

L'ÉTAT DES RECHERCHES EN ÉCOTOXICOLOGIE DES PESTICIDES

par Thierry **CAQUET**¹

L'écotoxicologie étudie le devenir et les effets des substances toxiques dans les écosystèmes : circulation et transformations biogéochimiques ; modalités de contamination des organismes ; mécanismes de pénétration, de distribution, de métabolisation et d'excrétion ; effets sur les organismes ; effets sur les populations, les communautés et les processus écologiques. Les recherches en écotoxicologie ont connu des évolutions très importantes au cours des dernières décennies, que ce soit sur le plan des concepts ou des méthodes. La tendance est identique en ce qui concerne l'écotoxicologie des pesticides, avec dans certains cas un rôle pionnier. Ceci est lié notamment au fait qu'il s'agit de substances destinées à exercer un effet toxique, le plus souvent létal, qui sont répandues de façon intentionnelle dans l'environnement pour atteindre certaines cibles biologiques, ce qui justifie de bien évaluer, à la fois *a priori* et *a posteriori*, le risque associé. De plus, la mise en évidence d'effets non intentionnels sur des organismes non-cibles (pollinisateurs par exemple), voire sur la santé humaine, sont à l'origine d'une forte mobilisation de la recherche vis-à-vis de certaines familles de substances (insecticides néonicotinoïdes par exemple) qui fait écho aux préoccupations croissantes de la société, source aussi de controverses.

Une revue rapide de la littérature permet d'identifier divers fronts de recherche plus ou moins actifs en écotoxicologie des pesticides au niveau national et international :

- Une gamme d'outils qui s'étoffe sans cesse, alimentée par les avancées réalisées dans les domaines de la chimie ou de la biologie, en lien notamment avec la détermination de l'exposome des organismes : méthodes analytiques permettant la détection, l'identification et la quantification des résidus dans des matrices variées, 'omiques' multiples permettant de caractériser les mécanismes générant les effets sur les organismes, approches par les traits biologiques et écologiques ou d'écologie fonctionnelle, analyse des données, etc.
- Des propositions pour élargir la gamme des outils spécifiques à l'écotoxicologie, comme par exemple, des méthodes d'étude et de modélisation de la toxicocinétique et de la toxicodynamique au sein des organismes ou du devenir dans l'environnement, de nouveaux modèles biologiques considérés comme « plus pertinents », de nouveaux critères d'effet ou d'évaluation (biomarqueurs, bioindicateurs) ou bien encore de l'écotoxicité des mélanges.
- La combinaison des développements techniques ('omiques' notamment) et de l'intégration de différents corpus conceptuels a permis l'émergence de domaines tels que l'analyse des effets transgénérationnels, l'écotoxicogénomique ou l'écotoxicologie évolutive.
- Les avancées sont aussi nombreuses dans le domaine des études réalisées en milieu naturel ou reconstitué (micro- ou mésocosmes), au plus près parfois des conditions réelles d'emploi des substances : études *in situ* des effets à long terme, mise en évidence d'effets indirects, analyse de l'influence des facteurs biotiques et abiotiques (en particulier analyse des

¹ INRA, Collège de direction, 147 rue de l'Université, 75007 Paris. Courriel : thierry.caquet@inra.fr

POLLUTIONS ENVIRONNEMENTALES : LE DIAGNOSTIC SCIENTIFIQUESéance du 22 mai 2019

conséquences du changement climatique), approches au niveau des paysages et des écosystèmes, etc. En complément de signalements d'incidents, ces travaux servent à alimenter les démarches de phytopharmacovigilance prises en charge en France par l'ANSES.

- Enfin, comme dans d'autres domaines de la recherche, la ré-analyse de jeux de données à l'aide de nouvelles méthodes ou la réalisation de méta-analyses permettent de consolider les connaissances, voire d'identifier de nouvelles hypothèses à tester.

Des exemples issus de projets de recherche et de publications récentes illustreront certains de ces domaines. Les implications pour l'utilisation des substances en protection des cultures (homologation, conditions d'emploi, ...) seront aussi évoquées.