Pollinisation, fertilité des sols, régulation des ravageurs : les pesticides peuvent-ils affecter les mécanismes naturels dont dépend notre agriculture ?

La question

Les pesticides sont principalement utilisés pour protéger les cultures et assurer la production agricole. Lorsqu'on parle de leurs effets, on pense d'abord à notre santé : ce que l'on mange, à l'exposition des agriculteurs ou à celle des riverains. Pourtant, les pesticides affectent aussi de nombreux organismes qui vivent dans les sols, les cours d'eau et les milieux agricoles. Certains jouent un rôle essentiel : entretenir la fertilité des sols, polliniser, limiter les ravageurs. Les effets de nombreux pesticides sur ces organismes sont aujourd'hui documentés. En cherchant à protéger les cultures et à assurer notre alimentation, sommes-nous aussi en train d'affaiblir des mécanismes naturels dont elle dépend et d'autres bénéfices que la nature nous apporte ? Que sait-on de ces effets et de leurs conséquences ?

À retenir

La contamination de l'environnement par les pesticides fragilise indirectement l'agriculture et notre cadre de vie, via les perturbations des écosystèmes et de leurs mécanismes de régulation. Les données sont robustes pour le premier maillon de cette chaîne : dans les espaces agricoles en France, les pesticides sont impliqués dans le déclin des petits animaux terrestres et aquatiques (dont des insectes pollinisateurs et des prédateurs naturels des ravageurs) et des oiseaux. Ces atteintes perturbent des fonctions écologiques (décomposition, recyclage des nutriments) et portent préjudice aux services dont nous dépendons (pollinisation, régulation des ravageurs, qualité des sols). Mais ces conséquences ne sont connues que pour un petit nombre de services, et les connaissances disponibles ne permettent pas toujours d'en estimer l'ampleur, ni la part propre des pesticides. Face à cette incertitude, la littérature scientifique souligne que préserver ces services suppose de limiter autant que possible la pression exercée par les pesticides à travers les pratiques agricoles.

La position la plus conforme à l'état des connaissances est la suivante :

1. Dans les espaces agricoles de France hexagonale, les pesticides sont fortement impliqués dans le déclin des petits animaux (insectes, vers de terre, crustacés des rivières, etc.), dont des pollinisateurs et des prédateurs des ravageurs, ainsi que d'oiseaux.
2. À l'échelle mondiale, les scientifiques identifient les pollutions, dont celles liées aux pesticides, comme le troisième facteur de déclin de la biodiversité en eau douce et le

quatrième sur terre et en mer (IPBES). Cette hiérarchie peut varier selon les milieux et les contextes locaux.

3. Plusieurs mécanismes sont en cause. En éliminant les organismes nuisibles aux cultures, les pesticides peuvent aussi nuire aux espèces utiles aux cultures, comme les pollinisateurs ou les prédateurs naturels des ravageurs. Leur utilisation répétée peut également favoriser l'apparition de ravageurs résistants aux traitements, qui deviennent alors plus difficiles à contrôler. Enfin, le recours aux pesticides peut conduire à délaisser des stratégies préventives contre les ravageurs, qui exercent une moindre pression sur la biodiversité.
4. La biodiversité soutient des services essentiels dont nous dépendons : la production alimentaire (pollinisation, régulation des ravageurs, fertilité des sols), la qualité de l'eau, le stockage du carbone, mais aussi des loisirs comme la pêche ou la promenade. Préserver ces services suppose de tendre vers une réduction maximale de la pression exercée par les pesticides dans les pratiques agricoles.
5. Ce qui reste à préciser n'est pas l'existence des atteintes aux organismes, déjà bien documentées, mais leurs conséquences : l'ampleur et le délai des pertes de services pour l'humain et l'agriculture, et surtout l'effet final sur notre santé et notre cadre de vie, encore peu quantifié. Il faut aussi encore mieux mesurer la part des pesticides parmi les autres pressions (habitats détruits, changement du climat) et mieux connaître les effets des substances récentes.

Ce qui est solidement établi

- La biodiversité ne se résume pas au nombre d'espèces présentes. Elle englobe aussi la diversité génétique au sein des espèces, les interactions entre les organismes, le fonctionnement des écosystèmes et les équilibres écologiques qui en dépendent.
- La biodiversité n'est jamais figée : elle évolue en permanence sous l'influence de nombreux facteurs, certains liés au vivant (maladies, prédateurs, espèces invasives), d'autres non (climat, pollution et pesticides, destruction des habitats). Il est difficile de savoir ce qui revient à chacun, d'autant que ces facteurs ne s'additionnent pas simplement : ils peuvent s'influencer entre eux, mais aussi se moduler, c'est-à-dire que l'effet de l'un change selon la présence des autres.
    - Par exemple, la pollution par les pesticides peut abîmer les habitats des espèces, et le réchauffement climatique peut aider certaines espèces invasives à s'y développer. Il faut retenir qu'un déclin observé n'a presque jamais une seule cause, ce qui n'empêche pas les pesticides d'en faire partie.
- L'ampleur des effets des pesticides dépend de l'exposition et de l'espèce. Les impacts varient selon les substances (une ou plusieurs), leur toxicité, la répétition et l'intensité des traitements, et la sensibilité de chaque espèce.
- Les connaissances disponibles permettent d'identifier des situations qui entraînent le plus souvent des dommages pour la biodiversité : lorsque les pesticides sont appliqués de manière répétée, dans des conditions défavorables (vent fort, air chaud et sec, sol très sec ou détrempé, sol peu perméable, pluie forte ou irrigation juste après le traitement), ne

laissant pas aux organismes non ciblés le temps de se rétablir. Ces dommages sont favorisés par l'absence de zones refuges au sein et autour des parcelles.

- Les pesticides n'agissent pas seulement sur les espèces visées, et leur contamination ne s'arrête pas aux terres cultivées, même si les effets sont surtout démontrés dans les zones agricoles. Leurs effets se propagent en chaîne de deux façons principales : par la contamination, qui peut se transmettre le long de certaines chaînes alimentaires (par exemple quand un prédateur mange des proies contaminées), et par la disparition d'une espèce ou d'une plante, qui touche celles qui en dépendent. Ces conséquences peuvent apparaître bien plus tard ou plus loin que le lieu du traitement, à différentes échelles de temps et d'espace, de la parcelle à des régions entières.
    - Les petits animaux non ciblés par les pesticides (insectes pollinisateurs, carabes, araignées, vers de terre, etc.) peuvent être affectés directement, par intoxication, ou indirectement, lorsqu'ils sont privés de nourriture ou d'abris. Dans les cours d'eau agricoles à l'échelle européenne, il est estimé que les contaminations en pesticides induisent des pertes allant jusqu'à 40 % du nombre d'espèces des petits animaux de rivière.
    - Pour les oiseaux (non ciblés), les pesticides sont l'un des facteurs majeurs du déclin de leur abondance et de leur diversité en milieu agricole, avec l'intensification de l'agriculture et la simplification des paysages. Les effets sont principalement directs chez ceux qui se nourrissent de graines, en raison de la toxicité des graines traitées qu'ils ingèrent. Chez ceux qui se nourrissent d'insectes, les effets sont surtout indirects : ils trouvent moins de proies pour se nourrir. Les néonicotinoïdes sont particulièrement mis en cause dans le déclin de ces deux types d'oiseaux.
    - Les amphibiens (grenouilles, crapauds, salamandres, etc.), non ciblés par les pesticides, sont également affectés. Leur déclin a été associé à des maladies très répandues que les pesticides pourraient favoriser. Les amphibiens y sont particulièrement sensibles : leur peau perméable, contrairement à celle des mammifères ou des reptiles, ne constitue pas une barrière efficace contre les pesticides et autres polluants.
    - Chez les mammifères, non visés également, des études ont mis en évidence la présence de résidus de pesticides dans leur corps et ont montré que ces substances peuvent perturber le fonctionnement de l'organisme, notamment en affectant le système hormonal. Toutefois, aucune étude n'a démontré à ce jour une diminution des effectifs de ces populations en conséquence.
- La capacité des pesticides à agir uniquement sur un nombre limité d'espèces est donc souvent remise en question à plus long terme, lorsque des effets non intentionnels sur d'autres espèces, qui n'avaient pas été anticipés lors de la mise en marché, sont mis en évidence.
    - Par exemple, pour les organismes terrestres et aquatiques, on sait aujourd'hui que les effets non mortels des pesticides, directs ou indirects, sont majeurs. Ils étaient pourtant encore peu étudiés il y a vingt ans. On sait maintenant qu'ils peuvent perturber l'orientation, les capacités de vol, la reproduction ou les défenses

naturelles contre les maladies. Certains pesticides peuvent également affecter les microorganismes présents dans l'organisme ou perturber le fonctionnement hormonal.
    - L'interdiction de substances entraîne généralement une diminution progressive de la contamination et des effets associés, sans toutefois les faire complètement disparaître (délais variables suivant les substances, les milieux et les zones étudiées).
- La dynamique de déclin des populations d'invertébrés terrestres et aquatiques et d'oiseaux est observée depuis plusieurs décennies, et un ensemble robuste de résultats montre l'implication des pesticides.
- La biodiversité des zones agricoles s'en trouve donc fragilisée, mais il ne s'agit pas de la disparition de la biodiversité dans son ensemble : la vie continuerait d'évoluer et de se diversifier, mais sur des durées sans commune mesure avec celles des sociétés humaines. Ce que nous risquons de perdre, ce sont plutôt des espèces et des mécanismes naturels complexes dont nous dépendons : des insectes qui pollinisent les cultures, des prédateurs qui limitent les ravageurs, des sols vivants qui recyclent la matière organique.
- Les scientifiques utilisent un concept pour décrire cette dépendance : les services écosystémiques. Le terme est centré sur l'humain : il s'agit de services pour *nous*, les bénéfices que les humains retirent du fonctionnement de la nature. On les range en trois grandes catégories.
    - Les services d'approvisionnement : ce que la nature nous fournit directement (nourriture, bois, eau).
    - Les services de régulation et de maintien : ce qu'elle assure en régulant des processus naturels (pollinisation des cultures, contrôle des ravageurs et de certaines maladies, qualité des sols et de l'eau, stockage du carbone).
    - Les services culturels : les liens immatériels que nous entretenons avec elle (loisirs, promenade, pêche, paysages).
- La science n'a encore étudié ces conséquences que pour un nombre limité de services ; les effets documentés sont :
    - Pour la production végétale alimentaire
        - L'effet est positif à court terme car les cultures sont protégées des ravageurs et maladies par les pesticides.
        - À plus long terme, la littérature suggère un effet négatif des pesticides sur ce service, mais la temporalité reste à étayer. Les rares études chiffrées (citron en Espagne, tomate en Italie) concluent à l'intérêt d'un usage limité de pesticides pour pouvoir maintenir la production, combiné à d'autres pratiques comme des zones de végétation refuges. La pêche peut aussi être affectée négativement par les pesticides, d'après une étude sur trois milieux côtiers australiens.
    - Pour la pollinisation
        - La pollinisation par les abeilles et d'autres insectes est indispensable à certaines productions agricoles. C'est l'un des services de la nature les plus

étudiés, et il peut améliorer le rendement et la qualité des produits (apparence, qualité nutritionnelle, durée de conservation).
        - Les insecticides, surtout les néonicotinoïdes, affectent les pollinisateurs (confiance élevée), et donc la pollinisation (confiance moyenne). Plusieurs études, dans différentes régions et sur différentes cultures, le montrent par toxicité directe. Mais peu de travaux mesurent l'effet sur le processus de pollinisation lui-même.
        - Les herbicides agissent indirectement (confiance moyenne) : ils réduisent les ressources florales des pollinisateurs et donc leurs visites sur les cultures.
    - Pour la lutte contre les ravageurs par leurs ennemis naturels
        - Un corpus de travaux s'accorde sur le fait que l'exclusion des prédateurs naturels, notamment du fait de l'utilisation des pesticides, va conduire à une augmentation de la présence de ravageurs dans les cultures dans des proportions qui peuvent être considérables.
        - La part exacte des pesticides est difficile à isoler des autres pratiques agricoles qui leur nuisent aussi (parcelles agrandies, habitats détruits).
    - Pour la régulation et le maintien de la qualité des sols
        - Les résultats s'accordent sur le fait qu'une trop grande quantité de pesticides va induire une dégradation des sols et de la plupart des services qu'ils offrent : la séquestration du carbone, le stockage d'eau, la fertilité et l'apport en nutriments ainsi que l'absorption et la dégradation des polluants.
- La recherche scientifique sur les effets des pesticides sur les êtres vivants se poursuit et permet régulièrement de mettre en évidence de nouveaux mécanismes d'impact.
    - Par exemple, on a découvert des effets qui, sans provoquer directement la mort, perturbent le fonctionnement de l'organisme (systèmes hormonal, nerveux ou immunitaire), ainsi que des effets indirects liés à la raréfaction des ressources alimentaires ou à la dégradation des habitats. Ces avancées montrent que les connaissances actuelles restent évolutives et que la liste des effets connus des pesticides sur la biodiversité ne peut être considérée comme exhaustive ni définitive.
    - Les produits les plus récents sont très concernés par ce manque de connaissances, comme ceux dits de « biocontrôle » (utilisant un être vivant ou une substance d'origine naturelle), que les pouvoirs publics encouragent comme alternative aux pesticides de synthèse. On en sait très peu sur leur présence dans l'environnement et leurs effets sur la nature, et peu d'études les comparent aux pesticides de synthèse. Ils sont en général peu toxiques pour l'environnement, mais « naturel » ne veut pas dire sans effet : deux insecticides naturels (abamectine, spinosad) sont au moins aussi toxiques que leurs équivalents de synthèse, et la coccinelle asiatique, introduite contre des ravageurs, a fait reculer les coccinelles locales.

Référence :

https://hal.inrae.fr/hal-03777257v1/document