



Projet de recherche développé avec le soutien financier de l'APR Pesticides du MEDDE, de l'ONEMA (Projet TRAM « Gestion de la Toxicité en zone Ramsar » Ecophyto 2018) et du programme ARPE Laboratoire de la Région Languedoc Roussillon.

L'Indicateur de Risque de Toxicité Humaine (IRTH)

Le Grusse Philippe (1), Mandart Elisabeth (1, 3), Ayadi Habiba (1, 2) Fabre Jacques (4)

(1) CIHEAM-IAMM : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier cedex 5 - ayadi@iamm.fr; (2) UM3, Route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5 ; (3) CNRS, 1919 Route de Mende 34293 Montpellier cedex 5 ; (4) Diataé, 3191 Route de Mende, 34093 Montpellier cedex 5 .

La France est le quatrième consommateur mondial de phytosanitaires et se situe au premier rang au niveau européen. L'agriculture à elle seule représente 90 % de ces utilisations. Des études faites par l'IFEN (1) font état d'une contamination des masses d'eaux souterraines (sur 61% des points de mesures) et de surface (sur 96% des points de mesure) par une ou plusieurs substances phytosanitaires. D'autres études ont montré que les molécules phytosanitaires sont une cause de disparition d'espèces animales et végétales de grand intérêt écologique, telles que les abeilles domestiques (2). Par ailleurs les phytosanitaires sont à l'origine d'un grand nombre d'intoxications aiguës et chroniques pour l'homme (3). Pour mener une politique de prévention des risques dus à l'emploi de produits phytosanitaires, il est nécessaire de disposer de critères d'évaluation de ces risques phytosanitaires. Les politiques actuelles de réduction des produits phytosanitaires en France, tel que le Plan Ecophyto 2018, utilisent essentiellement des indicateurs « de pression » dont l'Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT), le Nombre de Doses Unités (NODU) et l'indicateur « Quantité de Substances Actives » (QSA) (4). Ce type d'indicateurs basé sur la pression par quantité de phytosanitaire ne reflète pas les risques liés à la toxicité des produits sur la santé humaine et l'environnement et n'intègre pas la gestion spatiale des systèmes de production permettant de pondérer les risques. En complément aux indicateurs de pression, il existe des indicateurs dits d'impacts qui ont été développés pour permettre d'évaluer les risques des pesticides sur l'environnement. L'état des lieux des indicateurs disponibles a montré que la majorité des indicateurs environnementaux développés sont calculés à partir d'une charge de phytosanitaires et ne tiennent pas compte de la spécificité des matières actives et de leur toxicité (5) ; D'autres travaux sont orientés vers des indicateurs spécifiques à un seul organisme non-cible ou à un seul compartiment naturel (6). La littérature montre ainsi le manque d'indicateurs globaux (prenant en compte les risques sur la santé humaine et la biodiversité, la mobilité, la persistance dans le sol, la bioaccumulation...), génériques, simples et modulables. Notre équipe de recherche est spécialisée sur la construction de modèles de fonctionnement des systèmes de production agricoles destinés à l'aide à la décision au niveau de l'exploitation agricole et de la région agricole. Ces modèles technico-économiques couplés avec des modèles biophysiques ont intégré depuis une quinzaine d'années des analyses d'impact environnemental, notamment pour la gestion de la ressource en eau, et de la pollution diffuse par les nitrates (7,8,9). La modélisation est un outil qui est utile pour traiter d'une part les interactions entre usages (et entre usagers) et d'autre part les phénomènes concernant de grandes étendues ou de longues périodes de temps, échelles auxquelles l'expérimentation est difficile. Ces modèles sont toujours conçus pour être utilisés dans le cadre de démarches participatives avec des producteurs. Ayant intégré dans nos « outils d'aide à la décision » les problèmes de pollution diffuse causés par les nitrates, la question de la gestion des pratiques phytosanitaires est très vite apparue comme une question incontournable dans le processus de décision

des exploitants agricoles. Pour pouvoir simuler différents scénarios de pratiques agricoles prenant en compte à la fois la viabilité économique des exploitations, la durabilité écologique et l'équité sociale au niveau d'un territoire, il est indispensable de disposer d'instruments de mesure génériques et synthétiques. Ainsi, l'objectif de développer un outil d'aide à la réflexion et à la décision intégrant les pratiques phytosanitaires nous a conduit à développer, en se basant essentiellement sur des travaux Norvégiens¹ et Québécois², des indicateurs synthétiques permettant d'évaluer les risques phytosanitaires au niveau de la santé humaine (IRTH) et au niveau environnemental (IRTE).

L'IRTH (Indicateur de Risque de Toxicité sur la santé Humaine) est un indicateur à notation, générique et modulable suivant le cas d'application. Le but de cet indicateur est de définir un indice de risque de santé qui représente « le risque potentiel d'une matière active contenue dans une préparation commerciale donnée et selon son utilisation » (Samuel et al, 2007) (10). Il évalue les toxicités aiguë et chronique des produits phytosanitaires en considérant les propriétés physico-chimiques et toxicologiques des matières actives. Il exprime aussi le risque associé à l'utilisation du produit en considérant l'exposition liée au type de formulation, au milieu et à la technique d'application.

L'indicateur se calcule en deux phases. La première consiste à évaluer un indice de risque de toxicité (IRT) liée aux matières actives en tenant compte des propriétés physicochimiques, des phrases de risque associées aux matières actives et d'un classement de leur niveau de toxicité au niveau aigu et chronique.

- la toxicité aiguë par voie orale, cutanée et par inhalation représentée par les DL₅₀ orale ou cutanée et CL₅₀ (DL₅₀ et CL₅₀: Dose Létale et Concentration Létale entraînant la mort de 50 % d'une population animale expérimentale) ainsi que les irritations cutanée, oculaire et respiratoire
- la toxicité chronique (risques liés au cancer, à la reproduction et au développement, la neurotoxicité et les perturbateurs endocriniens...),
- Facteur de persistance (FPer) tenant compte de la demi-vie des molécules et de leur bioaccumulation dans les tissus vivants.

Ces données sont issues de la base Footprint³ et des phrases de risques issues des dossiers d'homologation

L'indice de risque toxicologique d'une matière active est donc défini selon la formule suivante

$$IRT_{ma} = [\text{Toxicité aiguë} + (\text{Toxicité chronique} \times \text{Facteur de persistance})]^2$$

La deuxième phase correspond à la pondération de l'indice de risque toxicologique des matières actives par différents facteurs liés à la préparation commerciale et son application. Pour chaque valeur calculée, un coefficient est attribué.

- Facteur de formulation (FPf)

C'est un facteur qui donne une importance en matière d'exposition. Selon le type de formulation, les produits phytosanitaires peuvent se répartir en deux groupes : ceux à risque d'exposition moindre (produits sous forme solide non volatil) et ceux à risque d'exposition plus élevé (produit liquide ou solide volatil).

- Facteur de compensation (FCP)

La concentration de la matière active dans la préparation commerciale ainsi que la dose appliquée représentent des éléments importants de modulation du niveau de risque d'exposition. Il est donc nécessaire de tenir compte de ces variables dans le calcul du risque. Ce facteur de compensation (FCP) est déterminé à partir de la dose appliquée par l'agriculteur et de la concentration de la matière active dans le produit.

¹http://landbrukstilsynet.mattilsynet.no/dokument_eng.cfm?m_id=201&d_id=1221/

²<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/>, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/>, <http://www.inspq.qc.ca/>

³La FOOTPRINT PPDB est une base de données sur les propriétés physico-chimiques, écotoxicologiques et toxicologiques des pesticides. Les données contenues dans cette base sont accessibles en ligne. Cette base de données est issue du projet de recherche FOOTPRINT (Functional TOols for Pesticide Risk Assessment and management) qui a été cofinancé par la Commission Européenne <http://www.eu-footprint.org/fr/>. Cette base de données (PPDB Pesticide Properties Database) est maintenue et distribuée par l'Université Anglaise de Hertfordshire.

- Facteur lié à la technique et/ou lieu d'application (FPa)

A l'échelle de l'exploitation agricole, les informations nécessaires à l'intégration d'un facteur d'ajustement lié à la technique et/ou le lieu d'application (FPa) sont facilement accessibles. Trois niveaux de risque sont alors considérés, selon le type de pulvérisateur (système antidérive ou non) et le type d'application ; en hauteur (arboriculture), vers le sol (grandes cultures, maraichages...) ou produit incorporé.

L'indicateur de risque de toxicité pour la santé humaine d'un produit phytosanitaire est égal à :

$$IRTH_{\text{ma produit}} = IRT_{\text{ma}} \times FPf \times FCP \times FPa$$

Dans le cas où le produit phytosanitaire contient plusieurs matières actives, l'IRTH du produit est égal à la somme des IRTH des matières actives présentes dans la préparation commerciale

$$IRTH_{\text{produit}} = \sum IRTH_{\text{ma produit}}$$

Pour automatiser les calculs de ces deux indicateurs, un logiciel de calcul « EToPhy »⁴ a été développé dans le cadre d'un partenariat entre le CIHEAM-IAMM, le CNRS et la société Diataé.



Ces indicateurs sont ensuite introduits comme des paramètres dans nos outils interactifs d'aide à la réflexion. Les leviers de gestion envisageables sont multiples ; comme la gestion de l'alternance des produits phytosanitaires, le choix des produits en fonction de la vulnérabilité du milieu et du type de culture, le choix des cultures en fonction de cette vulnérabilité, la gestion raisonnée dans le temps de l'exposition aux divers risques de toxicité pour la santé humaine que pour différents compartiments de l'environnement. Tout ceci est fait en prenant en compte des aléas (conditions climatiques, prolifération des ravageurs...) et sous contrainte de viabilité économique. Dans le cadre du démarrage d'une coopération avec le Dr Ben Brick et son équipe du CHU de Poitiers, l'IRTH a été désagrégé en sous indicateurs par type de toxicité chronique analysée. Une première expérimentation est actuellement en cours pour l'évaluation avec l'IRTH et ses sous indicateurs des niveaux d'exposition auxquels auraient été soumis durant leur carrière des agriculteurs atteints aujourd'hui de la maladie de Parkinson. Ces analyses pourraient peut être à l'avenir permettre d'évaluer les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les producteurs en fonction de leurs pratiques.

Références bibliographiques :

- (1) IFEN (2007) - Les pesticides dans les eaux : Données 2005. Les dossiers Ifen, 9.
- (2) Réseau d'Avertissements Phytosanitaires (RAP), 2009 - Protégeons les abeilles des pesticides. Bulletin d'information; Ordre Général N°02- 12 juin 2009 : <http://agrireseau.qc.ca/rap>.
- (3) Costello S, 2008 - Department of Environmental Health Sciences, School of Public Health, University of California, Berkeley. Sept 2008, p 5
- (4) Rosenwald F., Baschet J.F, Pingault N, 2009 - La réduction des usages de pesticides : le plan Ecophyto 2018. Le rôle des indicateurs d'utilisation pour évaluer l'atteinte des objectifs ; PROSPECTIVE ET ÉVALUATION Analyse N° 4 Février 2009

⁴Logiciel EToPhy dépôt APP n° IDDN.FR.001.060017.000.D.C.2011.000.31500

- (5) Zahm, F., F. Vernier, F. Saudubray, C. Peyrey, K. Petit, C. Bockstaller, P. Girardin, Hubert, A., , and J.P. Da Costa. 2007 - Evaluation des modules « eaux de surface » de quatre indicateurs phytosanitaires (ADSCOR, EIQ, EPRIP, I-PHY) en bassin viticole : premiers résultats issus d'un test appliqué aux pratiques phytosanitaires du bassin du Ruiné (Charente).
- (6) Devillers, J., R. Farret, P. Girardin, J.-L. Rivière, and G. Soulias. 2005 - Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides Ed Tec et Doc
- (7) Le Bars M., Le Grusse Ph., Albouchi L, (2012). AquaFej: A simulation game to improve collective water sharing rules: application in Central Tunisia, International Journal of Sustainable Development, In Press.
- (8) Le Grusse P., Mailhol J.-C., Bouaziz A., Zaïri A., Raki M., Chabaca M., Djebbara M., Ruelle P. (2009). Indicators and framework for analysing the technical and economic performance of irrigation systems at farm level. Irrigation and Drainage, 2009/07, vol. 58, n. 3, p. 307-319. <http://dx.doi.org/10.1002/ird.532>.
- (9) Le Grusse Ph, Belouhchette H., Le Bars M., Carmona G., Attonaty J.M. 2006 - Participative modelling to help collective decision - making in water allocation and nitrogen pollution. Application to the case of the Aveyron-Lère Basin. In International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology (IJARGE) ,02 2006.
- (10)Samuel, O., Dion, S., ST-Laurent, L., April, M.-H., 2007- Indicateur de risque des pesticides du Québec – IRPeQ – Santé et environnement Québec : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation/ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs/Institut national de santé publique du Québec, 44 p. <http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/602-IndicateurDeRisqueDesPesticides.pdf> .