

OBSERVATIONS MYCOLOGIQUES

BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE MYCOLOGIQUE n° 19 (2002 – 2003)

Bio-accumulation des Métaux Lourds, Eléments-Traces et Radioéléments par les Lichens

Revue Bibliographique - Partie III

Bio-accumulation of Heavy Metals, Trace Elements and Radioelements by Lichens

Review - Part III

Laurent JACQUIOT* - Olivier DAILLANT**

Mots clés : lichens ; métaux lourds ; éléments-traces ; radioéléments ; radionucléides ; bio-accumulation.
Key words : lichens ; heavy metals ; trace-elements ; radioelements ; radionuclides ; bio-accumulation.

RESUME : La troisième partie de notre revue bibliographique sur la bio-accumulation de métaux lourds, d'éléments traces et de radioéléments par les lichens, est présentée dans cet article. Les publications sont présentées dans un tableau à cinq colonnes (Tableau 1). Dans les colonnes figurent respectivement : le nom du premier auteur et l'année de la publication étudiée, le site d'étude, le type d'étude, les éléments analysés, les espèces considérées.

ABSTRACT : The third part of our bibliographical review about bio-accumulation of radioelements in lichens has been realised. The aim of this work is to provide study references to everyone interested in and/or working on these subjects. Articles are presented in a five columns table (Table 1). The first column gives the name of the first author and the year of publication. The second column presents the geographical location of the research ; no site is mentioned for laboratory studies. The third one describes the type of work : **is** stands for "in situ", **ise** for *in situ* experiment, **I** stands for "Transplants" and **L** stands for "Laboratory study". The fourth and the fifth columns list respectively the chemical symbols of the elements and the abbreviations of the lichens species under study. All abbreviations are explained in a second table (Table 2). For instance "Pca,cons,su" means that the species under study are *Parmelia caperata*, *Parmelia conspersa* and *Parmelia sulcata*.

Further work....

In order to continue and to enrich this bibliographical review, we suggest to authors publishing in languages other than english or french, to send their results, as is in the Table 1 of this article. We would appreciate to receive the whole reference of the publications. All informations will be enclosed in an updated version of the review. *Take care ! ! ! !* Results and references should be written in latin alphabet.

* Observatoire Mycologique : 8 rue Gambetta, F-69330 MEYZIEU, FRANCE
laurent.jacquot@wanadoo.fr

** Observatoire Mycologique : Néronde, F-71250 MAZILLE, FRANCE
olivier.daillant@skynet.be

INTRODUCTION

Cette revue bibliographique sur la bio-accumulation de métaux lourds, d'éléments traces et de radioéléments par les lichens fait suite aux deux précédentes revues bibliographiques consacrées pour la première uniquement à la présence de métaux lourds et d'éléments-traces dans les lichens et pour la seconde uniquement aux radioéléments dans les lichens. Désormais, les publications traitant des métaux lourds et celles traitant des radioéléments sont regroupées dans un même article ; le présent article est donc considéré comme la 3^{ème} partie de notre revue bibliographique sur les lichens (1^{ère} et 2^{ème} parties : JACQUIOT L. & DAILLANT O., 1997 et 1999).

Nous enrichissons ainsi nos études sur la bio-accumulation des métaux lourds, des éléments-traces et des radioéléments par les lichens et les macromycètes (JACQUIOT & DAILLANT 1997, 1998).

LES ARTICLES RECENSES

Les articles étudiés traitent :

- de la bio-accumulation ou de l'exclusion de certains éléments-traces, métaux lourds ou radioéléments par certains lichens ;
- de l'effet sur les lichens d'une exposition à un rayonnement gamma artificiel.
- de la différence de réponse intergénérique, interspécifique et intraspécifique.
- de l'interaction entre les éléments (antagonisme, synergie d'accumulation, d'effets).
- des mécanismes d'adsorption, d'absorption, d'accumulation et de localisation des éléments dans le thalle.

METHODES DE PRESENTATION

Les articles sont présentés dans un tableau à cinq colonnes (Tableau 1).

Première colonne : nom du premier auteur et année de la publication ; les références complètes pourront ainsi être retrouvées en fin d'article.

Deuxième colonne : indications géographiques de l'étude. Les abréviations des locations sont explicitées en début du Tableau 2. Aucun site n'est mentionné pour les études en laboratoire.

Troisième colonne : type d'étude. L'étude de la présence d'éléments dans les lichens peut se faire de plusieurs façons. La méthode *in situ* (**is**) consiste à prélever des lichens sur le lieu d'étude puis à doser les éléments dans ces lichens ; la méthode "expérience *in situ*" (**ise**) consiste à soumettre des lichens dans leur milieu naturel à des éléments ou des radiations dans des conditions contrôlées puis à étudier leurs teneurs en éléments. La méthode des transplants (**T**) consiste à prélever des lichens dans des zones non polluées et à les réimplanter dans des sites pollués puis à mesurer leurs teneurs en éléments après un temps variable d'exposition. Le travail en laboratoire (**L**), consiste à

prélever des lichens et à les soumettre à des solutions de métaux lourds, d'éléments-traces, de radioéléments ou des sources radioactives puis à mesurer leurs teneurs en éléments.

Quatrième colonne : symboles des éléments chimiques faisant l'objet de chaque travail. Le terme « Gamma » est employé lorsque les lichens ont été soumis à une source de rayons gamma.

Cinquième colonne : espèces étudiées mentionnées sous forme abrégée d'après la nomenclature utilisée par les auteurs ; les abréviations sont explicitées dans le Tableau 2. Par exemple l'abréviation "Pca,cons,su" signifie que les espèces étudiées sont *Parmelia caperata*, *Parmelia conspersa* et *Parmelia sulcata*.

AUTRES ETUDES

Des revues et des articles reprenant les résultats d'études publiées par ailleurs ont été publiés sur les relations entre les lichens et les métaux lourds/éléments-traces/radioéléments : NASH (1976) sur les métaux lourds, SO₂ et HF dans les lichens ; RICHARDSON & NIEBOER (1980a) sur les structures pariétales et intracellulaires des symbiotes dans l'accumulation des métaux lourds ; RICHARDSON & al. (1980b) et McILVEEN & NEGUSANTI (1994) sur le nickel dans l'environnement et, entre autres, dans les lichens ; BROWN & BECKETT (1985a) sur l'acquisition, la localisation intra- et extracellulaire et les effets des métaux lourds sur les lichens ; BARGAGLI (1993) sur le biomonitoring du mercure par les lichens et les feuilles d'arbres ; SEAWARD (1994) discute de l'utilisation des biomoniteurs, en particulier des lichens, et l'illustre aux travers de ses travaux ; CRITTENDEN (1995) sur des études faites en NO Russie sur la radiocontamination des lichens ; RICHARDSON (1995) sur l'accumulation des métaux par les lichens et les champignons ; SEAWARD (1999, 2001) sur les lichens biomoniteurs de radioéléments par rapport à l'accident de Tchernobyl ; GARTY (2001a) sur le biomonitoring des métaux lourds par les lichens ; GARTY (200a et b) sur les métaux lourds/éléments-traces et les lichens ; RICHARDSON (2002) sur les métaux lourds dans les lichens ; SEAWARD (2002) sur les lichens biomoniteurs de radioéléments.

PUCKETT & BURTON (1981) et PUCKETT (1988) étudient les effets des métaux lourds sur les lichens et les mousses et leur biomonitoring par ces organismes vivants. WILLAMO & NUORTEVA (1987) exposent très succinctement leur étude sur le rôle des métaux lourds dans le déclin de forêts en Finlande et l'utilisation d'*Hypogymnia physodes* comme bioindicateur et, de même, LODENIUS & AUTIO (1987) sur l'effet du pH sur l'accumulation de Cu, Fe, Mn et Zn par *Cladonia* spp. FOLKESON & ANDERSSON-BRINGMARK (1988) déterminent les variations de couverture au sol de nombreuses espèces de *Cladonia* et sur écorce d'*Hypogymnia physodes* et d'autres lichens en fonction de la distance de fonderies ayant émis du Cu et du Zn et ainsi contaminées l'environnement (voir également

Tableau 1). BROWN & BROWN (1991) exposent le cycle des minéraux, dont les métaux lourds, par les lichens (voir également Tableau 1). FORD & LANDERS (1991) et FORD & al. (1992) relatent leur étude réalisée en Alaska centrale et du nord. Dans des spécimens de lichens *Cetraria cucullata*, *Masonhalea richardsonii* et de mousses, les teneurs en As, Cd, Cr Cu Ni Pb, V et Zn sont mesurées. Cependant les résultats donnés ne sont pas différenciés par espèces de lichens ou de mousses.

En 1980, HICKMOTT observe des lichens (*Caloplaca citrina*, *Candelariella aurella*, *Lecanora dispersa*, *Physcia casea*, *Scoliciosporum umbrinum* et *Xanthoria parietina*) sur des incrustations en plomb de pierres tombales (Angleterre, N Somersset, high Littleton).

ALSTRUP (1984) analyse des substrats sur lesquels poussent des *Acarospora isortoqensis* et en déduit que ce lichen pousse de préférence sur des pierres riches en cuivre et occasionnellement sur celles riches en fer.

HANSEN & GRAFF-PETERSEN (1986) décrit la répartition de lichens (*Candelariella*, *Gyalidea lecideopsis*, *Lecanora polytropa*, *Physcia*, *Polysporina simplex*, *Pseudephebe minuscula*, *Rinodina bischoffii* et *Xanthoria*) sur les fragments d'une météorite riche en fer, trouvée en 1971 sur Ella Island (CE Groenland).

JONES & WILSON (1986) exposent leurs résultats et ceux d'autres auteurs sur la présence de minéraux de Cu, Fe, Mn et Pb dans des lichens crustacés saxicoles. PURVIS (1985) étudie la répartition de populations lichéniques sur des substrata riches en Cu, Fe, Cr/Ni et Zn/Pb.

BOYLE & al. (1987) considère des lichens comme indicateurs de la composition géochimique de gabbros différents disposés côte à côte ou superposés (Irlande, CE Creggaun, près de Letterfrack). Les lichens se développent beaucoup sur l'un (lichen-gabbro) et très peu sur l'autre (green-gabbro) ; ceci permet de distinguer ces deux gabbros de texture et minéralogie similaire. Le lichen-gabbro est plus riche en Ce, Nd, P₂O₅, TiO₂, V et Zn, et plus pauvre en SiO₂ que le green-gabbro ; ceci serait la cause de l'abondance des lichens sur le lichen-gabbro. De plus, les acides sécrétés par les lichens dégradent la roche, relarguant ainsi certains minéraux et métaux lourds ; ceci contribuerait également au développement des lichens sur le lichen-gabbro.

Dans son étude sur la flore lichénique du Northumberland (NO Angleterre), GILBERT (1980) remarque que le nord Pennine, ancienne région minière pour l'extraction du barium, du plomb et du zinc, le sol contaminé en métaux lourds porte de nombreuses espèces de lichens. GILBERT & JAMES (1987) étudient la flore lichénique de la Péninsule Lizard (SO Angleterre, Cornwall) sur des serpentines. Celles-ci ont des compositions différents en Cr, Fe, Mg et Ni, dans la disponibilité des nutriments et, sous des conditions climatiques différentes, présentent des flores différentes. A la mine de Poldice (Gwennap, Goon Gumpas), *Psilolechia leprosa* se répand et fructifie sur les constructions couvertes de poussières riches en composés cupriques. Dans ce lieu très pollué en

métaux lourds, peu de lichens subsistent. Cependant ils notent la présence d'*Acarospora impressula*, *A. pelioscypha* et *Cladonia cariosa*. A East Basset Stamps (Redruth, Church Coombe), *Psilolechia leprosa* est également rencontré sur des supports imprégnés de minéraux cupriques.

COPPINS & PURVIS (1987b) et PURVIS (1987) ont trouvé *Psilolechia leprosa* sur des substrata riches en Cu ; le thalle de ce lichen pouvant être faiblement bleuâtre par la formation de cristaux d'oxalate de cuivre. Egalement, ils ont trouvé *P. lucida* pouvant se développer sur des substrata riches en Fe ou en Cu. COPPINS (1987a) mentionne la présence de *Veizdaea acicularis*, *V. leprosa*, *V. rheocarpa*, *V. retigera* et *V. stipitata* sur des sols contaminés par le plomb et COPPINS & VAN DEN BOOM (1995), la présence de *Micarea confusa* sur des sols contaminés par des métaux lourds, surtout Cd et Zn. PURVIS & HALLS (1996) étudient les différentes associations d'espèces de lichens sur des substrats riches en cuivre, en fer, en plomb/zinc ou en chrome/nickel. Il en résulte que chaque milieu subit une colonisation par des communautés lichéniques différentes. PURVIS (1993) soutient la sauvegarde des terrils, riches en Cu, Fe, Pb ou Zn, afin de préserver les lichens qui se développent dessus ; ceci permettrait de protéger des espèces et des communautés rares et d'étudier des écosystèmes stressés par des teneurs élevées en métaux lourds toxiques.

En 1988, WOODS décrit la pauvreté floristique engendrée par l'utilisation de déchets de mines de Cu, Pb et Zn dans la construction du chemin de fer (Angleterre, Montgomery, Radnor et Rhayader) et la persistance de la toxicité de ces métaux lourds, même 25 ans après la fermeture de la voie. Cependant les lichens *Veizdaea leprosa*, *V. retigera* et *Steinia geophana* sont rencontrés dans cette zone. Il rappelle également la tolérance de *Psilolechia leprosa* pour le Cu et le développement de *V. leprosa* sur des mousses dont la croissance est favorisée par la suppression des végétaux supérieurs par la concentration en Zn d'un sol acide.

Dans sa description de la flore lichénique du Dartmoor (SO Angleterre), GIAVARINI (1990) recensent les espèces, parfois très rarement rencontrées ailleurs, présentes sur les roches métallifères riches en Cu, Pb et Sn parfois associés à Ag, As, Fe et W.

D'après GAUSLAA (1995) les écorces d'arbres phorophytes de communauté *Lobarion* d'une part et *Pseudevernia* d'autre part diffèrent, entre autres, par leur composition chimique en micro-éléments : les premières sont plus riches en Al, B, Cu, Fe, Mn et zn que les secondes, et pas de différences significatives pour Cd et Mo.

En 1995, PRIETO LAMAS & al. relate la dégradation des minéraux de biotite de murs d'église construites en granite (NO Espagne, Galicie, Santiago de Compostela) par les lichens (en particulier *Ochrolechia parella*, *Peltigera leucosora*, *Tephromela atra* et *Xanthoria parietina*) ; ce processus libérant des hydroxydes d'aluminium et des oxyhydroxydes de fer.

FREITAS & al. (1994b) comparent 6 méthodes d'analyses (INAA/méthode k_0 , INAA/méthode comparative, PIXE/Thick Target, PIXE/Thin Target, XRF, AAS/ICP-ES) pour déterminer la teneurs en Ag, Al, As, Ba, Br, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Eu, Fe, Gd, Hf, Hg, La, Lu, Mn, Nd, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Sr, Ta, Tb, Th, Ti, Tm, U, V, Yb et Zn dans le lichen de référence IAEA-336 (et le chou de référence IAEA-359) afin de les comparer aux valeurs données par l'IAEA et de déterminer l'efficacité des 6 méthodes d'analyses. RAHN & HUANG (1999) publient une technique graphique pour analyser les données d'une étude sur les métaux lourds dans des lichens collectés au Portugal par FREITAS & al. (1997). QUEVAUVILLER & al. (1996) relate l'analyse de *Pseudevernia furfuracea* par 11 laboratoires utilisant des méthodes différentes pour être certifié pour Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn ; d'autres mesures (non certifiées) ont été réalisées pour Ba, Br, Co, Fe, Mn, Mo, Sb, Se, Sn et V. SCHMELING & al. (1997) montrent que leurs mesures par TRFX de Cu, Fe, Mn, Pb, Rb, Sr et Zn sur *Evernia prunastri* IAEA-336 certifié sont corrélées avec les mesures obtenues par les autres méthodes utilisées pour certifier ce lichen. Par EPR (Electron Parametric Resonance), JEZIERSKI & al. (1999) détectent les effets de polluants atmosphériques dans les thalles de lichens (prélevés en basse Silésie, SO Pologne, surtout dans les Sudètes) : concentrations en $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$ et en radicaux libres proportionnelles à la teneur en Mn et corrélées à la vitalité de l'organisme. Tous les thalles d'*Evernia prunastri*, d'*Hypogymnia physodes*, de *Lasallia pustulata*, de *Parmelia saxatilis*, de *P. sulcata*, de *Pseudevernia furfuracea*, d'*Umbilicaria cylindrica*, d'*U. deusta*, d'*U. hirsuta* et d'*U. polyphylla* présentent des signaux Mn et Fe et des radicaux libres. La teneur en radicaux libres augment après immersion des thalles dans des solutions de $SnCl_2$ et de $CuCl_2$.

BENNETT & BUCHEN (1995b) ont créé trois bases de données (BIOLEFF, LICHENS et METALS) sur les effets des polluants atmosphériques sur la végétation. BENNETT (1998) réalise une analyse statistique en utilisant les articles traitant de l'accumulation d'éléments-traces par *Hypogymnia physodes*. REIS & al. (1999a) établissent et testent un modèle mathématique de suivi de l'accumulation de Al et Pb par des transplants de *Parmelia sulcata*. BENNETT (2000a) étudie 75 publications sur *Hypogymnia physodes* pour déterminer les teneurs de base et enrichies en Al, As, B, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Mn, Pb, Ti, V et Zn.

Dans une étude sur le dépérissement d'une forêt et sur l'émission de SO_2 et de métaux lourds dans la péninsule de Kola, en Russie, ALEXEYEV (1995) définit le degré de dépérissement de la végétation en utilisant, entre autre, les modifications morphologiques et de

croissance des lichens ainsi que l'appauvrissement de la flore lichénique.

Au Groenland, AASTRUP & al. (2000) étudient les variations saisonnières et géographiques des teneurs en Cd, Cu, Hg, Pb, Se et Zn des muscles et foies de caribous et de rennes qui sont plus importantes dans les endroits riches en lichens. Ces variations seraient principalement dues à la quantité de lichens accessibles, surtout en hiver, à ces animaux pour se nourrir. DIETZ & al. (2000) présente un résumé de données du programme AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) réalisé au Groenland sur, entre autres, les teneurs en As, Cd, ^{137}Cs , Hg, Pb et Se dans *Cetraria nivalis*.

CLARK & al. (2000) et BENCH & al. (2001) dosent le ^{14}C pour déterminer l'âge de leur lichen étudié (voir également Tableau 1).

Dans des fragments de lichen fossile de l'éocène, GARTY & al (1982) analysent les formations cristallines de pyrite (Fe-S) au niveau des ascospores et des pycnidiospores. Ceci refléterait l'accumulation de fer et de soufre engendrés par le volcanisme de l'époque.

CONCLUSION

Cette revue bibliographique présentée sous forme d'un tableau à cinq colonnes donne aux personnes intéressées des informations qui leur seront utiles et de les mettre en relation avec leurs sujets d'étude selon que leur intérêt se porte sur une région à étudier, des protocoles de laboratoire, des éléments ou des espèces précis... Cependant il n'a pas été possible d'avoir accès à certaines études, les auteurs présentent d'avance leurs excuses pour ces omissions et sont reconnaissants des informations supplémentaires qui pourraient leur être communiquées et qui seraient reprises dans une mise à jour ultérieure.

Enfin, nous proposons aux auteurs publiant dans d'autres langues que le Français et l'Anglais de nous adresser leurs résultats sous forme d'un tableau, comme le Tableau 1 de cet article. Il sera également nécessaire de mentionner la référence complète de l'article. Toutefois nous ne pourrions traiter que les informations écrites en alphabet latin. Nous nous chargeons donc de collecter et de regrouper les renseignements qui nous seront parvenus.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les auteurs qui ont envoyé leurs articles et/ou le résumé de leurs articles sous forme d'un tableau à cinq colonnes.

TABLEAU 1 : Publications examinées présentées sous forme de tableau synoptique, avec indications géographiques, le type des études, les éléments recherchés et les espèces examinées (Pour la légende, voir texte et Tableau 2)

TABLE 1 : Papers examined presented on a synoptic table with the geographic origin, the type of research, the elements analysed and the species monitored

(See text and Table 2 for the legend)

Errata/Complément aux parties I et II (JACQUIOT & DAILLANT, 1997 et 1999)

AUTEUR(S)	SITE(S)	TYPE(S)	ELEMENT(S)	ESPECE(S)
FALANDYSZ 1998	N POLOGNE	is	Ag Al As Ba Bi Cd Ce Co Cr Cs Cu Dy Er Fe Ga Gd Hg Ho La Lu Mn Nd Ni Pb Pr Rb Sb Sm Sn Sr Tb Th Tl Tm U Y Yb Zn	Cpy,ra Ep Hp Psu PEc PSf Rfar Xpa
FOLKESON 1988	SE SUEDE, Gusum	is	Cd Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra Hp
JOVANOVIC 1995	MONTENEGRO	is	Al As Au Ba Br Ce Co Cr Cs Dy Eu Fe Ga Hf La Mn Nd Rb Sb Sc Se Sm Tb Th Ti U V W Zn	DIPc Hc Le

AUTEUR(S)	SITE(S)	TYPE(S)	ELEMENT(S)	ESPECE(S)
ANTONELLI 1998		L	Cd Cr Cu Pb Zn	Ep
BAEZA 1994	N ANTARCTIQUE, Iles Shetland du Sud, Iles Livingston (près de la base espagnole Juan Carlos I)	is	²²⁸ Ac ⁷ Be ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K ²²⁶ Ra ⁹⁰ Sr ²⁰⁸ Tl ²³⁵ U ²³⁸ U	USa
BARCI 1988	SE FRANCE, Nice	is	^{110m} Ag ¹⁴⁰ Ba/ ¹⁴⁰ La ¹⁴¹ Ce ¹⁴⁴ Ce/ ¹⁴⁴ Pr ¹³⁴ Cs ¹³⁷ Cs ⁹⁵ Nb ¹⁰³ Ru ¹²⁵ Sb ¹²⁹ Te ⁹⁵ Zr	USb

BARGAGLI 1990	CO ITALIE, C Toscane, région de Sienne (Mt Amiata)	is	Hg	Psu
BARGAGLI 1991	NE ITALIE, région de Vicenza (Breganze, Schio, Thiene)	is	Cu Cr Fe Hg Pb Zn	Psub
BARGAGLI 1992	ANTARCTIQUE, N Terre Victoria (de Football saddle à Cape Ross), Péninsule Antarctique (Graham Land, Paradise Bay), Ile King George (Admiralty Bay), Ile Deception (Whaler Bay)	is	Al Cd Hg Pb	UMde USa
BARGAGLI 1993	ANTARCTIQUE, N Terre Victoria	is	Hg	UMde
BARGAGLI 1995	S ITALIE, Calabre	is	Al Cd Cr Cu Fe Hg Mn Ni Pb Zn	Ppe
BARGAGLI 1999	ANTARCTIQUE, N Terre Victoria	is	Al Cd Cr Cu Fe Mn Pb Zn	UMde
BARSTOW 1977	NCE USA, Michigan (Keweenaw County, Sedar Bay)	is,L	Gamma (60Co)	Cmi
BENCH 2001	CO USA, NE Utah, Mt Uinta (près de Kamas)	is	¹⁴⁰	CAt
BENNETT 1995a	NCE USA, NO Michigan, NO Lac Supérieur (Ile Royale)	is	Al As B Cd Co Cr Cu Fe Mn Mo Ni Pb Se Zn	Em Hp
BENNETT 1996	NCE USA, O et S Lac Michigan : NO Indiana (Indiana Dunes) E Wisconsin (Point Beach, Schlitz Audubon, Toft Point)	T	Al As B Cd Co Cr Cu Fe Hg Mn Mo Ni Pb Se Zn	Hp

BENNETT 1997	NC USA, N Minnesota, Voyageurs National Park (West Landfill, East Landfill, Radio Tower, County Rd UT213, County Rd 109, Wayside, Tilson Bay, Air Quality Monitoring Station, Big American Island, Lichen Island)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Hg Mn Ni Pb Zn	Cra Em Hp Psu
BENNETT 1999a	NC USA, N Minnesota, Superior national Forest, Boundary Waters Canoe Area Wilderness (Basswood Lake, Isabella Lake, lac La Croix, Saganaga Lake, Trap Lake, Trout lake)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra Em Hp Psu
BENNETT 1999b	CO USA, Wyoming, Yellowstone National Park (Divide Lake, Dunraven, Lake Butte, Pebble Creek, Snake River, Yellowstone Lake)	is	Al As B Cd Co Cr Cu Fe Hg Mn Mo Ni Pb Ti V Zn	Bfr LETv
BENNETT 2000a	Herbier de l'Université du Wisconsin, lichens prélevés au CANADA (North West Territories) et aux USA (Alaska) entre 1958 et 1964	/	Al As B Cd Co Cr Cu Fe Mn Mo Ni Pb Zn	N.D.
BENNETT 2000b	NC USA, N Dakota, Theodore Roosevelt National Park	is	Al As B Cd Co Cr Cu Fe Hg Mn Mo Ni Pb Ti V Zn	Psu XPch

BENNETT 2001	CE USA, Missouri (Hercules Glades (Coy Bald, 2 et 0,5 miles NO de Hercules Tower, Long Creek, Persimmon Hollow)), Arkansas (Caney Creek (O de Buckeye Mt, SO de Porter Mt), Upper Buffalo (SE de Turner Ward Knob, Upper Boen Gulf))	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cst Pr
BOSSERMAN 1981	SE USA, SE Géorgie/N Floride (Okefenokee Swamp)	is	Al B Cd Co Cr Cu Fe Mn Ni Pb Sr Zn	P US
BRANQUINHO 1999	S PORTUGAL, Alentejo (mine de Neves-Corvo ; Serra de Grândola)	is,L	Cu	Rfas
BRODO 1964	EN USA, Long Island (Brookhoven National Laboratory)	ise	Gamma	ARc ART BAEr BUp C CANDc Hp Lcae,ch,co LEu,v P Pb,su,sub PARp PERp PHai,s R
BROWN 1985b		L	Cd	Cpo PEho,m
BROWN 1991		L	Zn	PEho
BROWN 1994	CO ITALIE, C Toscane, Mt Amiata	is	Al Cr Cu Fe Mn Pb Zn	Psu
CAMPO 1996	NO ITALIE, Autoroute A32, Vallée de Suse	is	Cd Cr Pb Zn	Psa+Xpa
CHETTRI 1997a		L	Cu Pb Zn	Ccon,r
CHETTRI 1997b	NC GRECE, Macédoine (Gerakario (Kilkis), Megali Panagia (Chalkidiki))	is	Cr Cu Mn Pb Zn	Ccon,ci,r,ra,ste CORa Ep NPp Psu Rfr XPTa
CHETTRI 1997c		L	Cu Pb Zn	Ccon,r

CLARK 2000	CO USA, EC Utah, San Raphael (près de Wedge Overlook)	is	14C	RHCg
CLOCCHIATTI 2002	S ITALIE, E Sicile (Etna, Augusta)	is	Ag As Bi Cd Co Cr Cs Cu Mo Ni Pb Sb Se Sn Te U V W Zn Zr	Pti PSf Rfr Xc,pa
COSTA 2002	SO PORTUGAL, estuaire du Sado	T	As Ce Hg La Sb Sc V Zn	N.D.
DE BRUIN 1985b	SC PAYS-BAS, De Kempen	is	Al As Au Br Cd Ce Co Cr Dy Eu Fe Hf Hg La Lu Mn Sb Sc Se Th Ti U V W Yb Zn	Lco
DE BRUIN 1985a	SC PAYS-BAS, De Kempen	is	Al As Br Cd La Lu Mn Sb Sc Se Th Ti V W Yb Zn	Psu
DE BRUIN 1986a	SC PAYS-BAS, De Kempen	is	Al As Au Br Cd Ce Co Cr Dy Eu Fe Hf Hg La Lu Mn Sb Sc Se Th Ti U V W Yb Zn	Lco Psu
DE BRUIN 1986b	SC PAYS-BAS, De Kempen	is	Al As Br Cd Co Cr Eu Fe Mn Sb Sc Th V W Zn	Lco
DE BRUIN 1987	SC PAYS-BAS, De Kempen	is	Al As Br Cd Co Cr Cu Eu Fe Mn Sb Sc Se Th Zn	Psu
DERUELLE 1996	CN FRANCE, O Seine & Marne (Forêt de Fontainebleau, Autoroute A6)	is	Pb	Cch,po Ep Hp Lco LApu Pca UMg USh
DILLMAN 1996	NO USA, SE Idaho, région de Pocatello (raffinerie de phosphate)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	RHPm
DONGARRA 1994	SO ITALIE, NE Sicile (transect de Milazzo à Ali)	is	Al Cu Ni Pb Sb V Zn	Xc
DONGARRA 1995	SO ITALIE, NE Sicile (transect de Milazzo à Ali)	is	Al As Au Cr Cu Ni Pb Sb Sc V Zn	Xc

DONGARRA 1998	SO ITALIE, île Vulcano	is	Al As Au Ba Br Co Cr Cs Cu Fe Hf Mn Mo Ni Pb Rb Sb Sc Sr Th Ti U V Y Zn	P
FAHSELT 1995	C CANADA, C Ontario, mines d'uranium d'Elliot Lake (Quirke N°2) et d'Agnew Lake	is	Ce Cr Cs La Rb Sc Sm Th U Zn	Cmi
FALANDYSZ 1997a	NC POLOGNE, Parc Trojmiejski	is	Hg	Car,co,fi,fo,mi CEi Hp Psu PEd,r PHT PHYd PLg
FALANDYSZ 1997b	NC POLOGNE, forêt Tucholskie	is	Hg	Hp
FALANDYSZ 1998	N POLOGNE	is	Hg	Hp
FEIGE 1988, 1990	ALLEMAGNE, Alpes bavaroise, Baden- Württemberg, forêt de Bavière, Nordrhein- Westfalen ; AUTRICHE ; CO FRANCE, Bretagne ; SO ISLANDE, près de Reykjavik ; CO ITALIE, Toscane ; CE SUEDE, Västerbotten ; NCO SUISSE, Alpes du canton de Berne	is	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs	Ao Car,con,fu,r CEi Hp LApu LOp PSf Rfar,fas,si ROf,fu STa
FERRARA 1988	CE ITALIE, C Toscane, Mt Amiata	is	Hg	Psu
FREITAS 1993	SO PORTUGAL, Sinis	is	Ce Eu La Lu Nd Sm Tb Yb	Psu
FREITAS 1994a	SO PORTUGAL	is	Ag As Br Co Cr Fe Hg Sb Se Zn	Psu
FREITAS 1996	SO PORTUGAL, Setubal et Sinis	T	Ni Sb V	Psu
FREITAS 1997	PORTUGAL	is	As Br Ce Co Fe Hg La Mn Sb Sc Se V Zn	Pca,su
FREITAS 1999	PORTUGAL	is	As Cr Hg Ni Pb Sb Se V	Psu

FREITAS 2000	CSO PORTUGAL, région de Lisbonne et estuaire du Sado	T	As Cr Hg La Sb Se V	Psu ; IAEA-336
GARTY 1995	S ISRAEL, C Negev Highlands, Sede Boqer	is,L,T	Cu Fe Mn Pb Zn	Rma
GARTY 1996	CO FINLANDE, Golf de Bothnia (Oulu (aleksanterinkatu, Tuira (autoroute Kemi), Uusikatu), Oulunsalo, Peuhu)	is,T	Cd Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Hp USh
GARTY 1997a	SO ISRAEL, région d'Ashdod ; NE ISRAEL, vallée Esdraelon (forêt HaZorea)	is,T	Cd Cu Fe Mn Ni Pb	Rd
GARTY 1997b	SO ISRAEL, région d'Ashdod ; NE ISRAEL, vallée Esdraelon (forêt HaZorea)	is,T	Al Cr Fe Ni Ti V	Rd
GARTY 1997c	CO FINLANDE, Golf de Bothnia (Oulu (aleksanterinkatu, Tuira (autoroute Kemi), Uusikatu), Oulunsalo, Peuhu)	is,T	Cd Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Hp
GARTY 1997d	CO FINLANDE, Golf de Bothnia (Oulu (aleksanterinkatu, Tuira (autoroute Kemi), Uusikatu), Oulunsalo, Peuhu)	is,T	Cd Cu Fe Mn Ni Pb Zn	USh
GARTY 1997e	SO ISRAEL, région d'Ashdod ; NE ISRAEL, vallée Esdraelon (forêt HaZorea)	is,T	Ni V	Rd

GARTY 1997f	SO ISRAEL, région d'Ashdod ; NE ISRAEL, vallée Esdraelon (forêt HaZorea)	is,L,T	Cr Cu Fe Mn Ni Pb V	Rd
GARTY 1998a	SO ISRAEL, région d'Ashdod ; NE ISRAEL, vallée Esdraelon (forêt HaZorea)	T	Al B Ba Cr Cu Fe Mn Ni Pb Sr Ti V Zn	RI
GARTY 1998b	SO ISRAEL, région d'Ashdod ; NE ISRAEL, vallée Esdraelon (forêt HaZorea)	T	Al B Ba Cr Cu Fe Mn Pb Sr Ti Zn	Rd
GARTY 2000c	N ISRAEL, baie d'Haïfa, forêt HaZorea (Ramothe Menashe), Parc National Mont Carmel	T	Ba Cu Ni V Zn	RI
GARTY 2001b	N ISRAEL, baie d'Haïfa, forêt HaZorea (Ramothe Menashe), Parc National Mont Carmel	T	Ba Cr Cu Fe Hg Mn Ni Pb V Zn	RI
GARTY 2001c	N et NO ISRAEL, baie d'Haïfa, forêt HaZorea (Ramothe Menashe), Parc National Mont Carmel, Parc Jabotinski, Ramat HaNadiv	T	Al B Ba Cr Cu Fe Li Mn Ni Pb Sr Ti V Zn	RI
GARTY 2002a	S ISRAEL, Negev Highlands (Beer Sheva, Ramat Hovav, Tellalim)	is,T	Al Ba Cr Cu Fe Mn Pb Sr V Zn	Rma
GARTY 2002b	S ISRAEL, C Negev Highlands (Ramat Hovav, Tellalim)	is,T	B Cd Co Cu Fe Mn Ni Pb Sr Zn	Rma

GOMBERT 1998	EC FRANCE, CE Isère, (Grenoble (incinérateur d'ordures ménagères), Chartreuse)	is,T	Cd Pb	ANc Hp LETd LOp Pca,su PHa US Xpa
GRASSO 1999	S ITALIE, Ile Vulcano, Sicile (Etna)	is	Al As Ba Br Ce Co Cr Cs Eu Fe Hf La Mn Pb Rb Sb Sc Sm Sr Ta Th Ti V	P PH X ; IAEA-336
HOVE 1990	S NORVEGE, Jotunheimer (Griningsdalen)	is	¹³⁴⁺¹³⁷ Cs	N.D. (surtout Cste)
JERAN 1993	CE SLOVENIE, Dutovlje, Ljubljana, Uzmani, Velenje	T	As Ba Br Ce Co Cr Cs Cu Fe Ga Hf La Lu Nd Pb Rb Sb Sc Se Sm Ta Tb Th U W Yb Zn Zr	Hp
JERAN 1996a,b	SLOVENIE	T	Ag As Ba Br Ce Cd Co Cr Cs Fe Ga Hf Hg La Mo Rb Sb Sc Se Sr Sm Tb Th U W Zn	Hp
JONES 1980	O ECOSSE, Argyllshire (Killundine)	is	Al Fe	PERc
KAUPPI 1998		L	Cu Fe Zn	Cste
LANDERS 1995	NO USA, N Alaska (Brooks Range)	is	Hg	CEcu MAr UMhy
LODENIUS 1995	S FINLANDE	is,L	Hg	Hp
LOPPI 1995	CO ITALIE, C Toscane, région de Sienne (Travale- Radicondoli)	is	Al As B Cd Co Cr Cu Fe Hg Mn Mo Ni Pb Sb Zn	Pca
LOPPI 1996a	C ITALIE, Travale- Radicondoli	is	Al As B Cd Co r Cu Fe Hg Mn Mo Ni Pb Sb Zn	Pca
LOPPI 1996b	CO ITALIE, Toscane, Montieri	is	Al As B Ba Cd Co Cr ¹³⁷ Cs Cu Fe Hg Mn Mo Pb Sb Sr Ti V Zn	LOp Pca
LOPPI 1997a	CO ITALIE, C Toscane, Mt Amiata (Abbadia S. salvatore, Piancatagnaio)	is	As B Hg	Pca

LOPPI 1997b	C ITALIE, Travale-Radicondoli	is	As B Cd Cu Fe Hg Mn Pb Zn	Pca
LOPPI 1997c	CO ITALIE, C Toscane, région de Sienne (Belforte, Chianti, Travale-Radicondoli)	is	β ραδιοαχτρωτ	Pca
LOPPI 1997d	CO ITALIE, C Toscane (20 km SO Sienne)	is	Al Cu Fe Hg Mn Mo Zn	Pca
LOPPI 1997e	CO ITALIE, Toscane	is	Al As Cd Co Cr Cu Fe Hg Mn Mo Ni Pb Sb Zn	Pca (marge/centre)
LOPPI 1998a	CO ITALIE, C Toscane, région de Sienne (Belforte, Chianti, Travale-Radicondoli)	is	As B Hg	Pca
LOPPI 1998b	CO ITALIE, C Toscane (Chianti)	is	Al As B Ba Cd Co Cr Cu Fe Hg Mn Mo Pb Sb Sr V Zn	Pca
LOPPI 1999	CO ITALIE, C Toscane, région de Sienne (Piancastagnio)	is	Al As B Cd Cu Fe Hg Mn Pb Sb Zn	Psu
LOPPI 2000a	CO ITALIE, C Toscane, Mt Amiata (Acquapassante, Bagui S. Filippo)	is	Al As B Cd Cu Fe Hg Mo Pb Sb Zn	Pca
LOPPI 2000b	CO ITALIE, C Toscane, Mt Amiata (Poggibonsi)	is	Al Cd Cr Cu Fe Hg Pb Zn	Pca
MAKHOLM 1998	NC USA, NCE Wisconsin (Port Edwards, Vilas County)	T	Hg	Hp
MICHEL 1997	EC FRANCE, S Saône & Loire, Mâcon	is	Cd Co Cr Fe Hg Mn Ni Pb V Zn	Psu Xpa
MIETELSKI 1999, 2000 + OLECH 1998	O ANTARCTIQUE, S Iles Schetland (Ile King George, Ile Déception), Péninsule Antarctique	is	²⁴¹ Am ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K ²¹⁰ Pb ²³⁸ Pu ²³⁹ + ²⁴⁰ Pu ²²⁸ Ra(²²⁸ Ac) ¹⁴⁷ Sm ²²⁸ Th ²³⁰ Th ²³² Th ²³⁴ U ²³⁵ U ²³⁸ U	USa, au-at

MIHOK 1989	CS CANADA, S Manitoba (près de Pinawa)	is	137Cs 40K 106Ru 125Sb	US ; épiphytes N.D.
MOORE 1995	C CANADA, NO Ontario, Experimental Lakes (50 km SE Kenora)	is	Hg	Cra,ste
NEDIC 2000	N.D.	is,L	137Cs	Cfi CEi USB
NIEBOER 1977	CANADA : O North West Territories, Mackenzie Valley (Fort Simpson, près de Inuvik, Tuktoyaktuk et site à 75 miles SE/270 miles NE de Yellowknife) ; N Ontario, Sudbury District (transect NNO de Copper Cliff)	is,L	Cu Fe Ni Sr Tl	Cal,de,mi,u Nar PEa+po STpa THv UMd,mu ; ; ; échantillon composé (2A+8C+5CE+1DAa+1Nar+2PE+1STt+1THv)
NEUMANN 1989	ALLEMAGNE, forêt de Bavière (Arber, Dreisessel), Forêt Noire (Belchen, Richtstein), SO Westphalie (Eifel/ Kall) ; SUEDE, Västerbotten (Vindeln, Umea) ; SC SUISSE (Oberaar Alpen)	is	110mAg 144Ce 134Cs 137Cs 103Ru 106Ru 125Sb 95Tc 95Zr	Car CEi Hp
NIFONTOVA 1976		L	137Cs 90Sr	Cal,am,sy P Pec UMpe US
NIFONTOVA 1977		L	137Cs 90Sr	Cam
NIFONTOVA 1979a		L	137Cs 90Sr	Cam PEc UMpe
NIFONTOVA 1979b		L	137Cs 90Sr	Cam PEc UM
NIFONTOVA 1981		L	144Ce 60Co 55Fe	Cam,ra,ste P PEc UMpe US

NIFONTOVA 1988	CO RUSSIE, Ourals, Centrale nucléaire Beloyarsk, Ol'khovskoe, site contrôle à 60 km SO de la centrale	is	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	Hp
NIFONTOVA 1989	RUSSIE	is,L	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr Gamma	N.D.
NIFONTOVA 2000	CO RUSSIE, N Ourals, Mt Kos'vinskii Kamen', Mt Denezhkin Kamen', Mt Slantsevaya	is	¹³⁷ Cs ⁹⁰ Sr	Ao Cam,ar,ra,ste CEI FCcu,n ; lichens(C+CE+N.D.)+mousses
NYANGABAB O 1987	CS OUGANDA, Kampala (Bwaise, Centre-ville, Kamwokya, Kasubi, Katwe, Kisenyi, Kyebanbo, Nsambya, terrain de golf, Zone Industrielle)	is	Cd Fe Ni Pb	CALu
OLECH 1998	O ANTARCTIQUE, S Iles Shetland du Sud (Ile King George et Ile Livingston)	is,T	Pb	Usa,au
POBLET 1997	O ANTARCTIQUE, S Iles Shetland du Sud, SO Ile 25 de Mayo/King George (région de la station scientifique argentine Jubany)	is	Cd Cu Fe Mn Pb Zn	Usa,au
POTTER 1969	USA, NO Alaska, Anaktuvuk Pass/Brooks Range	is	¹³⁷ Cs	N.D.
PRUDENCIO 2000	N PORTUGAL	is	As Ba Br Ce Co Cr Cs Eu Fe Ga Hf La Lu Nd Rb Sb Sm Ta Tb Th U W Zn	Psu

PUCKETT 1978	C CANADA, Northwest Territories	is	Al As Co Cr Cu Fe Mn Ni Pb Sb Sc Ti V Zn	An,o Cam,ar,ra,ste CEcu,d,i,l,n,t CORd DAa PEa STa,b,pa THs UMhy,hy-r,ly
PYATT 1999	SE USA, SE Louisiane, Audubon Park	is	Al Cd Cr Fe Mn Ni Pb	PAP
PULLUM 1972		L	Gamma (60Co)	Cv
QUINCHE 1975, 1976	O SUISSE (Valais, Vaud)	is	Hg	LETv Pca,fur Usd
RAMELOW 1998		L	Cu Pb	Cev Rst / électrodes
REIS 1996	PORTUGAL	is	As Ba Br Cr Cu Fe Ga Mn Ni Pb Rb Sr Ti V Zn Zr	Psu
REIS 1999a	N.D.	T	Al Pb	Psu ; IAEA-336
REIS 1999b	CSO PORTUGAL, région de Lisbonne et estuaire du Sado	T	As Cr Hg La Ni Pb Sb Se V	Psu ; IAEA-337
RIGET 2000	GROENLAND, Avanersuaq (Qaamaaq), Nuuk, Qaqortoq, Tasūlaq	is	Al As Cd Cr Cu Fe Hg Ni Pb V Zn	CEn
ROSSBACH 1999	S ALLEMAGNE, Forêt bavaroise ; O CANADA, S Alberta, Calgary ; CE RUSSIE, Lac Baïkal ; SRI LANKA	is	As Ba Cd Ce Co Cu Hg Pb Nd Rb Sn Sr Th TI U Zn	US ; IAEA-336
SAINSBURY 1968	USA, OC Alaska, Péninsule Seward	is	Ag Al As Be Cu Li Nb Pb Sn Zn	
SARRET 1998	N et EC FRANCE, EC Nord (Auby), EC Loire-Atlantique (Nantes)	is	Pb Zn	DIm Xpa

SAWIDIS 1995	N GRECE, Macédoine/Thrace (Chalkidiki, Kilkis, Klimataki, Mt Hortiatis, Mt Olympus, Mt Vermion, Serres, Thessaloniki)	is	Cd Cu Pb Zn	ANc C Ccon,fu,r CO Dm Ep Hp L Lmu LAPu NPp Psa,su,til PEc PER PLEa PSf Rfar,fas,fr SQg UMcr,g US Xc,pa XPc,ta
SCERBO 1999	CO ITALIE, CO Toscane (Région de Livorno et Ile d'Elba)	is	As Cd Cr Hg Ni Pb V Zn	Xpa
SCERBO 2002	CO ITALIE, CO Toscane (Province de Pise)	is	As Cd Cr Hg Ni Pb V Zn	Xpa
SCOTTER 1973	C CANADA, Northwest Territories, O Dolomite Lake (11,3 kms SE Innvik)	is	Cu Fe Mn Mo Zn	Cmi, ra CEn
SEAWARD 1980	SO POLOGNE, Sudètes, Karkonoze (Miedzianka)	is	Cr Cu Mn Ni Pb Zn	CEi CORa
SEMADI 1995	NE ALGERIE, régions d'Annaba (Route Nationale 44) et de Seraïdi	is,T	Pb	Rfar
SHACKLETTE 1972	CE USA, Missouri, Iron County (près de Bellevue)	is	Cd	Cra
STANKOVIC 1996	S YOUGOSLAVIE, Montenegro, Parc National Durmitor (près du Lac Noir et Mlinski Potok)	is	134Cs 137Cs 40K 226Ra 232Th 235U 238U	PEc PSf
TAKACS 1999		L	Al Co Cr Cu Fe Ni Pb V Zn / concentrations en CO2	Ccon
TAKALA 1998	FINLANDE	is	Zn	Car+mi+ra+ste+sty Hp Nar PSf
TUBA 1993	NC HONGRIE, régions de Szazhalombatta (route n°6) et Vacratot	T	Al Cd Cr Cu Fe Ni Pb V Zn	Ccon

TUBA 1994	NC HONGRIE, régions de Ajka, Szazhalombatta et Vacratot	T	Al Cd Co Cr Cu Fe Mn Ni Pb Ti V Zn	Ccon,fu
UNEP 2002	YOUgoslavie, Montenegro et Serbie	is	^{2340 2350 2380}	Ccon,r Hf,t Lmu Pac,b,q,som,sor,su,sub,til Pac,h PHa,b,t PHYg PSf Rca,far Xpa
VINCENT 1994	SO FRANCE, agglomération de Toulouse	is	Cd Cr Cu Fe Pb Zn	Lmu PHYg Xpa
VTOROVA 1995	O RUSSIE, Central Forest State Biospheric Reserve	is	Al As Ba Br Cd Ce Co Cr Cs Cu Dy Er Eu Fe Ga Gd Hf Hg Ho La Li Lu Mn Mo Nb Nd Ni Pb Pr Rb Sb Sc Se Sm Sn Sr Tb Th Tl Tm V W Y Yb Zn Zr	Hp
WETMORE 1985	O USA, Californie, O Sierra Nevada, O Sequoia National Park (Atwell Mills, Colony Mill, Dorst Creek, Eagle View, Halstead Meadow, Little Baldy Pass, Little Baldy Ridge, Milk Ranch Peak, Oreole Lake)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Him LETv
WETMORE 1986a	O USA, Californie, O Sierra Nevada, Grant Grove (Grant North, Grant West, Kings Overlook), Kings Canyon National Park, Redwood Canyon	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Him LETv

WETMORE 1986b, 1988d	C USA, Indiana (Indiana Dunes National Lakeshore (S Beverly Shores, N Furnessville Road, West Beach)), Minnesota (Cedar Creek)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Ccr
WETMORE 1986c, 1989b	CE USA, Ohio, Cuyahoga Valley National Recreation Area (Furnace Run (E Richfield), O'Neil woods)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Pr
WETMORE 1987a	C USA, Minnesota, Saguara National Monument (Devils Bathtub Spring, O Helens Dome, O Italian Spring, O Manning Camp, N Rincon Peach, Spud Rock), Chircahua National Monument (Bonita Canyon, Ryolite Canyon, Upper Bonita Canyon)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Phi PSi USt
WETMORE 1987b	E USA, New- Jersey/Pennesylvanie , Delaware water Gap International Recreation Area (NE Adam Creek, colline de Bushkill Acess, Kittatinny Mt, Mt Minsi, S Wallpack Center, Worthington State Forest / Sunfish Pond)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra Pca,r

WETMORE 1988a	NCE USA, Michigan, Sleeping Bear Dunes National Lakeshore (NE Glen Arbor, Good Arbor Bay, NO Little Plattle Lake, south Manitou Island)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra Hp
WETMORE 1988b, 1996, 2002a	NCE USA, Wisconsin, Apostle Islands National Lakeshore (S Outer Island, SE Raspberry Island, SE Stockton Island, + Long Island en 1996 et 2002)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra Em Hp (+ Cste en 1996, + Psu en 1996 et 2002)
WETMORE 1988c	NCE USA, Michigan, Pictured Rocks National Lakeshore (NO Beaver Lake, N Grand Sable Lake, E Miners Castle Point, S Twelvemile Beach Campground)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra Em Hp
WETMORE 1989a, 1995	E USA, C New hampshire, White Mountain National Forest Wilderness Area (Lows Bald Spot, NE du Mt Crawford, S du Mt Eisenhower, Rocky Branch Trail, Wamsutta Trail)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra,sty Em Hp (+ Cste en 1995)

WETMORE 1991	SE USA, SE Géorgie, Okefenokee National Wildlife refuge (Camp Cornelia, O Chase Prairie, N Cedar Hammock Canal, Cowhouse Island, Mims Island, Pine Island)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cl,ss Pra,ti USba,m
WETMORE 1992	NC USA, Minnesota, Grand Portage National Monument (Fort Charlotte, Mt Rose)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra,ste Em Hp Psu
WETMORE 1993a	NCE USA, Wisconsin, Chequamegon National Forest, Rainbow Lake Wilderness Area (N de Clay Lake, N de Lee Lake, North Country Trail/SE de Square Lake)	is	Al B Cd Cr Cu Fe Mn Ni Pb Zn	Cra,ste Em Hp Psu
WETMORE 1993b, 1998	NC USA, EN Minnesota, Boundary Waters Canoe Area (Basswood Lake, Isabella Lake, Lac La Croix, Saganaga Lake, Trap Lake, Trout Lake)	is	Al r Cu Fe	Cra Em Hp Psu (+Cste en 1998)

WETMORE 2002b	CS USA, Arkansas, Hot Springs National Park (Balanced Rock, Canyon Trail, collines E et NO de Desoto Park, Floral Trail, Goat Rock, Gulpha Gorge, NO de Mountain Tower, Quarry et Log Graveyard, Sunset Trail / E et O de Black Snake Road, extrémité NE de Sun	is	Al As B Br Cd Cr Cu Fe Hg Mn Ni Pb se Ti V Zn	Cst PApe USam,st
WILSON 1981	NE ECOSSE, région Grampian (route Clatt)	is	Fe Mn Ni	Lat
WILSON 1983	CE ECOSSE, Aberdeenshire (Aberchirder, Bennachie, Pitcaple), Banffshire (Portsoy)	is	Al Fe	ND
ZHANG 1995	E, CO et SO CANADA, Québec (Réservoir La Grande- 2/lac Detcheverry, Réservoir Cobonga/lac Laporte)	is	Hg	Bt+Em+Pga+Uss

Tableau 2 : Abréviations pour les colonnes Site(s), Type(s) et Espèce(s) du Tableau 1

Table 2 : Abbreviations for columns Site(s), Type(s) and Specie(s) of Table 1

Site(s)	Type(s)	Site(s) et Espèce(s)
N : Nord	is : in situ	N.D. : non déterminé
S : Sud	ise : expérimentation in situ (sur le terrain)	
E : Est	L : étude en laboratoire	Elément(s)
O : Ouest	T : transplant	Gamma : rayons gamma
C : centre		

ESPECES					
A	<i>Alectoria</i>	Csy	<i>C. sylvatica</i>	IAEA-336	Lichen de référence de l'IAEA de Vienne (Ep)
An	<i>A. nigricans</i>	Cv	<i>C. verticillata</i>		
Ao	<i>A. ochroleuca</i>				
		CAt	<i>Caloplaca trachyphylla</i>	L	<i>Lecanora spp</i>
ANc	<i>Anaptychia ciliaris</i>			Lat	<i>L. atra</i>
		CALu	<i>Calymneferes usambarium</i>	Lcae	<i>L. caesiorubella</i>
ARc	<i>Arthonia caesia</i>			Lch	<i>L. chlarotera</i>
		CANDc	<i>Candelaria concolor</i>	Lco	<i>L. conizaea</i>
ART	<i>Arthopyrenia spp</i>			Le	<i>L. expallens</i>
		CE	<i>Cetraria spp</i>	Lmu	<i>L. muralis</i>
BAEr	<i>Baemyces roseus</i>	CEcu	<i>C. cucullata</i>		
		CEd	<i>C. delesii</i>	LApu	<i>Lasallia pustulata</i>
Bfr	<i>Bryoria fremontii</i>	CEi	<i>C. islandica</i>		
Bfu	<i>Bryoria fuscescens</i>	CEI	<i>C. laevigata</i>	LEu	<i>Lecidea uliginosa</i>
Bt	<i>B. trichodes</i>	CEn	<i>C. nivalis</i>		
BUp	<i>Buellia polyspora</i>	CEt	<i>C. tilesii</i>	LETv	<i>L. vulpine</i>
C	<i>Cladonia / Cladina spp</i>	CO	<i>Collema spp</i>	LOp	<i>Lobaria pulmonaria</i>
Cal	<i>C. alpestris</i>				
Cam	<i>C. amaurocraea</i>	CORa	<i>Cornicularia aculeata</i>	MAR	<i>Masonhalea richardsonii</i>

Car	<i>C. arbuscula</i>	CORd	<i>Comicularia divergens</i>		
Cch	<i>C. chlorophaea</i>			Nar	<i>Nephroma arcticum</i>
Cci	<i>C. ciliata</i>	DAa	<i>Dactylina arctica</i>		
Cco	<i>C. coniocraea</i>			NPp	<i>Neophyscelia pulla</i>
Ccon	<i>C. convoluta</i>	Dm	<i>Dermatocarpon miniatum</i>		
Ccr	<i>C. cristatella</i>			P	<i>Parmelia spp</i>
Cde	<i>C. deformis</i>	DIm	<i>Diploschistes muscorum</i>	Pac	<i>P. acetabulum</i>
Cev	<i>C. evansii</i>			Pb	<i>P. borrieri</i>
Cfi	<i>C. fimbriata</i>	DIPc	<i>Diploicia canescens</i>	Pca	<i>P. caperata</i>
Cfo	<i>C. foliacea</i>			Pfur	<i>P. furfuraceae</i>
Cfu	<i>C. furcata</i>	Em	<i>Evermia mesomorpha</i>	Pga	<i>P. gabina/galbina</i>
Cl	<i>C. leporina</i>	Ep	<i>E. prunastri</i>	Phl	<i>P. hypoleucites</i>
Cmi	<i>C. mitis</i>			Ppe	<i>P. perlata</i>
Cpo	<i>C. portentosa</i>	FCcu	<i>Flavoparmelia cucullata</i>	Pq	<i>P. quercina</i>
Cpy	<i>C. pyxidata</i>	FCn	<i>F. nivalis</i>	Pr	<i>P. rudecta</i>
Cr	<i>C. rangiformis</i>			Pra	<i>P. rampoddensis</i>
Cra	<i>C. rangiferina</i>	Hc	<i>Hypogymnia caperata</i>	Psa	<i>P. saxatilis</i>
Css	<i>C. substygia</i>	Hf	<i>H. farinacea</i>	Psor	<i>P. soledians</i>
Cst	<i>C. subtenuis</i>	Hi	<i>H. imshaugii</i>	Psom	<i>P. somloensis</i>
Cste	<i>C. stellaris</i>	Hp	<i>H. physodes</i>	Psu	<i>P. sulcata</i>
Csty	<i>C. stygia</i>	Ht	<i>H. tubulosa</i>	Psub	<i>P. subaurifera</i>
Cu	<i>C. uncialis</i>			Pti	<i>P. tinctorum</i>

ESPECES

Ptil	<i>P. tiliacea</i>	RHPm	<i>Rhizoplaca melanophthalma</i>		
PAC	<i>Parmotrema chinense</i>	ROf	<i>Rocella fuciformis</i>		
PAh	<i>P. hypoleucinum</i>	ROfu	<i>R. fucoides</i>		
PAP	<i>P. praesorediosum</i>				
PApe	<i>P. perforatum</i>	SQg	<i>Squamarina gypsacea</i>		
PARp	<i>Parmeliopsis placorodia</i>	STa	<i>Stereocaulon alpinum</i>		
		STb	<i>S. botryosum</i>		
PE	<i>Peltigera spp</i>	STpa	<i>S. paschale</i>		

PEa	<i>P. aphota</i>	STt	<i>S. tomentosum</i>
PEc	<i>P. canina</i>		
PEd	<i>P. didactyla</i>	THs	<i>Thamnolia subuliformis</i>
PEho	<i>P. horizontalis</i>	THv	<i>T. vermicularis</i>
PEm	<i>P. membranacea</i>		
PEpo	<i>P. portentosa</i>	UM	<i>Umbilicaria spp</i>
PEr	<i>P. rufescens</i>	UMcr	<i>U. crustulosa</i>
		UMd	<i>U. deusta</i>
PER	<i>Pertusaria spp</i>	UMde	<i>U. decussata</i>
PERc	<i>P. corallina</i>	UMg	<i>U. grisea</i>
PERp	<i>P. pustulata</i>	UMhy	<i>U. hyperborea</i>
		UMhy-r	<i>U. hyperborea</i> var. <i>radicicula</i>
PH	<i>Phycia spp</i>	UMly	<i>U. lyngei</i>
PHa	<i>P. adscendens</i>	UMmu	<i>U. muhlenbergii</i>
PHai	<i>P. aipolia</i>	UMpe	<i>U. pennsylvanica</i>
PHb	<i>P. biziana</i>		
PHs	<i>P. stellaris</i>	US	<i>Usnea spp</i>
PHt	<i>P. tenella</i>	USa	<i>U. antarctica</i>
		USam	<i>U. amblyoclada</i>
PHYd	<i>Physconia distorta</i>	USau-at	<i>U. aurantiaco-atra</i>
PHYg	<i>P. grisea</i>	USb	<i>U. barbata</i>
		USba	<i>U. baileyi</i>
PLg	<i>Platismatia glauca / glaucum</i>	USd	<i>U. dasypoga</i>
		USh	<i>U. hirta</i>
PLEa	<i>Pleurosticta acetabulum</i>	USm	<i>U. mutabilis</i>
		USs	<i>U. subfloridana/subfloridiana</i>
PSf	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	USst	<i>U. strigosa</i>
Psi	<i>P. intensa</i>	USt	<i>U. tristis</i>
R	<i>Ramalina spp</i>	X	<i>Xanthoria spp</i>
Rca	<i>R. capitata</i>	Xc	<i>X. calcicola</i>
Rd	<i>R. duriaei</i>	Xpa	<i>X. parietina</i>
Rfar	<i>R. farinacea</i>		
Rfas	<i>R. fastigiata</i>	XPc	<i>Xanthoparmelia conspersa</i>
Rfr	<i>R. fraxinea</i>	XPch	<i>X. chlorochroa</i>

RI	<i>R. lacera</i>	Xpta	<i>X. taractica</i>
Rma	<i>R. maciformis</i>		
Rsi	<i>R. siliquosa</i>		
Rst	<i>R. stenospora</i>		
RHCg	<i>Rhizocarpon geographicum</i>		

Modifications des Parties I et II (JACQUIOT & DAILLANT, 1997 et 1999)

Références corrigées :

BYLINSKA E.A., MARCZONEK A. & SEAWARD M.R.D., 1992. Mercury accumulation in various components of a forest influenced by factory emissions. In : Urban Ecology (M.A. Ozturk, U. Erdem & G. GÖRK, eds), Ege University Press, Izmir, 75-87.

NIFONTOVA M.G., RAVINSKAYA A.P. & SHAPIRO I.A., 1995b. Effect of acute gamma radiation on some physiological features of lichens. Lichenol. 27, 3, 215-224.

Doubles references :

DE BRUIN M., VAN WIJK P.M., VAN ASSEMA R. & ROOS C., 1987b. The use of multi-element concentration datasets obtained by INAA in the identification of sources of environmental pollutants. J. Radioanal. Nucl. Chem., Art., 112, 1, 199-213.
= DE BRUIN M., VAN WIJK P.M., VAN ASSEMA R. & DE ROOS C., 1986. In : Proc. 7th Intern. Conf. on Modern Trends in Activation Analysis, June 1986, Copenhagen, Denmark, 12 pp.

DE BRUIN M. & VAN WIJK P.M., 1988. Trace-element patterns obtained by INAA as a basis for source identification. J. Radioanal. Nucl. Chem., Art., 123, 1, 227-238.
= DE BRUIN M. & VAN WIJK P.M., 1987. In : Proc. Intern. Conf. on Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry, 5-10 April, Kona, Hawaii, 15 pp.

ICHIHASHI H., FALANDYSZ J., PISZCZEK M. & YAMASAKI S., 1998. (in press)
= FALANDYSZ J., ICHIHASHI H., PISZCZEK M. & YAMASAKI S., 1998. Pierwiastki w poroście pustulka pecherzykowata *Hypogymnia physodes* porastającym różnym forofity. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 1998, 31 (4) 401-409.

LAAKSOVIRTA K. & OLKKONEN H., 1977. Epiphytic lichen vegetation and elements of *Hypogymnia physodes* and pine needles examined as indicators of air pollution at Kokkola, W Finland. Annales Botanici Fennici 14, 112-130.
= LAAKSOVIRTA K. & OLKKONEN H., 1976. Influence of air pollution on elemental contents of pine needles and lichens in Kokkola, western Finland. Kuopio Meeting on Plant Damages Caused by Air Pollution, Kuopio, Finland, 16-18 aug., 1976, 11 p.

NIFONTOVA M.G. & KULIKOV N.V., 1977. Accumulation of strontium-90 and cesium-137 by lichens under natural conditions. Ekologiya 3, 93-96 (in Russian) / Soviet J. Ecol. 8, 270-273 (in English).

Références des corrections apportées au Tableau 1 (voir Tableau 1) :

FOLKESON L. & ANDERSSON-BRINGMARK E., 1988. Impoverishment of vegetation in a coniferous forest polluted by copper and zinc. Canadian Journal of Botany 66, 3, 417-428.

JOVANOVIĆ S., CARROT F., DESCHAMPS C., DESCHAMPS N. & VUKOTIĆ P., 1995. A study of the air pollution in the surroundings of an aluminium smelter, using epiphytic and lithophytic lichens. Journal of Trace and Microprobe Techniques 13, 4, 463-471.

Références

AASTRUP P., RIGET F., R. DIETZ & ASMUND G., 2000. Lead, zinc, cadmium, mercury, selenium and copper in Greenland caribou and reindeer (*Rangifer tarandus*). Sci. Total Environ. 245, 149-159.

ALEXEYEV V.A., 1995. Impacts of air pollution on far north forest vegetation. Sci. Total Environ. 160/161, 605-617.

ALSTRUP V., 1984. A comparative study of *Acarospora isortoqensis* and *A. undata*. Lichenol. 16, 2, 205-206.

- ANTONELLI M.L., ERCOLE P. & CAMPANELLA L., 1998. Studies about the absorption on lichen *Evernia prunastri* by enthalpimetric measurements. *Talanta* 45, 1039-1047.
- BAEZA A., MIRO C., PANIAGUA J.M., NAVARRO E., RODRIGUEZ M.J. & SANCHEZ F., 1994. Natural and artificial radioactivity levels in Livingston Island (Antarctic region). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 52, 117-124.
- BARCI G., DALMASSO J. & ARDISSON G., 1988. Chernobyl fallout measurements in some Mediterranean biotas. *Sci. Total Environ.* 70, 373-387.
- BARGAGLI R., 1990. Mercury emission in an abandoned mining area: assessment by epiphytic lichens. In : *Encyclopedia of Environmental Control Technology*, Vol. 4 – Hazardous Waste Containment and Treatment (P.N. Cheremisinoff, ed.), Houston, Gulf Publishing Company, 613-40.
- BARGAGLI R., GASPARO D., LAZZARIN A., LAZZARIN G., OLIVIERI S. & TRETIACH M., 1991. Lichens as indicators and monitors of atmospheric pollutants in NE Italy : preliminary data on the integrated testing system. *Bot. Chron.* 10, 977-982.
- BARGAGLI R. & FOCARDI S., 1992. Preliminary data on heavy metals in surface soil and macrolichens of Northern Victoria Land. In : *Proc. 2nd Meet. On Antarctic Biology* (B. Battaglia, P.M. Bisol & V. Varotto, eds), Padova, Italia, 26-28 feb. 1992, *Sci. Cult.*, Edizioni Universitarie Pavatine, 227-234.
- BARGAGLI R., 1993. Plants leaves and lichens as biomonitors of natural or anthropogenic emissions of mercury. In : *Plants as Biomonitors - Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment* (B. Markert, ed.), VCH Weinheim, 461-484.
- BARGAGLI R., 1995. The elemental composition of vegetation and the possible incidence of soil contamination of samples. *Sci. Total Environ.* 176, 121-128.
- BARGAGLI R., SANCHEZ-HERNANDEZ J.C. & MONACI F., 1999. Baseline concentrations of elements in the Antarctic macrolichen *Umbilicaria decussata*. *Chemosphere* 38, 3, 475-487.
- BARSTOW J.M. & ERBISCH F.H., 1977. Effects of acute gamma radiation and winter temperature-light conditions on photosynthesis of *Cladonia mitis*. *Bryol.* 80, 83-87.
- BENCH G., CLARK B.M., MANGELSON N.F., ST CLAIR L.L., REES L.B., GRANT P.G. & SOUTHON J.R., 2001. Accurate lifespan estimates cannot be obtained from ¹⁴C profiles in the crustose lichen *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. *Lichenol.* 33, 6, 539-542.
- BENNETT J.P., 1995a. Abnormal chemical element concentrations in lichens of Isle Royale National Park. *Environ. Exp. Bot.* 35, 3, 259-277.
- BENNETT J.P. & BUCHEN M.J., 1995b. BIOLEFF : three databases on air pollution effects on vegetation. *Environ. Pollut.* 88, 261-265.
- BENNETT J.P., DIBBEN M.J. & LYMAN K.J., 1996. Element concentrations in the lichen *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. After 3 years of transplantation along lake Michigan. *Environ. Exp. Bot.* 36, 3, 255-270.
- BENNETT J.P. & WETMORE C.M., 1997. Chemical element concentrations in four lichens on a transect entering Voyageurs National Park. *Environ. Exp. Bot.* 37, 173-185.
- BENNETT J.P., 1998. Statistical baseline values for chemical elements in the lichen *Hypogymnia physodes*. In : *Environmental Pollution and Plant Responses*, Chapter 19 (S.B. Agrawal & M. Agrawal, eds), Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA, 343-353.
- BENNETT J.P. & WETMORE C.M., 1999a. Changes in element contents of selected lichens over 11 years in northern Minnesota, USA. *Environ. Exp. Bot.* 41, 75-82.
- BENNETT J.P. & WETMORE C.M., 1999b. Geothermal elements in lichens of Yellowstone National Park, USA. *Environ. Exp. Bot.* 42, 191-200.
- BENNETT J.P., 2000a. Statistical baseline values for chemical elements in the lichen *Hypogymnia physodes*. In : *Environmental Pollution and Plant Responses* (S.B. Agrawal & M. Agrawal, eds), Lewis Publishers, CRC Press, 343-353.
- BENNETT J.P. & WETMORE C.M., 2000b. 16-year trends in elements of lichens at Theodore Roosevelt National Park, North Dakota. *Sci. Total Environ.* 263, 231-241.
- BENNETT J.P. & WETMORE C.M., 2001. 2000 elemental analysis of lichens in three Arkansas and Missouri wilderness areas. Final Report.
- BOSSERMAN R.W. & HAGNER J.E., 1981. Elemental composition of epiphytic lichens from Okefenokee Swamp. *Bryol.* 84, 1, 48-58.
- BOYLE A.P., MCCARTHY P.M. & STEWART D., 1987. Geochemical control of saxicolous lichen communities on the Creggau, Letterfrack, Co. Galway, Western Ireland. *Lichenol.* 19, 3, 307-317.
- BRANQUINHO C., CATARINO F., BROWN D.H., PEREIRA M.J. & SOARES A., 1999. Improving the use of lichens as biomonitors of atmospheric metal pollution. *Sci. Total Environ.* 232, 67-77.

- BRODO I.M., 1964. Field studies of the effects of ionising radiation on lichens. *Bryol.* 67, 76-87.
- BROWN D.H. & BECKETT R.P., 1985a. Minerals and lichens : acquisition, localisation and effect. In : *Surface Physiology of Lichens* (C. Vincente, D.H. Brown & M.E. Legaz, eds), Editorial de la Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 127-145.
- BROWN D.H. & BECKETT R.P., 1985b. The role of the cell wall in the intracellular uptake of cations by lichens. In : *Lichen physiology and cell biology* (D.H. Brown, ed.), Plenum Press, New-York, 247-258.
- BROWN D.H. & BROWN R.M., 1991. Mineral cycling and lichens : the physiological basis. *Lichenol.* 23, 3, 293-307.
- BROWN D.H., AVALOS A., MILLER J.E. & BARGAGLI R., 1994. Interactions of lichens with their mineral environment. *Crypt. Bot.* 4, 135-142.
- CAMPO G., ORSI M., BADINO G., GIACOMELLI R. & SPEZZANO P., 1996. Evaluation of motorway pollution in a mountain ecosystem. Pilot project : Susa Valley (Northwest Italy) years 1990-1994. *Sci. Total Environ.* 189/190, 161-166.
- CHETTRI M.K. & SAWIDIS T., 1997a. Impact of heavy metals on water loss from lichen thalli. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 37, 103-111.
- CHETTRI M.K., SAWIDIS T. & KARATAGLIS S., 1997b. Lichens as a tool for biogeochemical prospecting. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 38, 322-335.
- CHETTRI M.K., SAWIDIS T., ZACHARIADIS G.A. & STRATIS J.A., 1997c. Uptake of heavy metals by living and dead *Cladonia* thalli. *Environ. Exp. Bot.* 37, 39-52.
- CLARK B.M., MANGELSON N.F., ST CLAIR L.L., REES L.B., BENCH G.S. & SOUTHON J.R., 2000. Measurement of age and growth rate in the crustose saxicolous lichen *Caloplaca trachyphylla* using ^{14}C accelerator mass spectrometry. *Lichenol.* 32, 4, 399-403.
- CLOCCHIATTI R., CARROT F., MICHEL A., GRASSO M.F. & GRILLO M., 2002. Les lichens de l'Etna et d'Augusta (Sicile) : indicateurs de la pollution atmosphérique liée aux activités volcaniques et anthropiques. *Ecol. Medit.* 28, 1, 65-73.
- COPPINS B.J., 1987a. The genus *Veizdaea* in the British Isles. *Lichenol.* 19, 2, 167-176.
- COPPINS B.J. & PURVIS O.W., 1987b. A review of *Psilolechia*. *Lichenol.* 19, 1, 29-42.
- COPPINS B.J. & VAN DEN BOOM P.P.G., 1995. *Micarea confusa* : a new species from zinc- and cadmium-contaminated soils in Belgium and the Netherlands. *Lichenol.* 27, 2, 81-90.
- COSTA C.J., MARQUES A.P., FREITAS M.C., REIS M.A. & OLIVEIRA O.R., 2002. A comparative study for results obtained using biomonitors and PM10 collectors in Sado Estuary. *Environ. Pollut.* 120, 97-106.
- CRITTENDEN P., 1995. Lichens and radioactive fallout over north west Russia. *Brit. Lichen Soc. Bull.* 77, 34-35.
- DE BRUIN M., 1985a. INAA in environmental research. In : *Proc. 1st Balkan Conf. on Activation Analysis*, May 1985, Sofia, 9 pp.
- DE BRUIN M., 1985b. Epiphytic lichens as indicators for heavy metal air pollution; What do they reflect ? In : *Proc. Intern. Conf. on Heavy Metals in the Environment*, 9-13 Sept. 1985, Athens, Greece, 3, 359-361.
- DE BRUIN M., VAN WIJK P.M., VAN ASSEMA R. & DE ROOS C., 1986a. The use of multi-element concentration datasets obtained by INAA in the identification of sources of environmental pollutants. In : *Proc. 7th Intern. Conf. on Modern Trends in Activation Analysis*, June 1986, Copenhagen, Denmark, 12 pp. (= *DE BRUIN M., VAN WIJK P.M., VAN ASSEMA R. & ROOS C., 1987. J. Radioanal. Nucl. Chem., Art., 112, 1, 199-213*).
- DE BRUIN M., VAN WIJK P.M., VAN ASSEMA R. & DE ROOS C., 1986b. Identification of sources of heavy metal pollution by factor analysis of element concentration patterns in epiphytic lichens. In : *Proc. 2nd Intern. Conf. on Environmental Contamination*, Sept. 1986, Amsterdam, p.73-78.
- DE BRUIN M. & VAN WIJK P.M., 1987. Trace element patterns obtained by INAA as basis for source identification. In : *Proc. Intern. Conf. on Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry*, 5-10 April, Kona, Hawaii, 15 pp. (= *DE BRUIN M. & VAN WIJK P.M., 1988. J. Radioanal. Nucl. Chem., Art., 123, 1, 227-238*).
- DERUELLE S., 1996. La fiabilité des lichens comme bioindicateurs de la pollution plombique. *Ecologie* 27, 4, 285-290.
- DIETZ R., RIGET F., CLEEMANN M., AARKROG A., JOHANSEN P. & HANSEN J.C., 2000. Comparison of contaminants from different trophic levels and ecosystems. *Sci. Total Environ.* 245, 221-231.
- DILLMAN K.L., 1996. Use of the lichen *Rhizoplaca melanophthalma* as a biomonitor in relation to phosphate refineries near Pocatello, Idaho. *Environ. Pollut.* 92, 1, 91-96, 1996.
- DONGARRA G., OTTONELLO D., SABATINO G. & TRISCARI M., 1994. Preliminary data on heavy metal content in lichens from North Eastern Sicily. *Miner. Petrogr. Acta* 37, 141-153.

- DONGARRA G., OTTONELLO D., SABATINO G. & TRISCARI M., 1995. Use of lichens in detecting environmental risk and in geothermal prospecting. *Environ. Geol.* 26, 139-146.
- DONGARRA G. & VARRICA D., 1998. The presence of heavy metals in air particulate at Vulcano island (Italy). *Sci. Total Environ.* 212, 1-9.
- DOUCET F.J. & CARIGNAN J. 2001. Atmospheric Pb isotopic Composition and Trace Metal Concentration as revealed by epiphytic Lichens : an Investigation Related to two Altitudinal Sections in Eastern France. *Atmospheric Environment* 35, 3681 - 3690
- FAHSELT D., WU T.W. & MOTT B., 1995. Trace element patterns in lichens following uranium mine closures. *Bryol.* 98, 228-234.
- FALANDYSZ J., DEMBOWSKA A. & DANISIEWICZ D., 1997a. Rtec w plesze porostow z terenu Trojmiejskiego Parku Krajobrazowego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 30, 259-261
- FALANDYSZ J., DEMBOWSKA A., ICHIHASHI H. & DANISIEWICZ D., 1997b. Stezenie rteci ogolem w porosci pustulka pecherzykowata *Hypogymnia physodes* w zalezności od gatunku forofitu. *Bromat. Chem. Toksykol.* 30, 133-136.
- FALANDYSZ J., ICHIHASHI H., DEMBOWSKA A. & DANISIEWICZ D., 1998. Porownanie trzech sposobow mineralizacji probek metoda mokra w oznaczaniu rteci w plesze porostow. *Bromat. Chem. Toksykol.* 31, 191.
- FEIGE G.B., JAHNKE S. & NIEMANN L., 1988. Tschernobyl belastet uns weiter. *Essener Universitäts Berichte* 2, 8-14.
- FEIGE G.B., NIEMANN L. & JAHNKE S., 1990. Lichens and mosses – silent chronists of the Chernobyl accident. *Bibl. Lichenol.* 38, 63-77.
- FERRARA R., MASERTI B.E. & BARGAGLI R., 1988. Mercury in the atmosphere and in lichens in a region affected by a geochemical anomaly. *Environ. Technol. Lett.* 9, 689-694.
- FORD J. & LANDERS D.H., 1991. Contamination of U.S. arctic ecosystems by long-range transport of atmospheric contaminants. In : *Proc. Intern. Conf. On the Role of the Polar Regions in Global Change* (G. Weller, C.L. Wilson & B.A.A Severin, eds), June 11-15, 1990, University of Alaska, Fairbanks, 102-105.
- FORD J., THOMAS R. & LANDERS D., 1992. Contaminants in arctic Alaska : lichen and moss studies. In : *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences N°1863*, 296-298.
- FREITAS M.C., 1993. The development of k0-standardized neutron activation analysis with counting using a low energy photon detector. Ph.D. Thesis, University of Ghent, 1-179.
- FREITAS M.C., 1994a. Heavy metals in *Parmelia sulcata* collected in the neighborhood of a coal-fired power station. *Biol. Trace Elem. Res.* 43-45, 207-212.
- FREITAS M.C., AFONSO M.H., ALMEIDA C., ALVES L.C., ARAUJO M.F., BARREIROS M.A., SEABRA E BARROS J., BORDALO COSTA M., GOUVEIA M.A. & REIS M.A., 1994b. Intercomparison of techniques available at INETI in the analysis of two IAEA candidate research materials. *Biol. Trace Elem. Res.* 43-45, 549-560.
- FREITAS M.C., REIS M.A., ALVES L.C., WOLTERBEEK H.T. & GOUVEIA M.A., 1996. Elemental accumulation in lichen transplants in the neighborhood of thermal power stations. *ANST/Nucl. Meth. Environ. Res.* 74, 117-118.
- FREITAS M.C. & NOBRE A.S., 1997. Bioaccumulation of heavy metals using *Parmelia sulcata* and *Parmelia caperata* for air pollution studies. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 217, 1, 17-20.
- FREITAS M.C., REIS M.A., ALVES L.C. & WOLTERBEEK H.Th., 1999. Distribution in Portugal of some pollutants in the lichen *Parmelia sulcata*. *Environ. Pollut.* 106, 229-235.
- FREITAS M.C., REIS M.A., MARQUES A.P. & WOLTERBEEK H.Th., 2000. Dispersion of chemical elements in an industrial environment studied by biomonitoring using *Parmelia sulcata*. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 244, 1, 109-113.
- GARTY J., GIELE C. & KRUMBEIN W.E., 1982. On the occurrence of pyrite in a lichen-like inclusion in eocene amber (Baltic). *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.* 39, 139-147.
- GARTY J., HAREL Y. & STEINBERGER Y., 1995. The role of lichens in the cycling of metals in the Negev desert. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 29, 247-253.
- GARTY J., KAUPPI M. & KAUPPI A., 1996. Accumulation of airborne elements from vehicles in transplanted lichens in urban sites. *J. Environ. Qual.* 25, 2, 265-272.
- GARTY J., COHEN Y., KLOOG N. & KARNIELI A., 1997a. Effects of air pollution on cell membrane integrity, spectral reflectance and metal and sulfur concentrations in lichens. *Environ. Toxicol. Chem.* 16, 7, 1396-1402.
- GARTY J., KARNIELI A., WOLFSON R., KUNIN P. & GARTY-SPITZ R., 1997b. Spectral reflectance and integrity of cell membranes and chlorophyll relative to the concentration of airborne mineral elements in a lichen. *Physiol. Plant.* 101, 257-264.

- GARTY J., KAUPPI M. & KAUPPI A., 1997c. The production of stress ethylene relative to the concentration of heavy metals and other elements in the lichen *Hypogymnia physodes*. *Environ. Toxicol. Chem.* 16, 11, 2404-2408.
- GARTY J., KAUPPI M. & KAUPPI A., 1997d. The influence of air pollution on the concentration of airborne elements and on the production of stress-ethylene in the lichen *Usnea hirta* (L.) Weber em. *Mot. Transplanted in urban sites in Oulu, N. Finland.* *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 32, 285-290.
- GARTY J., KLOOG N., COHEN Y., WOLFSON R. & KARNIELI A., 1997e. The effect of air pollution on the integrity of chlorophyll, spectral reflectance response, and on concentrations nickel, vanadium, and sulfur in the lichen *Ramalina duriaei* (De Not.) Bagl. *Environ. Res.* 74, 174-187.
- GARTY J., KLOOG N., WOLFSON R., COHEN Y., KARNIELI A. & AVNI A., 1997f. The influence of air pollution on the concentration of mineral elements, on the spectral reflectance response and on the production of stress-ethylene in the lichen *Ramalina duriaei*. *New Phytol.* 137, 587-597.
- GARTY J., COHEN Y. & KLOOG N., 1998a. Airborne elements, cell membranes, and chlorophyll in transplanted lichens. *J. Environ. Qual.* 27, 4, 973-979.
- GARTY J., KLOOG N. & COHEN Y., 1998b. Integrity of lichen membranes in relation to concentration of airborne elements. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 34, 136-144.
- GARTY J., 2000a. Environment and elemental content of lichens. In : *Trace Elements – Their Distribution and Effects in the Environment* (B. Markert & K. Friese, eds), Elsevier Science B.V., 245-276.
- GARTY J., 2000b. Trace metals, other chemical elements and lichens physiology : research in the nineties. In : *Trace Elements – Their Distribution and Effects in the Environment* (B. Markert & K. Friese, eds), Elsevier Science B.V., 277-322.
- GARTY J., WEISSMAN L., TAMIR O., BEER S., COHEN Y., KARNIELI A. & ORLOVSKY L., 2000c. Comparison of five physiological parameters to assess the vitality of the lichen *Ramalina lacera* exposed to air pollution. *Physiol. Plant.* 109, 410-418.
- GARTY J., 2001a. Biomonitoring atmospheric heavy metals with lichens : theory and application. *Critical Reviews in Plant Sciences* 20, 4, 309-371.
- GARTY J., TAMIR O., HASSID A., ESHEL A., COHEN Y., KARNIELI A. & ORLOVSKY L., 2001b. Photosynthesis, chlorophyll integrity, and spectral reflectance in lichens exposed to air pollution. *J. Environ. Qual.* 30, 884-893.
- GARTY J., WEISSMAN L., COHEN Y., KARNIELI A. & ORLOVSKY L., 2001c. Transplanted lichens in and around the Mount Carmel National Park and the Haifa Bay industrial region in Israel : physiological and chemical responses. *Environ. Res. Section A* 85, 159-176.
- GARTY J., LEVIN T., COHEN Y. & LEHR H., 2002a. Biomonitoring air pollution with the desert lichen *Ramalina maciformis*. *Physiol. Plant.* 115, 267-275.
- GARTY J., TAMIR O., COHEN Y., LEHR H. & GORENS A.I., 2002b. Changes in the potential quantum yield of photosystem II and the integrity of cell membranes relative to the elemental content of the epiphytic desert lichen *Ramalina maciformis*. *Environ. Toxicol. Chem.* 21, 4, 848-858.
- GAUSLAA Y., 1995. The *Lobarion*, an epiphytic community of ancient forests threatened by acid rain. *Lichenol.* 27, 1, 59-76.
- GIAVARINI V.J., 1990. Lichens of the Dartmoor rocks. *Lichenol.* 22, 4, 367-396.
- GILBERT O.L., 1980. A lichen flora of Northumberland. *Lichenol.* 12, 3, 325-395.
- GILBERT O.L. & JAMES P.W., 1987. Field meeting on the Lizard Peninsula, Cornwall. *Lichenol.* 19, 3, 319-334.
- GOMBERT S. & ASTA J., 1998. The effect of refuse incinerator fumes on the lead and cadmium content of experimentally exposed corticolous lichens. *Water Air Soil Pollut.* 104, 29-40.
- GRASSO M.F., CLOCCHIATTI R., CARROT F., DESCHAMPS C. & VURRO F., 1999. Lichens as bioindicators in volcanic areas : Mt. Etna and Vulcano Island (Italy). *Environ. Geol.* 37, 3, 207-217.
- HANSEN E.S. & GRAFF-PETERSEN P., 1986. Lichens growing on the Ella Island meteorite, Central East Greenland. *Lichenol.* 18, 1, 71-78
- HICKMOTT M., 1980. Lichens on lead. *Lichenol.* 12, 405-406.
- HOVE K., PEDERSEN O., GARMO T.H., HANSEN H.S. & STAALAND H., 1990. Fungi : a major source of radiocesium contamination of grazing ruminants in Norway. *Health Phys.* 59, 2, 189-192.
- HUA Y. & RAMELOW G.J., 1998. Biomass-modified carbon paste electrodes for monitoring dissolved metal ions. *Talanta* 45, 1139-1146.
- JACQUIOT L. & DAILLANT O., 1997. Bio-accumulation des métaux lourds et d'autres éléments traces par les lichens - Revue bibliographique. *Bulletin de l'Observatoire Mycologique* 12 (juil.), 2-31.

- JACQUIOT L. & DAILLANT O., 1998. Bio-accumulation d'éléments traces et de radioéléments par les macromycètes - Revue bibliographique. Bulletin de l'Observatoire Mycologique 14 (nov.), 2-29.
- JACQUIOT L. & DAILLANT O., 1999. Bio-accumulation de radioéléments par les lichens - Revue bibliographique. Bulletin de l'Observatoire Mycologique 16 (déc.), 2-23.
- JACQUIOT L. & DAILLANT O., 2000. Bio-accumulation d'éléments-traces et de radioéléments par les macromycètes - Revue bibliographique. Partie II. Bulletin de l'Observatoire Mycologique 17 (déc.), 2-24.
- JERAN Z., SMODIS B. & JACIMOVIC R., 1993. Multielemental analysis of transplanted lichens (*Hypogymnia physodes*, L. Nyl.) by instrumental neutron activation analysis. Acta Chim. Slovenica 40, 4, 289-299.
- JERAN Z., JACIMOVIC R., BATIC F., SMODIS B. & WOLTERBEEK H.Th., 1996a. Atmospheric heavy metal pollution in Slovenia derived from results for epiphytic lichens. Fresenius J. Anal. Chem. 354, 681-687.
- JERAN Z., JACIMOVIC R., SMODIS B. & BATIC F., 1996b. The use of lichens in atmospheric trace element deposition studies in Slovenia. Phytol (Horn) 36, 3, 91-94.
- JEZIERSKI A., BYLINSKA E., & SEAWARD M.R.D., 1999. Electron paramagnetic resonance (EPR) investigation of lichens – 1 : effects of air pollution. Atm. Environ. 33, 4629-4635.
- JONES D., WILSON M.J. & TAIT J.M., 1980. Weathering of a basalt by *Pertusaria corallina*. Lichenol. 12, 3, 277-289.
- JONES D. & WILSON M.J., 1986. Biomineralization in crustose lichens. In : Biomineralization in Lower Plants and Animals (B.S.C. Leadbeater & R. Riding, eds), Clarendon Press Oxford, The Systematics Association, Spec. Vol. 30, 91-105.
- KAUPPI M., KAUPPI A. & GARTY J., 1998. Ethylene produced by the lichen *Cladonia stellaris* exposed to sulfur and heavy-metal-containing solutions under acidic conditions. New Phytol. 139, 537-547.
- KIRCHNER G. & DAILLANT O. 2002. The Potential of Lichens as Long-Term Biomonitors of Natural and Artificial Radionuclides. Environmental Pollution 120, 145 – 150.
- LANDERS D.H., FORD J., GUBALA C., MONETTI M., LASORSA B.K. & MARTINSON J., 1995. Mercury in vegetation and lake sediments from the U.S. arctic. Water Air Soil Pollut. 80, 591-601.
- LODENIUS M. & AUTIO S., 1987. Effects of artificial acid precipitation on the uptake of heavy metals in plants. In : Symp. Finnish Project on Acidification (HAPRO) (P. Anttila & P. Kauppi, eds), Ministry of the Environment, Ministry of Agriculture and Forestry A64/1987. (= In : *Factors Affecting the Forest Decline. Publications from the Department of Environmental Conservation 8, 81-82, 1988*).
- LODENIUS M. & TULISALO E., 1995. Open digestion of some plant and fungus materials for mercury analysis using different temperatures and sample sizes. Sci. Total Environ. 176, 81-84.
- LOPPI S., 1995. Trace element content of the lichen *Parmelia caperata* from a geothermal area of central Italy. Micol. Veget. Medit. 10, 1, 67-72.
- LOPPI S. & BARGAGLI R., 1996a. Lichen biomonitoring of trace elements in a geothermal area (central Italy). Water Air Soil Pollut. 88, 177-187.
- LOPPI S. & DE DOMINICIS V., 1996b. Lichens as long-term biomonitors of air quality in central Italy. Acta Bot. Neerl. 45, 4, 563-570.
- LOPPI S., 1997a. Monitoring of arsenic, boron and mercury by lichen and soil analysis in the Mt. Amiata geothermal area (central Italy). GRC Trans. 21, 137-140.
- LOPPI S., CENNI E., BUSSOTTI F. & FERRETTI M., 1997b. Epiphytic lichens and tree leaves as biomonitors of trace elements released by geothermal power plants. Chem. Ecol. 14, 31-38.
- LOPPI S., MALFATTI A., SANI M. & WHITEHEAD N.E., 1997c. Lichens as biomonitors of geothermal radionuclide pollution. Geothermics 26, 4, 535-540.
- LOPPI S., NELLI L., ANCORA S. & BARGAGLI R., 1997d. Passive monitoring of trace elements by means of tree leaves, epiphytic lichens and bark substrate. Environ. Monit. Assess. 45, 81-88.
- LOPPI S., NELLI L., ANCORA S. & BARGAGLI R., 1997e. Accumulation of trace elements in the peripheral and central parts of a foliose lichen thallus. Bryol. 100, 2, 251-253.
- LOPPI S., CENNI E., BUSSOTTI F. & FERRETTI M., 1998a. Biomonitoring of geothermal air pollution by epiphytic lichens and forest trees. Chemosphere 36, 4-5, 1079-1082.
- LOPPI S., PUTORTI E., SIGNORINI C., FOMMEI S., PIRINTSOS S.A. & DE DOMINICIS V., 1998b. A retrospective study using epiphytic lichens as biomonitors of air quality : 1980 and 1996 (Tuscany, central Italy). Acta Oecol. 19, 4, 405-408.

- LOPPI S., GIOMARELLI B. & BARGAGLI R., 1999. Lichens and mosses as biomonitors of trace elements in a geothermal area (Mt. Amiata, central Italy). *Crypt. Mycol.* 20, 2, 119-126.
- LOPPI S. & BONINI I., 2000a. Lichens and mosses as biomonitors of trace elements in areas with thermal springs and fumarole activity (Mt. Amiata, central Italy). *Chemosphere* 41, 1333-1336.
- LOPPI S., PUTORTI E., PIRINTSOS S.A. & DE DOMINICIS V., 2000b. Accumulation of heavy metals in epiphytic lichens near municipal solid waste incinerator (central Italy). *Environ. Monit. Assess.* 61, 361-371.
- MAKHOLM M.M. & BENNETT J.P., 1998. Mercury accumulation in transplanted *Hypogymnia physodes* lichens downwind of Wisconsin chlor-alkali plant. *Water Air Soil Pollut.* 102, 427-436.
- McILVEEN W.D. & NEGUSANTI J.J., 1994. Nickel in the terrestrial environment. *Sci. Total Environ.* 148, 109-138.
- MICHEL V. & DAILLANT O., 1997. Suivi de la qualité de l'air à Mâcon. *Terre Vive* 105, 7-16.
- MIETELSKI J., GACA P. & OLECH M.A., 1999. Radioactive contamination of lichens and mosses collected in South Shetlands and Antarctic Peninsula. In : Proc. 4th Intern. Conf. on Environmental Radioactivity in the Arctic (P. Strand & T. Jolle, eds), Edinburgh, Scotland, 20-23 Sept. 1999, 263-265.
- MIETELSKI J., GACA P. & OLECH M.A., 2000. Radioactive contamination of lichens and mosses collected in South Shetlands and Antarctic Peninsula. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 245, 3, 527-537.
- MIHOK S., SCHWARTZ B. & WIEWEL A.M., 1989. Bioconcentration of fallout ¹³⁷Cs by fungi and red-backed voles (*Clethrionomys gapperi*). *Health Phys.* 57, 6, 959-966.
- MOORE T.R., BUBIER J.L., HEYES A. & FLETT R.J., 1995. Methyl and total mercury in boreal wetland plants, Experimental Lakes Area, northwestern Ontario. *J. Environ. Qual.* 24, 845-850.
- NASH T.H. III, 1976. Lichens as indicators of air pollution. *Naturwissenschaften* 63, 364-367.
- NEDIC O., STANKOVIC A. & STANKOVIC S., 1999. Organic cesium carrier(s) in lichen. *The Science of the Total Environment*, 227, 93-100.
- NEDIC O., STANKOVIC A. & STANKOVIC S., 2000. Specificity of lichen species in respect to ¹³⁷Cs binding. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.* 76, 4, 311-318.
- NIEBOER E., PUCKETT K.J., RICHARDSON D.H.S., TOMASSINI F.D. & GRACE B., 1977. Ecological and physiochemical aspects of the accumulation of heavy metals and sulphur in lichens. In : Proc. Symp. Intern. Conf. on Heavy Metals in the Environment, Oct. 27-31, 1975, Toronto, Ontario, Canada, 2, 1, 331-352.
- NIEMANN L., JAHNKE S. & FEIGE G.B., 1989. Radioaktive Kontamination von Pflanzen und Boden nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Essen 1988) Band XVIII 1989*, 873-882.
- NIFONTOVA M.G., 1976. Accumulation of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs by lichens under experimental conditions. *Ekologiya* 1, 89-92 (in Russian) / *Soviet J. Ecol.* 7, 1, 68-70 (in English).
- NIFONTOVA M.G., 1977. The influence of isotopic and non-isotopic carriers on accumulation of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs by lichens from water solutions. *Ekologiya* 8, 78-80 (in Russian) / *Soviet J. Ecol.* 8, 6, 533-535 (in English).
- NIFONTOVA M.G. 1979a. The influence of light and temperature regimes on accumulation of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs by lichens from water solutions. In : *Radioactive Isotopes in Soils and Vegetation*, Sverdlovsk, 1979, 34-37 (in Russian).
- NIFONTOVA M.G., LEBEDEVA A.V. & KULIKOV N.V., 1979b. Accumulation of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs by living and dead lichens. *Ekologiya* 1, 94-97 (in Russian) / *Soviet J. Ecol.* 1, 73-76 (in English).
- NIFONTOVA M.G. & LEBEDEVA A.V., 1981. Accumulation of ⁵⁵Fe, ⁶⁰Co and ¹⁴⁴Ce by lichens. *Ekologiya* 1, 88-91 (in Russian) / *Soviet J. Ecol.* 12, 1.
- NIFONTOVA M.G., KULIKOV N.V., TARSHIS G.I. & D'YACHENKO A.P., 1988. Radioecological study of natural ecosystems in the vicinity of atomic power stations. *Ekologiya* 3, 40-45 (in Russian) / *Soviet J. Ecol.* 19, 3, 155-160 (in English).
- NIFONTOVA M.G. & KULIKOV N.V., 1989. Radioecology of spore plants. In : Proc. 1st All-Union Radiobiol. Congress, August 21-27, 1989, Moscow, Pushchino, 2, 487-488.
- NIFONTOVA M.G., 2000. Concentrations of long-lived artificial radionuclides in the moss-lichen cover of mountain plant communities. *Ekologiya* 3, 202-205 (in Russian) / *Russian J. Ecol.* 31, 3, 182-185 (in English).
- NYANGABABO J.T., 1987. Lichens as monitors of aerial heavy metal pollutants in and around Kampala. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 38, 91-95.
- OLECH M., KWIA TEK W.M. & DUTKIEWICZ E.M., 1998a. Lead pollution in Antarctic. *X-Ray Spectrometry* 27, 232-235.
- OLECH M.A., MIETELSKI J.W. & GACA P., 1998b. Radioactive contamination of lichens and mosses collected in Antarctica. In : 8th Intern. Symp. On Environmental Radiochemical Analysis, 23-25 Sept. 1998, Blackpool, UK, 76-77 (Abstract).

- POBLET A., ANDRADE S., SCAGLIOLA M., VODOPIVEZ C., CURTOSI A., PUCCI A. & MARCOVECCHIO J., 1997. The use of epiphytic antarctic lichens (*Usnea aurantiacoatra* and *U. antarctica*) to determine deposition patterns of heavy metals in the Shetland Islands, Antarctica. *Sci. Total Environ.* 207, 187-194.
- POTTER L.D. & BARR M., 1969. Cesium-137 concentrations in Alaskan arctic tundra vegetation, 1967. *Arct. Alp. Res.* 1, 3, 147-154.
- PRIETO LAMAS B., RIVAS BREA M.T. & SILVA HERMO B.M., 1995. Colonization by lichens of granite churches in Galicia (northwest Spain). *Sci. Total Environ.* 167, 343-351.
- PRUDENCIO M.I., GOUVEIA M.A., FREITAS M.C., CHAVES L. & MARQUES A.P., 2000. Soil versus lichen analysis on element dispersion studies (north of Portugal). IAEA – TECDOC – 1152, 91-99.
- PUCKETT K.J., 1978. Element levels in lichens from the Northwest Territories. Report ARQA-56-78. Atmospheric Environment Service, Environment Canada, 70 pp.
- PUCKETT K.J. & BURTON M.A.S., 1981. The effect of trace elements on lower plants. In : *Effect of Heavy Metal Pollution on Plants - Metals in the Environment* (N.W. Lepp, ed.), London, Applied Science Publishers, 2, 213-238.
- PUCKETT K.J., 1988. Bryophytes and lichen as monitors of metal deposition. In : *Lichens, Bryophytes and Air Quality* (T.H. Nash III & Wirth V., eds), *Bibl. Lichenol.*, Berlin and Stuttgart, Cramer, 30, 231-267.
- PULLUM P.A. & ERBISCH F.H., 1972. Effects of gamma radiation on the lichen *Cladonia verticillata* (Hoffm.) Schaer. *Bryol.* 75, 48-53.
- PURVIS O.W., 1985. The effect of mineralization on lichen communities with special reference to cupriferous substrata. PhD. Thesis, University of London.
- PURVIS O.W., 1987. *Psilolechia leprosa* : an overlooked species ? *Brit. Lichen Soc. Bull.* 61, 18.
- PURVIS O.W., 1993. The botanical interest of mine spoil heaps – the lichen story. *J. Russell Soc.* 5, 1, 45-48.
- PURVIS O.W. & HALLS C., 1996. A review of lichens in metal-enriched environments. *Lichenol.* 28, 6, 571-601.
- PYATT F.B., GRATTAN J.P., LACY D., PYATT A.J. & SEAWARD M.R.D., 1999. Comparative effectiveness of *Tillandsia usnoides* L. and *Parmotrema praesorediosum* (Nyl.) Hale as bio-indicators of atmospheric pollution in Louisiana (U.S.A.). *Water Air Soil Pollut.* 111, 317-326.
- QUEVAUVILLER Ph., HERZIG R. & MUNTAU H., 1996. Certified reference material of lichen (CRM 482) for the quality control of trace element biomonitoring. *Sci. Total Environ.* 187, 143-152.
- QUINCHE J.-P. & DVORAK V., 1975. Le mercure dans les végétaux et les sols de Suisse romande. *Rech. agron. en Suisse* 14, 4, 323-337.
- QUINCHE J.-P., BOLAY A. & DVORAK V., 1976. La pollution par le mercure des végétaux et des sols de la Suisse romande. *Rev. suisse Agric.* 8, 5, 130-142.
- RAHN K.A. & HUANG S., 1999. A graphical technique for distinguishing soil and atmospheric deposition in biomonitors from the plant material; *Sci. Total Environ.* 232, 79-104.
- REIS M.A., ALVES L.C., WOLTERBEEK H.Th., VERBURG T., FREITAS M.C. & GOUVEIA A., 1996. Main atmospheric heavy metal sources in Portugal by biomonitor analysis. *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B* 109/110, 493-497.
- REIS M.A., ALVES L.C., FREITAS M.C., VAN OS B. & WOLTERBEEK H.Th., 1999a. Lichens (*Parmelia sulcata*) time response model to environmental elemental availability. *Sci. Total Environ.* 232, 105-115.
- REIS M.A., FREITAS M.C., ALVES L.C., MARQUES A.P. & COSTA C., 1999b. Environmental assessment in an industrial area of Portugal. *Biol. Trace Elem. Res.* 71-72, 273-280.
- RICHARDSON D.H.S. & NIEBOER E., 1980a. Surface binding and accumulation of metals in lichens. In : *Cellular Interactions in Symbiosis and Parasitism* (C.B. Cook, P.W. Pappas & E.D. Rudolph, eds), Ohio State University Press, Columbus, Ohio USA, 75-94.
- RICHARDSON D.H.S., BECKETT P.J. & NIEBOER E., 1980b. Nickel in lichens, bryophytes, fungi and algae. In : *Nickel in the Environment* (J.O. Nriagu, ed.), John Wiley & Sons, New-York, 367-406.
- RICHARDSON D.H.S., KIANG S., AHMADJIAN V. & NIEBOER E., 1985. Lead and uranium uptake by lichens. In : *Lichen physiology and cell biology* (D.H. Brown, ed.), Plenum Press, New-York, 227-246.
- RICHARDSON D.H.S., 1995. Metal uptake in lichens. *Symbiosis* 18, 119-127.
- RICHARDSON D.H.S., 2002. Reflection on lichenology : achievements over the last 40 years and challenges for the future. *Can. J. Bot.* 80, 101-113.

- RIGET F., ASMUND G. & AASTRUP P., 2000. The use of lichen (*Cetraria nivalis*) and moss (*Rhacomitrium lanuginosum*) as monitors for atmospheric deposition in Greenland. *Sci. Total Environ.* 245, 137-148.
- ROSSBACH M., JAYASEKERA R., KNIEWALD G. & NGUYEN H.T., 1999. Large scale air monitoring : lichen vs. air particulate matter analysis. *Sci. Total Environ.* 232, 59-66.
- SAINSBURY C.L., HAMILTON J.C. & HUFFMAN C.Jr., 1968. Geochemical cycle of selected trace-elements in the tungsten-beryllium district Western Seward Peninsula, Alaska - a reconnaissance study. *U.S. Geol. Surv. Bull.* 1242-F, 1-42.
- SARRET G., MANCEAU A., CUNY D., VAN HALUWYN C., DERUELLE S., HAZEMANN J.-L., SOLDI Y., EYBERT-BERARD L. & METHONNEX J.-J., 1998. Mechanisms of lichen resistance to metallic pollution. *Environ. Sci. Technol.* 32, 3325-3330.
- SAWIDIS T., CHETTRI M.K., ZACHARIADIS G.A., STRATIS J.A. & SEAWARD M.R.D., 1995. Heavy metal bioaccumulation in lichens from Macedonia in northern Greece. *Toxicol. Environ. Chem.* 50, 157-166.
- SCERBO R., POSSENTI L., LAMPUGNANI L., RISTORI T., BARALE R. & BARGHIGIANI C., 1999. Lichen (*Xanthoria parietina*) biomonitoring of trace element contamination and air quality assessment in Livorno Province (Tuscany, Italy). *Sci. Total Environ.* 241, 91-106.
- SCERBO R., RISTORI T., POSSENTI L., LAMPUGNANI L., BARALE R. & BARGHIGIANI C., 2002. Lichen (*Xanthoria parietina*) biomonitoring of trace element contamination and air quality assessment in Pisa Province (Tuscany, Italy). *Sci. Total Environ.* 286, 27-40.
- SCHMELING M., ALT F., KLOCKENKÄMPER R. & KLOCKOW D., 1997. Multielement analysis by total reflection X-ray fluorescence spectrometry for the certification of lichen research material. *Fresenius J. Anal. Chem.* 357, 1042-1044.
- SCOTTER G.W. & MILTIMORE J.E., 1973. Mineral content of forage plants from the reindeer preserve, Northwest Territories. *Can. J. Plant Sci.* 53, 263-268.
- SEAWARD M.R.D. & BYLINSKE E.A., 1980. Plant – substrate correlations in bioindication studies of metals. In : *Methodische und Theoretische Grundlagen der Bioindikation* (R. Schubert & J. Schuh, eds), Martin Luther Universität, Halle Wittenberg, vol. 1 of 1979 Intern. Workshop on Bioindication, 45-51.
- SEAWARD M.R.D., 1991. Biomonitoring of radionuclides in eastern Europe, pre- and post-Chernobyl. In : *Proc. 1st Symp. On Environmental Pollution and Control* (Z. Ayvaz, ed.), Izmir, Turkey, vol. 1, 80-89.
- SEAWARD M.R.D., 1994. Measuring up to disaster : the necessity for valid baseline data. *Dis. Prev. Mgt* 3, 4, 17-26.
- SEAWARD M.R.D., 1995. Use and abuse of heavy metal bioassays in environmental monitoring. *Sci. Total. Environ.* 176, 129-134.
- SEAWARD M.R.D., 1999. Realistic and relevant data accumulation for environmental impact assessment. In : *Proc. Symp. On Regional Environmental Impact Assessment, Hong-Kong, May 1999*, vol. 2, 17-21.
- SEAWARD M.R.D., 2001. Lichens as monitors of the Chernobyl disaster : a review. *Acta Universitatis Wratislaviensis No 2317, Prace Botaniczne LXXIX, Wroclaw*, 35-48.
- SEAWARD M.R.D., 2002. Lichens as monitors of radioelements. In : *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens* (P.L. Nimis, C. Scheidegger & P.A. Wolseley, ed.), Kluwer Acad. Publ., 85-96.
- SEMADI A. & TAHAR A., 1995. Une méthode biologique pour la détection de la pollution globale dans la région d'Annaba (Algérie). *Pollution Atmosphérique (avril-juin)*, 50-58.
- SHACKLETTE H.T., 1972. Cadmium in plants. *U.S. Geol. Surv. Bull.* 1314-G, 1-28.
- STANKOVIC A., STANKOVIC S. & PANTELIC G., 1996. Levels of activity of natural radionuclides in samples of mosses and lichens from the National Park "Durmitor" In : *Proc. 5th Yugoslav Ecological Congress*, 22-27 Sept. 1996, Belgrade, 49-54.
- TAKACS Z., CSINTALAN Z. & TUBA Z., 1999. Responses of lichen *Cladonia convoluta* to high CO₂ level and heavy metal treatment. *Z. Naturforsch.* 54c, 797-801.
- TAKALA K., SALMINEN R. & OLKKONEN H., 1998. Geogenic and anthropogenic zinc in epiphytic and terricolous lichens in Finland. *J. Geochem. Explor.* 63, 57-66.
- TARHANEN S., METSÄRINNE S., HOLOPAINEN P. & OKSANEN J. 1999. Membrane Permeability Response of Lichen *Bryoria fuscescens* to Wet Deposited Heavy Metals and Acid Rain. *Environmental Pollution* 104, 121 – 129.
- TUBA Z. & CSINTALAN Z., 1993. Bioindication of road motor traffic caused heavy metal pollution by lichen transplants. In : *Plants as biomonitors. Indicators for heavy metals in the terrestrial environment* (B. Markert, ed.), Weinheim, VCH Verlagsgesellschaft, 329-341.
- TUBA Z., CSINTALAN Z., NAGY Z., SZENTE K. & TAKACS Z., 1994. Sampling of terricolous lichens and moss species for trace element analysis, with special reference to bioindication of air pollution. In : *Environmental Sampling for Trace Analysis* (B. Markert, ed.), Weinheim, VCH Verlagsgesellschaft, 415-434.

- UNEP (United Nations Environment Programme / PNUE Programme des Nations Unies pour l'Environnement), 2002. Depleted uranium in Serbia and Montenegro; Post-Conflict Environmental Assessment in the Federal Republic of Yugoslavia. Rapport, 119 p.
- VINCENT J.P., 1994. La contamination de la végétation d'un environnement urbain par les métaux lourds. Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse 130, 27-32.
- VTOROVA V.N. & MARKERT B., 1995. Multi-analysis of plants of the forest ecosystems in Eastern Europe. Biol. Bull. 22, 4, 371-377 (in English) / Izvest. Akad. Nauk Ser. Biol. 4, 447-454 (in Russian).
- WETMORE C.M., 1985. Lichens and air quality in Sequoia National Park. Final Report.
- WETMORE C.M., 1986a. Lichens and air quality in Sequoia National Park and Kings Canyon National Park. Supplementary Report.
- WETMORE C.M., 1986b. Lichens and air quality in Indiana Dunes National Lakeshore. Final Report.
- WETMORE C.M., 1986c. Lichens and air quality in Cuyahoga Valley National Recreation Area. Final Report.
- WETMORE C.M., 1987a. Lichens and air quality in Saguaro National Monument with chemical analysis of Chiricahua lichens. Final Report.
- WETMORE C.M., 1987b. Lichens and air quality in Delaware Water Gap Recreation Area. Final Report.
- WETMORE C.M., 1988a. Lichens and air quality in Sleeping Bear Dunes National Lakeshore. Final Report.
- WETMORE C.M., 1988b. Lichens and air quality in Apostle Islands National Lakeshore. Final Report.
- WETMORE C.M., 1988c. Lichens and air quality in Pictured Rocks National Lakeshore. Final Report.
- WETMORE C.M., 1988d. Lichens and air quality in Indiana Dunes National Lakeshore. Mycotaxon 33, 25-39.
- WETMORE C.M., 1989a. Lichens and air quality in White Mountain National Forest Wilderness Areas. Final Report.
- WETMORE C.M., 1989b. Lichens and air quality in Cuyahoga Valley National Recreation Area, Ohio. Bryol. 92, 3, 273-281.
- WETMORE C.M., 1991. Lichens and air quality in Okefenokee National Wildlife Refuge. Final Report.
- WETMORE C.M., 1992. Lichens and air quality in Grand Portage National Monument. Final Report.
- WETMORE C.M., 1993a. Lichens and air quality in Chequamegon National Forest Rainbow Lake Wilderness Area. Final Report.
- WETMORE C.M., 1993b. 1992 elemental analysis of Boundary Waters Canoe Area lichens of the Superior National Forest. Final Report.
- WETMORE C.M., 1995. 1993 elemental analysis of lichens of the White Mountain National Forest Wilderness Areas. Final Report.
- WETMORE C.M. & BENNETT J.P., 1996. 1995 lichen studies in Apostle Islands National Lakeshore. Final Report.
- WETMORE C.M. & BENNETT J.P., 1998. 1997 elemental analysis of Boundary Waters Canoe Area lichens of the Superior National Forest. Final Report.
- WETMORE C.M. & BENNETT J.P., 2002a. 2001 lichen studies in Apostle Islands National Lakeshore. Final Report.
- WETMORE C.M. & BENNETT J.P., 2002b. Lichens and air quality in Hot Springs National Park. Final Report.
- WILLAMO R. & NUORTEVA P., 1987. The role of heavy metals in forest die-off. In : Symp. Finnish Project on Acidification (HAPRO) (P. Anttila & P. Kauppi, eds), Ministry of the Environment, Ministry of Agriculture and Forestry A64/1987. (= In : *Factors Affecting the Forest Decline. Publications from the Department of Environmental Conservation 8, 80, 1988*).
- WILSON M.J., JONES D. & MCHARDY W.J., 1981. The weathering of serpentine by *Lecanora atra*. Lichenol. 13, 2, 167-176.
- WILSON M.J. & JONES D., 1983. Lichen weathering of minerals : implication for pedogenesis. In : Residual Deposites : surface related weathering processes and materials (R.C. Wilson, ed.), Special Publication of the Geological Society, Blackwell, London, 5-12.
- WOODS R., 1988. Further neglected habitats : heavy metal outliers. Brit. Lichen Soc. Bull. 63, 15-16.
- ZHANG L., PLANAS D. & QIAN J.-L., 1995. Mercury concentrations in black spruce (*Picea mariana* Mill. B.S.P.) and lichens in boreal Quebec, Canada. Water Air Soil Pollut. 81, 153-161.