

# Filtration, rétention et dégradation des polluants

Selon leur nature et selon les propriétés des sols (structure, texture, teneur en matière organique,...) les contaminants peuvent s'y infiltrer, y être retenus ou dégradés. Certains polluants peuvent rester dans les sols pendant plusieurs décennies, voire plusieurs siècles.

**Rédaction : Catherine Keller & Danielle Slomberg (avril 2023)**

L'homme utilise le sol depuis longtemps pour épurer, éliminer et valoriser ses déchets mais les activités anthropiques modernes ont changé la nature et les quantités en jeu (Adriano, 2001 ; Baize, 1997). Lorsqu'il a été **contaminé**, le sol peut être source de pollution, mais on s'accorde pour dire qu'il est majoritairement un puits pour les polluants. C'est pourquoi les concentrations dans le sol des polluants **non biodégradables (par exemple : les métaux, les radionucléides...)** augmentent de manière constante (Figure 1). Les concentrations des **polluants biodégradables (organiques : pesticides, pathogènes...)** peuvent augmenter, ou diminuer avec le temps. On sait encore peu de choses sur le devenir des nanoparticules de nature anthropique et des plastiques. Mais pour tous les polluants, cette fonction de **filtre, tampon et dégradation des polluants que joue le sol** est essentielle pour assurer une bonne qualité des eaux souterraines, mais aussi celle des eaux de surface (lacs, rivières) et une production alimentaire sûre (Rodríguez-Eugenio, 2018).

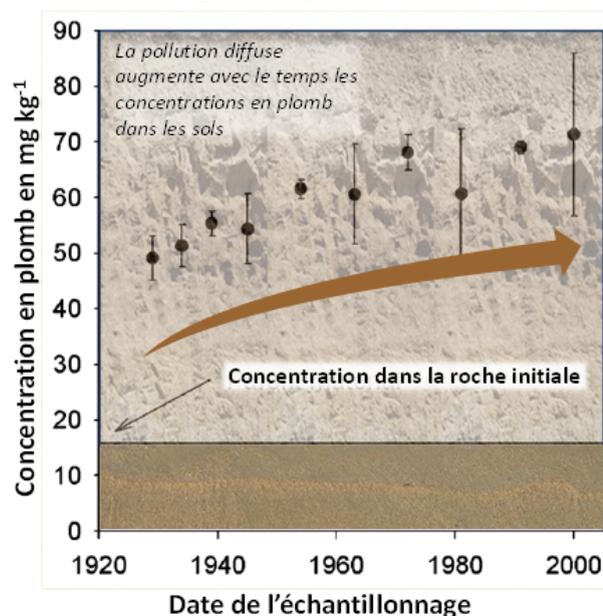


Figure 1. Évolution des concentrations en plomb à la surface des sols de référence du dispositif expérimental des 42 parcelles de Versailles entre 1929 et 2000. Les sols de référence (Luvisol) n'ont reçu aucun apport et ont été maintenus nus. Modifié de Semlali et al. (2004).



Les contaminations arrivent sous forme gazeuse, liquide ou solide au sol. Lorsque des polluants pénètrent dans le sol, ils subissent des **réactions physiques, physico-chimiques, microbiologiques et biochimiques** qui les retiennent, les réduisent, ou les dégradent. Ces réactions peuvent changer leur **mobilité** et/ou leur **toxicité**. Les caractéristiques du sol qui affectent le comportement des contaminants sont :

- la **minéralogie**
- la teneur en **argile**
- la quantité de **matière organique**
- le **pH**
- l'**humidité**
- la **température**

Les propriétés des contaminants sont également très importantes et comprennent la taille, la forme, la structure moléculaire, la solubilité, la distribution de charge et la nature acido-basique de la molécule.

Le processus de rétention permet de fixer pendant un certain temps les contaminants sur la phase solide du sol, et ainsi limiter les transferts vers les autres compartiments de l'écosystème. Cette fixation est plus ou moins réversible dans la mesure où les contaminants peuvent se détacher pour migrer vers les eaux souterraines et de surface, et être prélevés par les organismes qui vivent dans le sol (en général de quelques pourcents du total), en particulier les plantes (Figure 2). On parle de **(bio)disponibilité**. Cette fraction (bio)disponible des contaminants va contribuer à contaminer la chaîne alimentaire. Les éléments les plus susceptibles d'avoir un impact sur la santé humaine sont l'arsenic, le cobalt, le cadmium, le molybdène, le sélénium et le thallium car ils ne sont pas phytotoxiques. Ces éléments peuvent donc être prélevés en grande quantité par les plantes et à des concentrations toxiques pour l'homme, contrairement au zinc, cuivre, nickel, bore ou manganèse qui sont toxiques pour la plupart des plantes.



# LA FRESQUE DU SOL

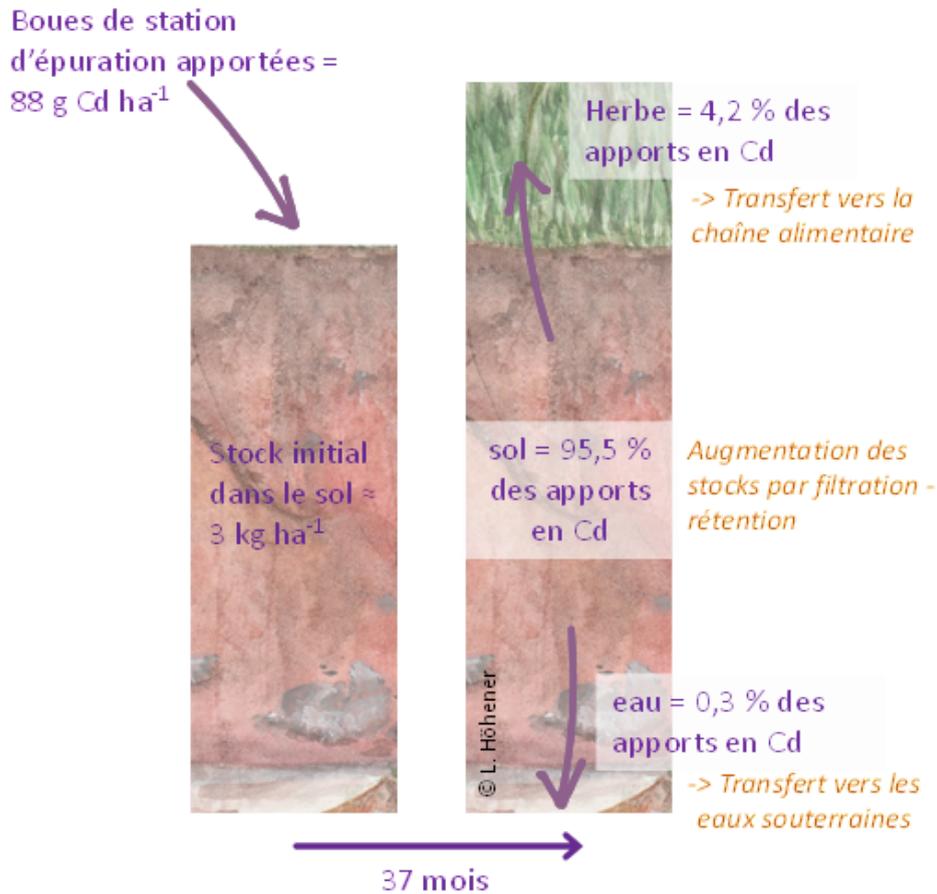


Figure 2. Répartition du cadmium apporté par des boues d'épuration dans les différents compartiments d'un système agricole sol-eau-plante. D'après Keller et al. (2002).

En comparaison avec les **métaux** l'empreinte globale des sols fortement contaminés par des **contaminants organiques** est beaucoup plus faible, la contamination de la chaîne alimentaire étant localisée autour des centres industriels ou urbains. Le comportement des contaminants organiques dans le sol et la voie d'absorption dans la chaîne alimentaire dépendent de leur volatilité et de leur solubilité dans l'eau. Ainsi, les **pesticides** et les **polluants organiques persistants (POP)** ont des comportements différents dans le sol.

Les **pesticides**, dont il existe une **grande diversité**, peuvent être dégradés en l'espace de **quelques jours à quelques mois, voire quelques années** (Barriuso et al., 1996). Deux paramètres sont importants : le coefficient de distribution ( $K_d$ , concentration de pesticide sorbé/retenu par le sol, divisée par la concentration en solution) et le coefficient de sorption sur la matière organique ( $K_{oc}$ , valeur de  $K_d$  divisée par la quantité de carbone organique du sol). Une valeur élevée de  $K_d$  et de  $K_{oc}$  indique que le pesticide est fortement retenu et donc moins mobile dans l'environnement. C'est le cas du glyphosate ou du DDT. D'autres



paramètres interviennent également sur la mobilité et la dégradation des polluants organiques :

- la diversité et l'activité microbiennes, car les micro-organismes sont capables de dégrader et/ou de les transformer en d'autres polluants ;
- les conditions d'oxygénation du sol

Enfin, par définition, **les POP sont résistants à la dégradation** en raison d'une forte sorption sur les constituants du sol, une faible solubilité ou une structure résistante à leur dégradation par les microorganismes (persistance des dioxines : 1-10 ans ; PCB 4-6 ans, HAP 2-10 ans, Barriuso *et al.*, 1996).

### Questions-clés :

- Quels sont les éléments les plus problématiques pour la contamination de la chaîne alimentaire ?
- Quels sont les constituants de sol les plus importants pour la sorption des polluants ?

### Bibliographie

Adriano, D.C. 2001. Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals, 2<sup>nd</sup> Ed., Springer-Verlag, N.-Y., 867p.

Baize, D. 1997. Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France) : Références et stratégies d'interprétation. Programme ASPITET, Editions Quae, Paris, 408p.

Barriuso, E., Calvet, R., Schiavon, M. et Soulas, G. 1996. Les pesticides et les polluants organiques des sols : Transformations et dissipation. *Étude et Gestion des Sols*, 3 (4) : 279-296.

Karimi et al. 2018. Atlas français des bactéries du sol.

Keller, C., McGrath, S.P., Dunham, S.J. 2002. Trace metal transfer through a soil-grassland system after sewage sludge application. *J. Environ. Qual.*, 31 : 1550-1560.

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. and Pennock, D. 2018. Soil Pollution: a hidden reality. Rome, FAO. 142 pp.

Semlali, R. M., Dessogne, J.-B., Monna, F., Bolte, J., Azimi, S., Navarro, N., Denaix, L., Loubet, M., Chateau, C., van Oort, F. 2004. Modeling Lead Input and Output in Soils Using Lead Isotopic Geochemistry. *Environ. Sci. Technol.*, 38 (5) : 1513–1521.