

Par Abigaëlle Pelletier (étudiante en 2^{ème} année ingénieur agronome)
avec l'appui d'Edith Le Cadre (Montpellier SupAgro, UMR Eco&Sols).

03 Mars 2016

Que sait-on aujourd'hui de l'impact du cuivre et des produits phytosanitaires sur la vie des sols ?

Le premier meeting international sur les sols pollués, « The First International TNO Conference on Contaminated Soil », a lieu en 1985 aux Pays-Bas. Cette manifestation a été fondatrice pour la prise de conscience des effets des substances polluantes dans le sol, de l'impact sur la santé et sur l'environnement, des techniques de remédiation et du rôle des gouvernements. Parallèlement, de nombreuses communications alertaient sur le caractère non renouvelable du sol, considéré dès lors comme une ressource au même titre que l'eau ou l'air. En effet, les sols se forment très lentement alors que leur dégradation peut être rapide, altérant durablement leur fonctionnement et donc les rôles qu'ils remplissent vis à vis des services écosystémiques. La préservation de la ressource sol doit donc être au cœur des décisions des acteurs du monde agricole, notamment en surveillant l'impact de nos pratiques agricoles sur son fonctionnement. Plus particulièrement dans ce document nous nous intéresserons aux pratiques de protection des cultures vis à vis des pathogènes, en nous intéressant aux effets du cuivre et d'autres phytosanitaires.

1. Le devenir des produits phytosanitaires dans le sol

Les pesticides existent sous deux formes, des pesticides organiques (Organochlorés, organophosphorés, carbamates, organoazotés et urées) et des pesticides minéraux comme la bouillie bordelaise (sulfate de cuivre et chaux). Lors d'un traitement, seule une partie du produit appliqué atteint le ravageur visé (insecte, champignon, etc.), le reste se retrouve alors dans le sol, l'atmosphère et les eaux de pluie ou souterraines (Pimentel, 1995). Dans le sol, la dissipation des pesticides est le résultat de tous les processus qui les font disparaître dans un volume considéré. La dissipation est liée aux effets cumulés de la dégradation biotique et abiotique, de la volatilisation et des transferts vers les eaux (Calvet et al., 2005). Toutefois, la dissipation n'est pas toujours possible car les molécules ou éléments peuvent être modifiés une fois dans le sol. Les processus les mieux étudiés sont l'adsorption (rétention) sur un solide (composés minéraux et organiques) du sol grâce à l'affinité de la molécule avec ce dernier, ainsi que la dégradation par les organismes du sol (Mirsal, 2004). La rétention par les particules de sol peut conduire à une diminution de l'efficacité agronomique car une molécule adsorbée perd ses effets biologiques et biochimiques. Cependant, sous l'effet de modifications des processus définissant la rétention, ces molécules peuvent revenir en solution et dès lors sont susceptibles d'avoir de nouveau un effet. Ainsi, le cuivre est retenu dans les premiers horizons par la matière organique des sols, dont la dynamique influence sa disponibilité (Jacobson et al. 2007). Il a été défini par l'Union Européenne que la teneur maximale en cuivre total tolérée dans les sols agricoles est de 150 mg/kg de sol. Or une étude de l'INRA met en avant la forte teneur en cuivre de nombreux sols agricoles, notamment occupés par les vignes et les vergers, où l'utilisation de bouillie bordelaise est très importante. Dans ces sols, la teneur en cuivre total dépasse souvent cette norme, voire peut atteindre 1030mg de cuivre total par kg de sol en Languedoc-Roussillon (Bravin, 2008). Il est donc essentiel de comprendre les liens entre le fonctionnement du sol et la disponibilité du cuivre dans ces systèmes de cultures.

Pour les molécules organiques, le caractère polluant n'est pas toujours identique entre la molécule active, contenue dans le produit commercial, et les métabolites intermédiaires issus de la dégradation biologique ou physico-chimique. Ainsi certains métabolites peuvent être également toxiques et persistants dans le sol (Calvet et al., 2005). C'est par exemple le cas de l'insecticide DDT dont certains métabolites, comme le DDE, sont eux aussi toxiques (World Health Organization, 1979). Il est important de noter que les molécules organiques ne sont biodégradables qu'à la condition que les organismes les transformant soient présents et actifs dans les sols. Dans le cas du cuivre, aucune dégradation biologique n'est possible car le cuivre, en tant qu'élément métallique, ne peut que changer de forme chimique. La dissipation d'un pesticide organique dans un sol permet la diminution de sa concentration dans le temps, jusqu'au moment où l'on ne mesure plus aucune trace de la molécule dans le sol. Au bout d'un certain temps, défini par la molécule considérée et les processus en jeu, la molécule a atteint un seuil de détection analytique, qui définit la persistance chimique. Cela ne signifie cependant pas qu'il n'y a plus de trace de cette molécule dans le sol, il en reste une certaine quantité non détectable par les analyses mais qui peut encore avoir un effet sur les organismes du sol. Ainsi, même si analytiquement la molécule active du pesticide n'est plus détectable dans le sol, un effet biologique est encore possible, soit par la molécule elle-même soit par ses métabolites.

2. L'impact des produits phytosanitaires sur les organismes du sol

Les organismes du sol (microorganismes et la faune du sol) contribuent fortement au fonctionnement du sol. Ils jouent en effet un rôle essentiel dans de nombreux processus clés, notamment dans la dégradation de la matière organique, dans le cycle des éléments et dans la structure du sol, pour ne citer que ceux-là. Ils ont un rôle très important pour les plantes, car ils contribuent à libérer des éléments nutritifs, parfois grâce à leur association comme c'est le cas des Fabacées avec les rhizobiums ou de certains végétaux avec les mycorhizes (Eldor et al., 1989).

A ce jour, beaucoup d'études ont été menées pour évaluer l'impact des produits phytosanitaires sur la vie du sol (faune et micro-organismes). De manière générale, ces études tendent à observer une diminution de la biomasse et de la respiration du sol dans un sol contaminé (Khan & Scullion, 2000). En effet, les pesticides sont, par nature, des produits toxiques puisqu'ils visent à éradiquer un ravageur, par inhibition ou par interférence d'une fonction clé de l'organisme. Or ils ne sont souvent pas assez spécifiques pour s'attaquer à un ravageur particulier. Ils peuvent être également nocifs pour les organismes non cibles, comme les organismes du sol. Une pollution a ainsi tendance à sélectionner les populations résistantes au détriment des populations plus sensibles, ce qui diminue la biodiversité des sols (Rouard et al., 1996 ; Soulas, 1996c). De plus, la population résistante n'a pas forcément les mêmes fonctions biologiques que la population présente au départ dans le sol. Cela peut entraîner de nombreux problèmes, notamment sur les fonctions agronomiques des sols. Par exemple, Bernard et al. (2009) ont montré que la sélection d'une communauté résistante, dans un sol pollué au cuivre, a des effets sur la minéralisation de la matière organique et sur les stocks de carbone du sol. Cela peut avoir des effets très néfastes puisque ces fonctions sont essentielles au maintien de la fertilité du sol et à la croissance des végétaux. Actuellement, peu d'études ont été faites sur l'impact des produits phytosanitaires et du cuivre sur des populations spécifiques. Il n'est donc pas possible de généraliser sur ces aspects.

Malgré l'abondance de travaux de recherche sur l'effet des pesticides sur le fonctionnement du sol, il reste délicat de leur donner une généralité. Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches dans ce domaine, notamment sur leurs effets sur la vie des sols. C'est pourquoi la Chaire AgroSYS a fait appel, lors de son colloque « Que sait-on aujourd'hui de l'impact du cuivre et des produits phytosanitaires sur la vie des sols ? », à des professionnels de ces questions afin de faire un état actuel des connaissances sur ce sujet.

Bibliographie

- Barriuso, Calvet, Schiavon et Soulas, 1996 - Les pesticides et les polluants organiques du sol, In : Etude et gestion des sols, AFES, Numéro spécial, 1996.
- Bernard et al., 2009 - Contamination of Soil by Copper Affects the Dynamics, Diversity, and Activity of Soil Bacterial Communities Involved in Wheat Decomposition and Carbon Storage, In: Applied and Environmental Microbiology, Dec. 2009.
- Bravin M., Processus rhizosphériques déterminant la biodisponibilité du cuivre pour le blé dur cultivé en sol à antécédent viticole, Ecosystèmes, Montpellier SupAgro, 2008, 237 pages.
- Calvet, R., E. Barriuso, C. Bedos, P. Benoit, M.-P. Charnay and Y. Coquet, 2005 - Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales, France Agricole Edition, 637 pages.
- Eldor et al., 1989 - Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry, Academic Press, 598 pages.
- Hayo M. G. van der Werf, 1997 – Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement, In: Courrier de l'environnement de l'INRA n°31, août 1997.
- Jacobson, A.R., Dousset, S., Andreux, F. & Baveye, P.C., 2007 - Electron Microprobe and Synchrotron X-ray Fluorescence Mapping of the Heterogeneous Distribution of Copper in High-Copper Vineyard.
- Khan, M. & Scullion, J., 2000 - Effect of soil on microbial responses to metal contamination. Environmental Pollution.
- Mirsal, I. A., 2004 - Soil pollution. Origin, monitoring and remediation, Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Monard C., Biodégradation des herbicides en sol tempéré – Contrôle des communautés bactériennes dégradantes par la bioturbation du sol, Sciences du vivant, Université Rennes, 2008.
- Pimentel D., 1995 - Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics, In: Journal of Agricultural and Environmental Ethics.
- Rouard N., Dictor M.C., Chaussod R., Soulas G., 1996 - Side-effects of herbicides on the size and activity of the soil microflora : DNOC as a test case, In : European Journal of Soil Science.
- Soulas G., 1996-c - Pesticides: New Trends in Side-effect Testing, In: Pesticides, Soil Microbiology and Soil Quality, 2nd International Symposium On Environmental Aspects of Pesticide Microbiology, Setac-Europe
- World Health Organization, Environmental Health Criteria 9: DDT and its derivatives, 1979.