

Connaissances  
et Savoirs

JEAN-PIERRE JOST & YAN CHIM JOST-TSE

# Les Plantes hyperaccumulatrices de métaux lourds

Une solution à la pollution des sols et de l'eau ?



Sciences  
Biologie



# Table des matières

Remerciements.....	7
Introduction.....	9
<b>Un bref aperçu historique sur les plantes hyperaccumulatrices de métaux lourds.....</b>	<b>13</b>
Sommaire.....	13
<b>Les plantes hyperaccumulatrices de métaux lourds.....</b>	<b>23</b>
Sommaire.....	23
Les algues hyperaccumulatrices de métaux.....	29
Les bio-moniteurs lichens, mousses et champignons.....	33
<b>Quelles sont les origines de la contamination des sols par les métaux lourds ? .....</b>	<b>35</b>
Sommaire.....	35
La pollution des eaux par les métaux lourds.....	41
Les sols contaminés aux métaux lourds sont progressivement colonisés par des plantes hyperaccumulatrices.....	41
<b>Par quels mécanismes les métaux lourds sont-ils toxiques ? .....</b>	<b>45</b>
Sommaire.....	45
Le cadmium (Cd).....	48
Le mercure (Hg).....	49
Le plomb (Pb).....	50
Le chrome (Cr).....	50
L'arsenic (As).....	51
Les métaux lourds sont toxiques chez les humains.....	51
<b>Le transport des métaux lourds dans la plante.....</b>	<b>55</b>
Sommaire.....	55
Les protéines ZIP apparentées au transport du fer.....	56
Les protéines NRAMP ( <i>Natural Resistance Associated Macrophage Protein</i> ).....	56
Les protéines CDF ( <i>Cation Diffusion Facilitator</i> ).....	57

<b>Quelles sont les réactions générales des plantes en réponse à un stress abiotique ?</b> .....	<b>59</b>
Sommaire.....	59
Le système de la Ca-Calmoduline .....	59
Les formes actives de l'oxygène .....	60
L'implication de la cascade de phosphorylation des protéines .....	60
<b>Quelles sont les réactions de défense des plantes contre les métaux lourds ?</b> .....	<b>63</b>
Sommaire.....	63
Le rôle des phytochélatines.....	64
Les métallothionéines et les ferritines.....	66
Les acides organiques, acides aminés et les phosphates.....	67
La séquestration des métaux lourds dans les vacuoles .....	68
Les réactions contre les formes actives de l'oxygène.....	69
Mesures prises pour réduire l'absorption des métaux lourds .....	70
<b>Pour la plante, quels sont les avantages de l'hyperaccumulation des métaux lourds ?</b> .....	<b>71</b>
Sommaire.....	71
Est-ce un moyen de s'assurer son espace vital ? .....	73
Est-ce un autre moyen de lutte contre les insectes ? .....	73
Est-ce un moyen de lutte contre les phytopathogènes ? .....	78
Quelles sont les qualités requises pour qu'une plante soit hyperaccumulatrice de métaux lourds ? .....	81
<b>La création de plantes transgéniques accumulatrices ou tolérant les métaux lourds</b> .....	<b>83</b>
Sommaire.....	83
Les plantes transgéniques accumulatrices d'arsenic, de sélénium et de mercure .....	87
<b>Le phytominage des métaux lourds</b> .....	<b>91</b>
Sommaire.....	91
L'importance d'une forte biomasse .....	93
Les agents chélateurs augmentent l'absorption des métaux par les plantes .....	95
La sélection des plantes hyperaccumulatrices.....	96
Une étude pilote sur le phytominage du nickel .....	96
Phytominage de l'or et de l'argent sur les sites de résidus miniers .....	99

<b>La phytoremédiation des sols contaminés aux métaux lourds.....</b>	<b>105</b>
Sommaire.....	105
Un bref aperçu des différentes méthodes classiques de remédiation des sites pollués .....	106
L'excavation et le déplacement de la terre polluée.....	106
Le lavage des sols contaminés .....	106
L'immobilisation chimique des métaux lourds.....	107
La décontamination électrocinétique.....	107
Les différents aspects de la phytoremédiation.....	108
<b>Quelques exemples de phytoremédiation.....</b>	<b>111</b>
Sommaire.....	111
L'exemple des mines de nickel de Nouvelle-Calédonie .....	112
La phytoremédiation des sols contaminés au plomb.....	115
La phytoremédiation des sols contaminés au zinc et au cadmium ...	118
La phytoremédiation des sols contaminés au mercure.....	121
Phytoremédiation et agromine en Albanie.....	123
<b>La phytoremédiation des zones humides polluées .....</b>	<b>125</b>
Sommaire.....	125
Les zones humides artificielles.....	130
Liste alphabétique des plantes citées dans cet ouvrage.....	133
Bibliographie .....	137
Légendes des figures et tables .....	155
Sur les auteurs .....	159
Des mêmes auteurs .....	161

# Les Plantes hyperaccumulatrices de métaux lourds

Les plantes hyperaccumulatrices de métaux lourds (zinc, cuivre, plomb, chrome, sélénium, arsenic, mercure, cadmium, nickel, argent, or, et platine) sont capables de les absorber et de décontaminer les eaux et les sols pollués. Près de mille plantes hyperaccumulatrices ou tolérantes aux métaux lourds ont été identifiées et chacune d'elles a sa spécialité.

Cet ouvrage aborde plusieurs questions importantes. Quelles sont les origines de la pollution aux métaux lourds? Comment les plantes réagissent-elles à la présence de ces métaux? Pour la plante quels sont les avantages d'accumuler les métaux lourds (compétition avec d'autres plantes, protection contre les parasites et pathogènes)? Quelles sont les qualités essentielles requises pour qu'une plante devienne de façon rentable accumulatrice de métaux lourds (potentiel d'accumulation, biomasse, système racinaire)? Comment améliorer ces plantes par transgénèse? Quelle est l'utilité de l'application d'engrais et d'agents chélateurs? Quelques exemples pratiques de phytominage du nickel, de l'or et de l'argent ainsi que la phytoremédiation (rhizofiltration, phytostabilisation, phytoextraction, phytovolatilisation) de sites pollués (sol et eau) au nickel, arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb, sélénium, zinc sont présentés. Plus de quatre-vingts espèces de plantes tolérantes ou hyperaccumulatrices de métaux lourds sont citées dont seize d'entre elles sont illustrées dans cet ouvrage (aquarelles de l'un des auteurs).

Jean-Pierre Jost est diplômé de l'École polytechnique fédérale de Zürich (ingénieur agronome et Dr ès sciences). Il dirigea pendant plusieurs décennies un laboratoire de recherche aux Etats-Unis et en Suisse.

Yan-Chim Jost-Tse, de nationalité chinoise, étudia à Hong-Kong, en Suisse et aux USA. Tous deux dans un effort commun réalisèrent une série de monographies et essais sur la faune, la flore et d'autres sujets.

Retrouvez l'auteur sur son site Internet:  
<http://www.jostwildlife.com/>

ISBN 978-2-7539-0590-0



26,00 € 9 782753 905900