

L'acidification des sols : origine, approche, enjeux et maîtrise

Evaluation des risques des sols pollués par les métaux en fonction de l'acidité

La présence dans les sols de teneurs anormales en éléments ou composés inorganiques est très souvent le fait d'une pollution à mettre en relation avec l'historique du secteur concerné. En effet, de nombreuses industries, en activité depuis les années 1850 et jusqu'après la seconde guerre mondiale, ont produit de gros volumes de stériles, résidus ou déchets de production riches en métaux. Aujourd'hui encore, des activités sont incriminées pour leurs apports en polluant inorganiques dans les milieux. Afin d'appréhender le risque engendré par la présence de telles sources, les modes de transfert vers la cible, l'homme in fine, doivent être clairement établis et quantifiés. Si le risque environnemental résultant de la présence de sels métalliques est avéré, qu'en est-il du comportement des polluants métalliques en phase solide soumis à des interactions multiples dans le milieu sol et tout particulièrement vis-à-vis du pH.

Le comportement des métaux est intimement lié aux conditions dans lesquels ils se trouvent et tout particulièrement le pH. Dans les sols, milieu éminemment complexe, il conviendra de définir la forme de la source (métal, oxyde, ...), le transfert, ensemble des mécanismes permettant la mobilité ainsi que le transport de la source, et enfin la cible, l'homme in fine.

⇒ La source « métaux »

La source « métaux » est un terme générique qui caractérise des teneurs en éléments ou composés métalliques dans les sols supérieures à des critères fixés de façon empirique, les Valeurs de Définition de Source-Sols. Elle ne préjuge en rien de la forme sous laquelle elle est présente dans le milieu : métal natif, oxyde ou ionique. Or, le comportement de cette source vis-à-vis des conditions de pH sera intimement lié à sa forme.

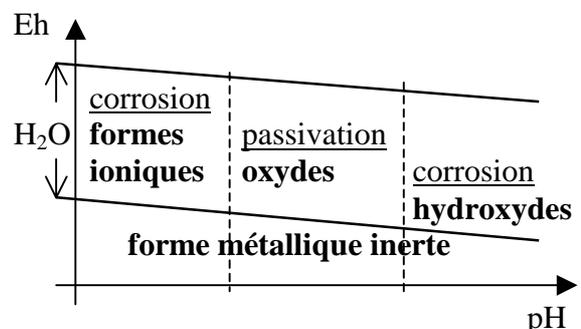
⇒ La notion de transfert

L'existence d'un mode de transfert de la source à travers le milieu vers la cible est une condition sine qua non à l'existence d'un risque. La notion de transfert englobe donc l'ensemble des phénomènes physiques ou chimiques permettant de

mobiliser et de transporter les contaminants vers l'homme. La cible peut être exposée de façon directe (par contact ou ingestion p.e.) ou de façon indirecte via la chaîne alimentaire (bio-accumulation de contaminants dans les végétaux p.e.).

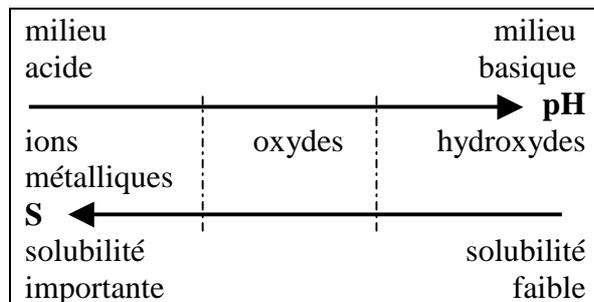
⇒ Comportement général des métaux dans le sol en fonction du pH

Le comportement des métaux vis-à-vis des variations de l'acidité du milieu dans lesquels ils sont est propre à chaque élément. Cependant une tendance générale peut être dégagée. Celui-ci sera principalement influencé par le pH et le couple d'oxydo-réduction. Dans tous les cas, les métaux seront mobilisables en présence d'eau.. Pour un milieu donné, l'évolution d'un métal est la suivante :



Interprétation synthétique : diagramme type de Pourbaix.

Pour un métal donné (donc un couple d'oxydo-réduction « Eh » donné) et en présence d'eau, les conditions de pH régissent le déplacement des équilibres vers des formes prédominantes. Depuis les valeurs de pH les plus élevées (caractère basique) jusqu'au valeurs les plus faibles (caractère acide), les formes prédominantes dans les équilibres sont successivement : les hydroxydes, les oxydes puis les ions métalliques. Le caractère plus ou moins soluble des différentes formes étant connu, le déplacement des équilibres régissant l'apparition ou la prédominance des différents états métalliques, associées à la solubilité, peut être synthétiser comme suit :



⇒ Mobilisation des métaux dans les sols :

Les valeurs classiquement rencontrées dans les sols s'inscrivent dans un intervalle de $5 < \text{pH} < 8,5$.

Conclusion et perspectives :

Le comportement général des métaux dans les sols et les eaux (eaux de surface et/ou eaux souterraines), est fortement influencé par l'acidité régnant dans le milieu. Ainsi, dans le cas d'une pollution de site par des formes métalliques, la source ne sera pas nécessairement transférée vers la cible (l'homme in fine). En effet, elle ne présentera un risque que si elle est mobilisable et donc solubilisée dans des conditions qui le permettent. Ainsi, sur ce type de site, moyennant une étude, un suivi dans le temps, voire même un amendement dans le but de remonter les valeurs de pH, l'utilisation du site pour des usages dits sensibles (cultures, vergers, ...) pourraient être envisagés.

Pour les sols dont les pH sont proches de la neutralité voire à tendance basique, le risque de mobilisation d'une source solide contenant de forte teneurs en métaux, comme des scories de fonderie, est excessivement faible. Des études spécifiques ont montré que la gangue vitrifiée offre une excellente protection vis-à-vis du relargage des entités métalliques. Pour ces milieux et ce type de pollution, le risque reste négligeable tant que les conditions du milieu sont conservées. De la même façon, un épisode acide ponctuel n'impliquera pas nécessairement une mobilisation des métaux (Cf. cinétique des réactions).

Concernant les sols acides, type Podzols des Landes de Gascogne par exemple, l'acidité des eaux qui y circulent, pouvant être renforcée par le lessivage d'humus de résineux, implique un risque majoré de transfert des métaux. Les pH atteints, souvent de 5 et parfois moins, peuvent engendrer une mise en solution des métaux et un transport vers les aquifères.

Outre la nature des sols et le caractère agressif des eaux, la possibilité de solubilisation par micro-attaques acides au niveau des racines des plantes ne doit pas être négligé. Un contrôle par dosage des métaux dans les tiges et racines ainsi que dans les feuilles.

Stéphane DUPUY

Ingénieur chargé d'études au département Etudes et Conseil de l'IEEB

1, rue Professeur Vèzes - 33300 BORDEAUX

05 56 01 84 29 / 06 72 76 50 76