

Sommaire

1. Introduction

1.1 Contexte et enjeux de la pollution par les métaux lourds

1.2 Définitions : métaux lourds, plantes accumulatrices, hyperaccumulation

1.3 Objectifs du document

2. Origines et historique des plantes hyperaccumulatrices

2.1 Premières observations botaniques

2.2 Évolution de la recherche sur l'hyperaccumulation

2.3 Terminologie et critères d'hyperaccumulation (ex : seuils) ([horizon.documentation.ird.fr][1])

3. Métaux lourds et impacts environnementaux & sanitaires

3.1 Principaux métaux lourds (cadmium, plomb, zinc, nickel, mercure...)

3.2 Mécanismes de contamination des sols et des eaux

3.3 Effets sur la santé humaine et les écosystèmes ([biblio.cuniv-naama.dz][2])

4. Biologie et écophysiole des plantes hyperaccumulatrices

4.1 Mécanismes d'absorption, de translocation et de séquestration des métaux ([Mcours][3])

4.2 Tolérance des plantes aux métaux lourds

4.3 Exemples d'espèces hyperaccumulatrices et leur répartition

4.4 Facteurs influençant l'hyperaccumulation (sol, climat, espèces, biomasse)

5. Techniques et stratégies de dépollution utilisant ces plantes

5.1 phytoremédiation : concepts et méthodes (phytoextraction, phytostabilisation, rhizofiltration, phytovolatilisation) ([geoecotrop.be][4])

5.2 Sélection des espèces et amélioration (bio-techniques, transgénèse) ([ResearchGate][5])

5.3 Études de cas et retours d'expérience sur sites pollués

6. Applications et perspectives économiques & écologiques

6.1 Phytominage (extraction rentable des métaux via plantes)

6.2 Revégétalisation et restauration des milieux perturbés

6.3 Limites et défis (rendement, temps, acceptabilité, transfert vers biomasse)

6.4 Recherche future : génétique, agronomie, coopération multidisciplinaire

7. Conclusion

7.1 Synthèse des acquis

7.2 Implications pour l'environnement, l'agriculture et l'industrie

7.3 Recommandations pour la pratique et la recherche

8. Références bibliographiques

8.1 Ouvrages, articles, rapports techniques

8.2 Sites web, bases de données

9. Annexes** (facultatif)

9.1 Liste d'espèces hyperaccumulatrices connues (avec métaux associés, zones géographiques)

9.2 Tableaux comparatifs (sols, métaux, plantes)

9.3 Glossaire des termes techniques