

INTRODUCTION

L'agriculture regroupe toutes les actions humaines visant à cultiver des légumes, des fruits, des plantes médicinales, les fibres (coton par exemple) et intervient dans l'élevage des animaux afin de produire des denrées alimentaires comme la viande, le lait et bien d'autres cultures, des matières premières et d'autres ressources indispensables à l'existence humaine. Elle occupe une place essentielle dans la société, étant le fondement de la sécurité alimentaire, de l'économie et de l'aménagement des paysages. Ainsi, une longue chaîne et pas qu'alimentaire se dessine avec comme point de départ, l'agriculture. Cependant, elle est confrontée à plusieurs défis, qu'ils soient d'ordre naturel ou chimique ayant un impact sur la sécurité alimentaire, environnemental, ou tout simplement, sur tous les éléments constitutifs de cette chaîne dont elle est le point d'ancrage. La majorité de ces problèmes nécessitent d'être prise en compte afin d'être résolue par l'instauration de mesures préventives ou correctives. Cela assurerait des cultures saines, diminuant ainsi les dangers de maladies pour les consommateurs, s'étendant à plusieurs niveaux (primaire, secondaire ou même tertiaire) .

Le plomb, l'un des métaux lourds et nocifs, constitue une source d'inquiétude majeure pour la santé humaine et l'environnement, notamment sa présence constante dans les sols cultivés. Ces terres, cruciales pour des productions massives, peuvent être polluées par une présence excessive de plomb, soit de façon naturelle ou soit de façon chimique, entraînant de potentiels dangers pour les écosystèmes affiliés. Il est essentiel de cerner les origines de cette pollution et le comportement du plomb dans l'environnement pour élaborer des stratégies efficaces de gestion et d'assainissement. A travers ce développement, nous examinerons minutieusement les sources de contamination par le plomb dans les sols agricoles, ses relations avec l'écosystème, ainsi que les conséquences possibles sur la santé humaine et la production agricole.

5.1 LE PLOMB DANS LES SOLS AGRICOLES

5.1.1 Source potentiel du plomb dans les sols agricoles

Diverses sources, à la fois naturelles et anthropiques, contribuent à la présence du plomb dans les sols agricoles. L'altération des roches riches en plomb fait partie des sources naturelles.

En effet, les processus géologiques jouent un rôle dans la présence de plomb dans les sols. L'altération des roches contenant des minéraux riches en plomb, telles que la galène (un minéral sulfureux du plomb), libère progressivement ce métal dans l'environnement. Cependant, ces sources naturelles contribuent généralement à des concentrations faibles et localisées, souvent inférieures aux seuils de toxicité. Toutefois, la plus grande part de la pollution actuelle est associée aux actions humaines.

En effet, l'emploi de l'essence plombée, même s'il a été progressivement prohibé dans la plupart des nations à partir des années 1970, des décennies de consommation abusive par les géants comme les Etats-Unis, ont laissé un héritage empoisonné. Aussi, les particules de plomb libérées par les automobiles se sont accumulées dans le sol, spécialement à proximité des routes ainsi que dans les régions urbaines et périurbaines. Ces dépôts subsistent encore à ce jour. Historiquement, l'emploi massif de carburant plombé a grandement favorisé la dissémination de ce métal dans l'environnement. Les dépôts qui se sont accumulés demeurent présents dans le sol.

En outre, une autre source significative sont les engrais phosphatés, qui contiennent souvent des impuretés de plomb. Bien que les concentrations soient minimes, une utilisation prolongée et répétée peut provoquer une accumulation notable de plomb dans le sol. Aussi, des pesticides anciens tels que l'arséniate de plomb ont été employés dans le secteur agricole pour combattre les nuisibles. Malgré leur abandon, ils ont laissé des traces tenaces dans le sol.

Par ailleurs, des secteurs industriels comme la métallurgie, l'extraction minière et la fabrication de batteries ont libéré d'importantes doses de plomb dans l'environnement. Ces rejets atmosphériques, les déchets industriels et les effluents liquides ont contaminé les sols environnants, y compris les terres agricoles [1].

Notons aussi qu'il est courant d'épandre des boues d'épuration ou du compost sur les terres agricoles afin d'augmenter leur teneur en nutriments. Toutefois, ces substances peuvent renfermer des résidus de plomb, qui proviennent principalement des eaux usées urbaines ou industrielles.

Malgré sa réglementation, cette activité réclame une supervision stricte pour prévenir l'accumulation de métaux lourds dans les terres.

5.1.2 Comportement du plomb dans l'environnement

Une fois introduit dans le sol, le plomb interagit avec divers composants environnementaux, ce qui influence sa mobilité, sa biodisponibilité et sa toxicité.

Le plomb a une forte affinité pour les particules du sol, en particulier les matières organiques et les minéraux argileux. Cette fixation limite sa mobilité dans les couches supérieures du sol, réduisant les risques de contamination des eaux souterraines. Cependant, cette rétention dépend de plusieurs facteurs :

- Le pH du sol

Dans un environnement acide (pH faible), la solubilité et la mobilité du plomb augmentent, ce qui amplifie les dangers de contamination des écosystèmes et de la chaîne alimentaire. Dans un environnement alcalin (pH élevé), sa mobilité et sa disponibilité pour les plantes sont réduites. Toutefois, une gestion soigneuse est indispensable pour prévenir d'autres difficultés agricoles.

- La teneur en substances organiques

Les substances organiques peuvent se lier au plomb, diminuant ainsi sa disponibilité pour la flore et la faune du sol. En effet, les composés organiques créent des complexes avec le plomb, diminuant sa mobilité et sa biodisponibilité. Par exemple, les acides humiques ont la capacité de capturer le plomb au sein de structures moléculaires complexes.

Certaines particules organiques du sol (comme la matière organique en décomposition) peuvent adsorber le plomb à leur surface, limitant sa dispersion. Dans certaines situations, les composés organiques peuvent entraîner la précipitation du plomb sous forme de composés non solubles tels que les phosphates ou les carbonates de plomb, lorsqu'ils sont en contact avec d'autres ions présents dans le sol. Les substances organiques jouent un rôle essentiel dans la régulation du comportement du plomb dans les sols en réduisant sa mobilité et sa biodisponibilité, protégeant ainsi la flore et la faune du sol de ses effets toxiques.

- La nature du sol

Les sols argileux retiennent plus efficacement le plomb que les sols sableux, propices à son déplacement. En effet, en raison de leur surface spécifique importante, de leur charge électrique

négligée et de leur structure stratifiée, les sols argileux ont une capacité de rétention du plomb supérieure à celle des sols sableux. Cependant, les sols sablonneux, grâce à leur faible pouvoir d'adsorption et leur haute porosité, encouragent la migration du plomb, ce qui accroît le danger de pollution des nappes phréatiques [2].

Le plomb est un élément non biodégradable, ce qui indique qu'il demeure indéfiniment dans l'environnement. À l'inverse de plusieurs polluants organiques, il ne se dégrade pas et s'accumule avec le temps. Cette persistance en fait un contaminant particulièrement inquiétant, car les concentrations peuvent se majorer avec le temps, même après la cessation des sources de pollution. Le transfert de plomb dans les écosystèmes peut se faire par divers moyens :

- Absorption des plantes

Même si le plomb est généralement faiblement assimilé par les végétaux à cause de sa forte rétention dans le sol, certaines variétés de plantes peuvent stocker des quantités notables. Cela est déterminé par des éléments comme la variété de la plante, le taux de plomb dans le sol et les conditions environnementales.

- Transfert dans la chaîne alimentaire

Après avoir été assimilé par les végétaux, le plomb peut se retrouver dans la chaîne alimentaire, touchant les herbivores et, par conséquent, leurs prédateurs. Ceci représente une menace pour la santé des animaux et des humains, notamment dans les régions où les récoltes sont localement consommées.

- Érosion et transport

Les particules de sol contaminées par le plomb peuvent être transportées par le vent ou l'eau, contaminant de nouvelles zones. Ce phénomène est particulièrement préoccupant dans les régions où les sols sont exposés à l'érosion, comme les terres agricoles labourées ou les zones déboisées. De l'analyse des informations ci-dessus exposées, le plomb peut affecter la biodiversité et la fonction des microorganismes du sol, qui jouent un rôle essentiel dans la décomposition de la matière organique, le cycle des nutriments et la santé des sols. Des concentrations élevées de plomb peuvent inhiber l'activité microbienne, réduisant la fertilité des sols et affectant la croissance des plantes.

Dans les terres agricoles, sa présence peut avoir un impact sur la productivité et la qualité des récoltes. Même si les plantes ne le prennent pas en grande mesure, des niveaux élevés peuvent causer une diminution de la croissance et de la productivité. En outre, la présence de plomb dans

les cultures peut rendre les produits agricoles non comestibles, ce qui entraîne des dommages financiers pour les producteurs.

Le plomb est un poison qui s'accumule et peut nuire à divers systèmes corporels, notamment le système nerveux, les reins et le système cardiovasculaire. Les individus, surtout les enfants, qui sont en contact avec des sols pollués, courent le risque d'ingérer par inadvertance des particules de sol ou de poussière contaminée.

Allant un peu plus vers les éléments constitutifs de la chaîne précédemment énoncée, nous avons plus ou moins du plomb dans tout notre quotidien. Certains médicaments ayant pour principe actif certaines plantes médicinales regorgent d'une teneur en plomb. Présent dans les feuilles des plantes consommées par les animaux, tous les produits dérivés en contiennent en proportions aussi minimes qu'elles soient. En cosmétique, certains produits sont issus de fruits ou plantes contaminés et bien d'autres. Toutes ces petites proportions de plomb au quotidien, exposent l'espèce humaine à de grands risques cancérigènes futurs.

5.2. APPROCHE ISOTOPIQUE DU PLOMB EN ENVIRONNEMENT

L'approche isotopique constitue une méthode efficace pour examiner la présence de plomb dans l'environnement. Elle se base sur l'étude des rapports isotopiques du plomb, qui offrent la possibilité de suivre ses origines, son déplacement et son interaction avec les écosystèmes. Cette méthode est couramment employée en géochimie, en sciences environnementales et en archéologie. Le plomb (Pb) compte quatre isotopes qui se trouvent naturellement en différentes proportions : ^{204}Pb (1,4 %), ^{206}Pb (24,1 %), ^{207}Pb (22,1 %) et ^{208}Pb (52,4 %). Par définition, tous ces isotopes possèdent le même nombre de protons, mais une quantité distincte de neutrons. Les isotopes ^{208}Pb , ^{207}Pb et ^{206}Pb sont de nature radiogénique, ce qui signifie qu'ils sont dérivés de la désintégration radioactive d'un élément parent, à savoir le ^{232}Th (Thorium), le ^{235}U (Uranium) et le ^{238}U . Uniquement l'isotope ^{204}Pb n'est pas radiogénique ; sa présence n'étant pas le résultat d'une désintégration radioactive, sa prévalence a donc demeuré invariable au fil du temps depuis l'origine de la Terre. La méthode isotopique se base sur l'étude de la composition isotopique du plomb (Pb) d'un échantillon.

REFERENCES

- [1] <https://www.alcor-contrôles.fr/contamination-des-sols-metaux-lourds/>
- [2] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389498002039>