiers des charges des accords de filière afin de laisser aux agriculteurs une plus grande marge de manœuvre en matière de qualité, de niveau de rendement, etc. Cela nécessite par ailleurs d'anticiper et de contrer les distorsions de concurrence susceptibles d'avoir un impact négatif sur les filières les plus vulnérables en raison des différences de réglementation selon les pays. En outre, cela implique le développement de mécanismes permettant d'amortir les risques et les pertes afin de pallier l'effet assurantiel des néonicotinoïdes. Au niveau scientifique, toute modification réglementaire doit être anticipée par des projets de recherche commissionnés afin de ne pas laisser les agriculteurs sans alternative au moment de l'interdiction d'un produit. De manière plus générale, la lutte contre le déclin des insectes passe par un renforcement des financements accordés à la recherche à la fois pour mieux connaître et surveiller le déclin des insectes (établir la liste rouge des abeilles et des syrphes, maintenir les compétences taxonomiques, développer des méthodes d'évaluation fiables) et pour adopter un mode d'exploitation plus respectueux de l'environnement (développement d'alternatives à l'agriculture intensive sur un ensemble élargi de cultures, diversification des systèmes culturaux, développement de variétés résistantes aux ravageurs et aux maladies, promotion de la lutte intégrée contre les ravageurs, amélioration des rendements de l'agriculture biologique).

Personnes consultées

Mme Ingrid Arnault, ingénieur de recherche, chercheur associé à l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), UMR CNRS 7261, Université de Tours

M. Benjamin Balique, conseiller forêt, agroécologie et biodiversité, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

M. Luc Belzunces, directeur de recherche, unité de recherche 406 Abeilles & Environnement, INRAE

M. Stéphane Boyer, professeur, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Université de Tours

M. Vincent Bretagnolle, directeur de recherche, centre d'études biologiques de Chizé, CNRS

Mme Hélène Budzinski, directeur de recherche, unité mixte de recherche CNRS 5805 EPOC – OASU

M. Jérôme Casas, professeur de classe exceptionnelle, membre honoraire de l'Institut Universitaire de France, Université de Tours

M. Jérôme Coppalle, sous-directeur de l'enseignement supérieur, sous-direction de la recherche, de l'innovation et de la coopération internationale, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

Mme Adeline Croyère, sous-directrice des politiques de formation et d'éducation, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

M. Axel Decourtye, directeur de l'Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation (ITSAP) et responsable de l'unité mixte technologique Protection des abeilles dans l'environnement

M. François Dedieu, chargé de recherche en sociologie, INRAE, Laboratoire Interdisciplinaire Sciences Innovations Sociétés (LISIS)

M. Philippe Grandcolas, directeur de l'Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité, CNRS & Muséum national d'Histoire naturelle

M. Mickaël Henry, directeur de l'unité de recherche 406 Abeilles et Environnement, INRAE

M. Hervé Jactel, directeur de recherche, unité mixte de recherche BIOGECO, INRAE

M. Jérôme Jullien, expert national en surveillance biologique du territoire, horticulture, jardins et espaces verts, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (DGAL)

M. Sylvain Lafarge, président, Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation (ITSAP)

M. Yves Le Conte, directeur de recherche, unité de recherche 406 Abeilles et environnement, INRAE

M. Carlos Lopez Vaamonde, chargé de recherche, entomologiste, INRAE (Orléans) & Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Université de Tours

Mme Marie-Laure Metayer, adjointe au directeur de l'eau et de la biodiversité, Ministère de la transition écologique

M. Sylvain Pincebourde, directeur de recherche, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), CNRS

M. Rémi Proust, chef du bureau du développement agricole et des partenariats pour l'innovation, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (DGER)

M. Pierre-Adrien Romon, conseiller innovation, santé des végétaux, sortie de la dépendance aux produits phytosanitaires, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

M. Antoine Roulet, adjoint au chef du bureau changement climatique et biodiversité, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (DGPE)

M. Bertrand Schatz, directeur de recherche au CNRS et directeur du groupement de recherche Pollinéco (POLLINisation, réseaux d'interaction et fonctionnalité des ÉCOsystèmes)

M. Cédric Sourdeau, expert national pollinisateurs et pollinisation, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (DGAL)

M. Adam J. Vanbergen, directeur de recherche, agroécologie (AgroSup Dijon, INRAE, Université Bourgogne Franche-Comté, Dijon)

M. Cyril Vidau, écotoxicologue, Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation (ITSAP)