LA DÉGRADATION ABIOTIQUE DES PESTICIDES. CARACTÉRISTIQUES ET CONSÉQUENCES EN MATIÈRE DE GESTION ET DE BIOREMÉDIATION

par Camille-Michel **Coste**[1]

L'origine organo-minérale des sols et la présence naturelle d'eau sous des formes moléculaires plus ou moins réactives et surtout la poly-fonctionnalité des substances pesticides actuelles expliquent l'importance aujourd'hui de la voie abiotique dans la dégradation des pesticides dans les sols.

Néanmoins, la difficulté majeure réside dans la différenciation des deux voies de transformation de la molécule pesticide, la voie physico-chimique et la voie biologique, les méthodes de stérilisation des sols ayant montré leurs limites. Nous avons trouvé très tôt (1986) dans une étude sur le propyzamide (herbicide Kerb) que l'autoclavage du sol entraînait une perte de plus de 60% de la capacité de dégradation du sol par voie physico-chimique. Nous avons alors opté pour une approche thermochimique et cinétique de l'interaction pesticides-sol (utilisation de l'équation d'Arrhénius sur une gamme de températures comprises entre 15 et 70°C, détermination des paramètres énergie d'activation Ea* et entropie ΔS^*). Cela revenait à considérer globalement le sol frais comme un réactif complexe mais unique et l'interaction pesticide-sol comme une réaction chimique simple. Cette approche reposait également sur l'identification d'un plus grand nombre d'intermédiaires réactionnels.

Nous avons appliqué ces conditions d'expérimentation à plusieurs familles chimiques de pesticides. Avec les travaux sur la dégradation du propyzamide que nous citerons comme modèle, nous présenterons les résultats obtenus dans les études de la dégradation abiotique de l'isoxaflutole-IFT (herbicide Emerode et Merlin), de l'iprodione (fongicide Rovral) et du fipronil (insecticide Régent et Adonis). La première étape de transformation de l'IFT conduit, par ouverture chimique du cycle isoxazole, à son isomère, le dérivé dicétonitrile correspondant, qui est la vraie matière active herbicide. La nature purement chimique de cette transformation permet d'expliquer l'étroite dépendance de l'activité herbicide de l'IFT de la nature physico-chimique du sol, et particulièrement de son pH. Dans ses applications de terrain, l'iprodione est une molécule qui a très rapidement manifesté une perte d'efficacité liée à la mise en place d'une biodégradation accélérée (BDA). Cette BDA nous a paru particulière parce que, pour la première fois, elle était fortement corrélée aux caractéristiques physico-chimiques du sol. Nous avons pu montrer que dans un sol non adapté les deux premières étapes de transformation de l'iprodione étaient purement chimiques pour conduire dans une 3ème étape de nature biologique au métabolite majeur, la 3,5-dichloraniline. Ainsi, l'étape de dégradation chimique dans les sols adaptés permet d'expliquer la dépendance de la BDA de la nature physico-chimique des sols. Enfin, l'étude de la dégradation du fipronil en conditions pédo-climatiques tempérées et tropicales nous a permis de mieux cerner les différentes étapes de dégradation abiotique et biotique de cet insecticide et d'identifier les différents intermédiaires

[1] Professeur à l'Université de Perpignan.

Copyright Académie d'Agriculture de France. Séance du 24 novembre 2004.

chimiques et métaboliques bioactifs ou non toxiques. Ainsi, en condition de fort ensoleillement, le fipronil subit rapidement une photolyse conduisant à un dérivé désulfinylé appelé "photolite". Ce photolite présente envers les insectes une neurotoxicité exceptionnelle très supérieure à celle du fipronil alors que les toxicités animales (DL 50) sont similaires. En outre, à efficacité équivalente pour le blocage du récepteur GABA des insectes vis à vis du canal chlorure des mammifères, le photolite est 10 fois moins puissant que le fipronil, ce qui prouverait une certaine sélectivité intrinsèque entre l'insecte et le mammifère.

Par l'adaptation de ses concepts et de ses méthodologies et leurs applications au domaine du comportement des pesticides dans les sols, la chimie nous permet de nous dégager de la notion de "boîte noire" que ces derniers représentent. Nous avons ainsi pu approfondir les différentes voies de transformation des pesticides étudiés, identifier de nouveaux intermédiaires chimiques ou des métabolites, et expliquer certains comportements agronomiques ou l'apparition de puissantes activités biologiques à de très faibles doses, persistantes, ce qui peut être un avantage dans certains usages, et sans effet secondaire aggravé comme c'est le cas du fipronil.

Copyright Académie d'Agriculture de France. Séance du 24 novembre 2004.