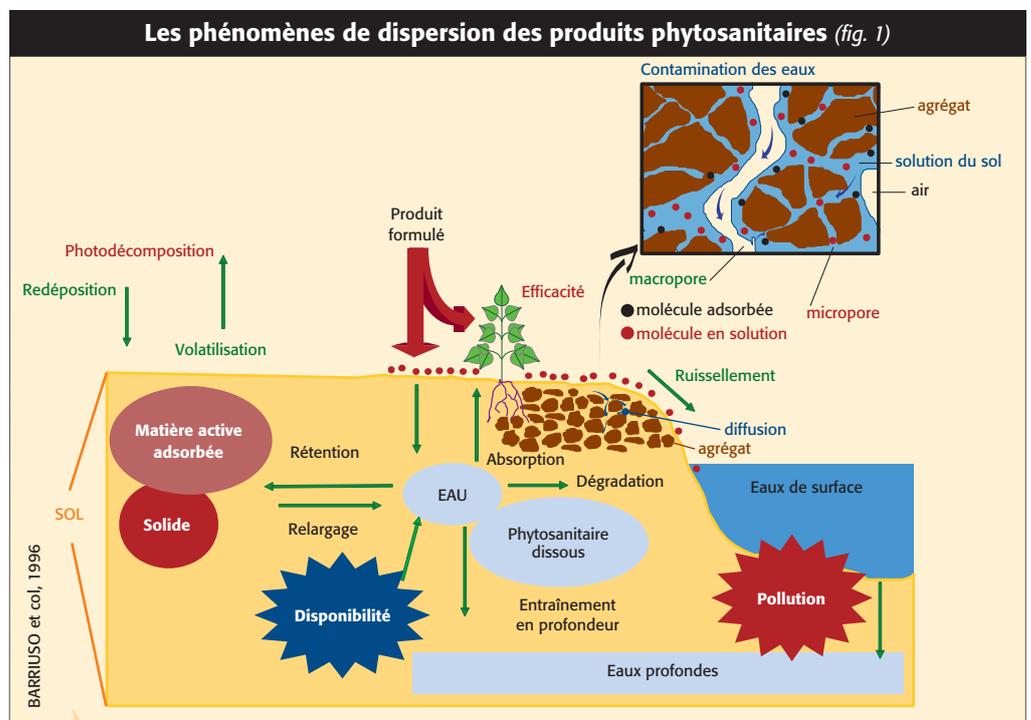


Le devenir des produits phytosanitaires dans le sol

Adsorbés, transférés ou dégradés ?

Le sol agit comme un filtre biologique en assurant la dégradation des produits phytosanitaires. En même temps, il est capable, grâce au complexe argilo-humique, de les immobiliser. Ces deux propriétés lui confèrent un rôle prépondérant sur le devenir des produits après leur application.



Sources : Barriuso E., Calvet R., Schiavon M., Soulas G., 1996. Les pesticides et les polluants organiques des sols. Transformations et dissipation. AFES, Collection Etude et Gestion des sols.

Benoît Réal
 b.real@arvalisinstitutduvegetal.fr
 ARVALIS – Institut du végétal

Les matières actives présentes dans le sol ont cinq issues possibles. Elles peuvent être retenues sur la matière organique par adsorption, dégradées par la microflore du sol, absorbées par les racines des plantes, transférées vers les eaux de surface ou souterraines ou encore, elles peuvent subir des phénomènes de volatilisation.

Les matières actives sont localisées dans les premiers centimètres du sol (1 à 2 cm pour l'isoproturon et 1 à 2 mm pour le DFF par exemple).



© N. Comtec

Lors d'un traitement, une partie du produit appliqué n'atteint pas sa cible et subit des phénomènes de dispersion (figure 1).

Dès la pulvérisation, la volatilisation des molécules dans l'air peut intervenir et perdurer plus ou moins longtemps.

Une fois au sol, les produits phytosanitaires sont soumis à l'action simultanée des phénomènes d'immobilisation, de dégradation et de transfert.

Le produit qui atteint le sol se partage dans deux compartiments :

- la solution du sol dans laquelle le produit pourra être absorbé

L'adsorption désigne la fixation d'un composé liquide ou gazeux sur une surface solide, à ne pas confondre avec l'absorption (pénétration d'un composé à travers une membrane).

par le système racinaire des plantes ou dégradé par la microflore du sol, ou encore entraîné en profondeur par lessivage, - le complexe argilo-humique sur lequel le produit sera adsorbé.

L'adsorption sur le complexe argilo-humique est un phénomène rapide. On considère que pour l'isoproturon, 80 % de ce qui est adsorbable est fixé en 1 heure et qu'au bout de 24 heures, tout ce qui est adsorbable



© N. Comec

▲ La concentration du produit dans la solution du sol traduit sa disponibilité à la fois pour les plantes, mais aussi pour la microflore du sol responsable de sa biodégradation.

est adsorbé. Mais ce phénomène n'est pas irréversible. La désorption existe. On peut la mesurer au laboratoire, mais il est difficile de l'estimer au champ et de déterminer la période à laquelle elle se produit.

Quelques critères de comportement des molécules

On peut caractériser le comportement d'une matière active à travers ses propriétés :
 - sa solubilité dans l'eau, exprimée en mg/l, est mesurée généralement dans une eau à 20 °C. D'une manière générale, plus la température de l'eau est élevée, plus la solubilité des composés organiques augmente. Plus un produit est soluble, plus il est mobile. On peut caractériser des produits très solubles comme le MCPA (709 000 mg/l), des produits moins solubles comme l'isoproturon (70 mg/l) et des produits très peu solubles comme le diflufenicanil (< 0,05 mg/l).
 - le Koc ou coefficient de partage matière organique - eau. Il traduit la capacité d'un produit à s'adsorber, c'est-à-dire à se fixer sur la matière organique du sol. Pour un même produit, le Koc varie dans des proportions importantes (facteur de 2 à 10) selon la composition du sol.
 - la persistance exprimée en

demi-vie (DT 50). La DT 50 correspond à la durée nécessaire, exprimée en jours, à la dégradation dans un sol de la moitié de la quantité de matière active appliquée. Cet indicateur peut être très élastique : certaines molécules affichent des demi-vies variant de plusieurs dizaines de jours selon le milieu (composition, pH, climat...).

▶ Tout ce qui est adsorbé n'est pas biodisponible et ne peut donc être dégradé ou lessivé.

Le climat et la période d'application ont leur mot à dire

Il est peu pertinent de tenter de classer dans l'absolu les produits entre eux à partir de leurs caractéristiques physico-chimiques (*encadré*) sans tenir compte de leurs conditions d'emploi et du milieu où ils sont appliqués. Les probabilités de transfert par drainage sont très différentes selon les herbicides utilisés en hiver et encore plus différentes entre des herbicides d'hiver et des fongicides appliqués à la fin du printemps. Il faut donc entreprendre une démarche de diagnostic à la parcelle pour tenter d'évaluer le risque que peut présenter un produit. ■

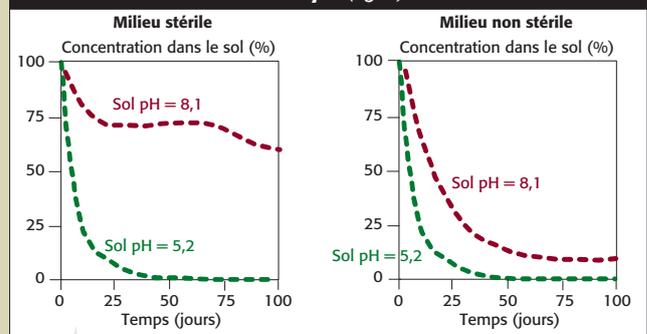
La biodégradation des matières actives

Le sol est un écosystème qui possède une capacité de dégradation des substances phytosanitaires très élevée. Les processus de dégradation biologique des matières actives et de leurs métabolites aboutissent à des molécules simples (H₂O, CO₂, NH₃...). Cette dégradation est assurée principalement par les organismes biologiques de la microfaune du sol (bactéries, champignons, vers, nématodes...). Leur activité s'exerce surtout dans les premiers centimètres du sol. On peut constater que le metsulfuron-méthyle a une demi-vie beaucoup plus courte dans un milieu non stérile, notamment en condition de pH faible (*figure 2*). Il existe également des processus physiques ou chimiques de dégradation, tels que la photodécomposition. Ces actions contribuent à diminuer la quantité de matière active dans le sol et donc à réduire les risques de pollution. La demi-vie des molécules peut varier avec :
 - la disponibilité (solubilité) et la structure du composé,
 - la quantité et la distribution des sites capables de les dégrader,
 - le niveau d'activité de ces sites liées aux conditions pédo-climatiques (température, humidité, pH, composition gazeuse du sol...) et avec la quantité appliquée !

Des exemples concrets

La biodégradation de certains carbamates comme le carbofuran est accélérée de manière considérable par la fréquence d'application du produit. Dans certains sols, au bout de quelques années, à raison d'une application par an, le carbofuran perd toute efficacité. Son application répétée favorise le développement exponentiel de la microflore du sol qui va l'utiliser comme nutriment. De la même manière, on a pu constater sur le site expérimental de La Jaillière (44) que les substances comme l'atrazine ou certaines triazoles (à demi-vies élevées), appliquées au printemps, étaient nettement moins transférées en automne lors de la reprise du drainage dans une parcelle conduite sans labour que dans une parcelle labourée. Cela tient à l'enrichissement en matière organique de la surface du sol : il augmente à la fois l'absorption des substances et leur vitesse de dégradation. Dans cet horizon de surface très riche en matière organique, l'activité biologique y est plus intense en été, notamment sous maïs irrigué. En revanche, les transferts d'herbicide d'hiver dans la parcelle non labourée sont plus importants qu'en labour pour une raison très différente : la présence de circuits préférentiels (fentes de retrait, trous de vers de terre) jusqu'à la surface du sol.

Dégradation chimique et biologique du metsulfuron-méthyle (*fig. 2*)



Sources : Pons N., Barrioso E, 1998. Fate of metsulfuron-methyl in soils in relation to pedo-climatic conditions. Pesticide Science, 53, 311-323.

Pour une substance comme le metsulfuron-méthyle de la famille des sulfonyles, le pH du sol influence beaucoup la vitesse de dégradation. Plus le pH est acide, plus il se dégrade rapidement, notamment en milieu stérile.