



**Conseil économique
et social**

Distr.
GÉNÉRALE

EB.AIR/WG.1/2003/8
3 juin 2003

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

ORGANE EXÉCUTIF DE LA CONVENTION
SUR LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE
TRANSFRONTIÈRE À LONGUE DISTANCE

Groupe de travail des effets

(Vingt-deuxième session, Genève, 3-5 septembre 2003)

Point 4 d) de l'ordre du jour provisoire

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE LA PRÉSENCE DE MÉTAUX LOURDS
DANS LES MOUSSES DE 2000/2001

Rapport succinct du Centre de coordination du Programme international concerté
relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur la végétation naturelle
et les cultures (PIC-Végétation)

Introduction

1. Le présent rapport résume une étude effectuée en Europe en 2000/2001 par un groupe de scientifiques sous la direction du Président du PIC-Végétation et avec l'assistance de M. Åke Rühling (Suède) et M. Eiliv Steinnes (Norvège). Un rapport détaillé a été publié récemment (Buse et différents auteurs, 2003). La coordination de l'étude a été financée par le Département pour l'environnement, l'alimentation et les affaires rurales du Royaume-Uni. L'étude visait essentiellement à déterminer la concentration de métaux lourds dans les mousses en Europe, à recenser les principales zones polluées, à établir des cartes régionales et à mieux comprendre la pollution transfrontière à longue distance.

Les documents établis sous les auspices ou à la demande de l'Organe exécutif de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance aux fins d'une distribution GÉNÉRALE doivent être considérés comme provisoires tant qu'ils n'ont pas été APPROUVÉS par l'Organe exécutif.

2. Lancée à l'origine en 1980 dans le cadre d'une initiative conjointe du Danemark et de la Suède dirigée par M. Åke Rühling (Suède), l'étude sur les métaux lourds dans les mousses a été depuis lors répétée à des intervalles de cinq ans avec un nombre croissant de pays et de participants. Vingt-huit pays européens, presque 7 000 sites et une centaine de personnes ont participé à l'étude actuelle (2000/2001). En 2001, la responsabilité de la coordination du projet a été transférée au PIC-Végétation.

3. Cette étude fournit des données relatives à la concentration de 10 métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, fer, plomb, mercure, nickel, vanadium et zinc) dans des mousses croissant à l'état naturel dans toute l'Europe. La technique de l'analyse des mousses est un autre moyen de mesurer la répartition spatiale des dépôts atmosphériques de métaux lourds sur les écosystèmes terrestres et elle est plus facile et plus économique que l'analyse classique des précipitations (Rühling et Tyler, 1968; Tyler, 1970).

I. ÉCHANTILLONNAGE, ANALYSE ET MÉTHODES CARTOGRAPHIQUES

4. Comme dans les études précédentes, l'analyse a principalement porté sur des espèces de mousses qui tapissent le sol, *Pleurozium schreberi* et *Hylocomium splendens*. Au besoin, d'autres espèces au mode de croissance similaire ont été recueillies, la plus utilisée étant *Hypnum cupressiforme*. Les mousses ayant été prélevées dans une série d'habitats allant du climat subarctique du nord de la Suède au climat chaud et sec de certaines régions de l'Italie du Sud, il était inévitable qu'une grande variété d'espèces soient concernées. La teneur en métaux lourds a été déterminée dans 25 espèces de mousses sur un total de presque 7 000 sites. L'espèce la plus souvent prélevée était *Pleurozium schreberi* (Brid.) (39,4 % des échantillons), suivie par *Hypnum cupressiforme* (Hedw.) (17,4 %), *Hylocomium splendens* (Hedw.) (16,8 %) et *Scleropodium purum* (Hedw.) (11,4 %).

5. Les échantillons de mousses ont été prélevés conformément aux directives énoncées dans le protocole expérimental pour l'étude de 2000/2001 (CEE-ONU, 2001). La procédure était semblable à celle qui est résumée dans le rapport sur l'étude de 1995 (Rühling et différents auteurs, 1998). Chaque point d'échantillonnage était situé à 300 mètres au moins des routes principales et des zones peuplées et à 100 mètres au moins de toute route ou habitation. Dans les forêts ou les champs, les échantillons ont été prélevés dans de petits espaces ouverts afin d'éviter tout effet de gouttière. Les analyses ont porté uniquement sur la partie des mousses ayant poussé durant les trois années précédentes.

6. La teneur des mousses en métaux lourds ($\mu\text{g g}^{-1}$ de poids sec) a été déterminée par une série de techniques d'analyse regroupées sous les rubriques générales suivantes: spectrométrie d'absorption atomique, spectrométrie d'émission à plasma à couplage inductif (associant spectrométrie optique et spectrométrie de masse), spectrométrie de fluorescence et activation neutronique. Plusieurs méthodes différentes ont été utilisées dans toute l'Europe pour chaque métal.

7. Dans la plupart des cas, la responsabilité du contrôle-qualité de l'analyse et des échantillons, garanti par l'utilisation de matériaux de référence certifiés, incombait à chaque participant. Lors des prélèvements, le contrôle de la qualité était identique à celui de l'étude de 1995 (Rühling et différents auteurs, 1998). L'exactitude des données reçues par le Centre de coordination a été évaluée en recherchant des extrêmes et en envoyant à chaque participant

des données résumées et les projets de cartes correspondants pour vérification et approbation avant intégration des données finales dans les cartes.

8. Deux méthodes de cartographie ont été utilisées: a) des «cartes de points » indiquant la concentration de chaque métal lourd dans chaque point d'échantillonnage; b) des cartes EMEP indiquant la concentration moyenne de chaque métal dans des mailles de 50 x 50 kilomètres. Ces deux méthodes donnent une image plus exacte de la situation sur le terrain que les cartes à courbes de niveau qui tendent à masquer les variations d'intensité de l'échantillonnage original et à exagérer l'importance de points d'échantillonnage isolés lorsque ceux-ci sont éloignés les uns des autres. Les cartes de points ont été produites à l'aide d'ArcMAP, qui fait partie d'ArcGIS, système d'information géographique (SIG) intégré. Pour chaque métal lourd, des cartes indiquant la concentration au moyen de codes de couleur ont été établies sur la base de huit fourchettes de concentration, les mêmes que celles qui avaient été utilisées dans le rapport sur l'étude de 1995 (Rühling et différents auteurs, 1998).

II. RÉPARTITION DES MÉTAUX LOURDS DANS LES MOUSSES EN EUROPE

9. Plusieurs raisons peuvent expliquer les fortes concentrations de métaux lourds dans les mousses prélevées dans une région particulière. Les points chauds peuvent être liés à des activités industrielles ou minières actuelles ou passées, ou associés à de très grandes agglomérations, tandis que les effets diffus peuvent être dus à des sources diffuses, en particulier les émissions par les véhicules le long des routes principales, à des sources géologiques ou au transport à longue distance de polluants de sources industrielles et automobiles. Les explications relatives à la répartition de chaque métal lourd sont fondées sur les renseignements fournis par les participants concernés.

10. Le tableau ci-dessous montre les valeurs minimale, maximale et médiane pour 10 métaux lourds et le nombre d'échantillons pour chaque pays participant. Dans la majeure partie de l'Europe (plus de la moitié des points d'échantillonnage), les concentrations dans les mousses étaient relativement faibles pour la plupart des métaux lourds. Dans certains pays, en particulier dans l'ouest et dans le nord, les fortes concentrations étaient plutôt localisées tandis que dans d'autres, en particulier dans l'est, elles touchaient généralement des zones plus vastes.

11. Les concentrations étaient relativement faibles dans la majeure partie de la Scandinavie mais de fortes teneurs en cadmium et en chrome ont été observées près d'un haut fourneau en Norvège et d'une aciérie en Finlande, respectivement. Les fortes concentrations de cuivre dans le nord provenaient probablement de la péninsule de Kola, zone industrialisée de la Fédération de Russie, et les teneurs en plomb quelque peu élevées dans le sud d'émissions par des véhicules ailleurs en Europe. Dans les États baltes, les concentrations étaient également faibles, mais une augmentation de la teneur en cadmium a été observée près d'un haut fourneau en Lettonie ainsi que dans une zone plus vaste, probablement en raison de l'action du vent dominant de sud-ouest.

12. Les concentrations de plusieurs métaux lourds étaient particulièrement élevées en Europe centrale, en particulier celles d'arsenic près d'anciennes centrales au lignite dans le «triangle noir» où se rencontrent les frontières de la République tchèque, de l'Allemagne et de la Pologne, et autour des frontières entre la République tchèque, la Pologne et la Slovaquie. Les fortes concentrations de plomb observées au nord-ouest de la Slovaquie, où il n'y a pas d'industrie métallurgique, étaient probablement dues à un transport transfrontière. Les taux élevés d'arsenic

en Roumanie et en Serbie-et-Monténégro, dans la péninsule des Balkans, étaient liés respectivement à l'industrie du cuivre et aux raffineries. Les fortes concentrations observées en Bulgarie voisine étaient probablement dues aux mêmes causes. Les taux élevés de cuivre observés au centre de la Bulgarie étaient dus à l'exploitation du cuivre et à une fonderie de cuivre.

13. Les concentrations de métaux lourds en Allemagne (sauf à l'est), en Autriche et en Suisse étaient relativement faibles, et seuls certains sites précis présentaient des concentrations élevées, notamment une région qui produisait autrefois du cuivre dans l'ouest de l'Autriche. Les taux élevés observés en Italie étaient essentiellement associés aux aciéries et aux raffineries de pétrole du nord-ouest. Au Royaume-Uni, les concentrations élevées étaient plutôt localisées, par exemple, dans la région industrielle du sud du pays de Galles, tandis que la légère et diffuse augmentation du taux de plomb était probablement due à l'essence au plomb autrefois utilisée dans les transports. En France, les taux élevés de plomb étaient associés aux zones urbanisées; le taux élevé de chrome observé dans le sud était lié aux raffineries et aux industries métallurgiques. Dans la péninsule ibérique, les taux élevés d'arsenic étaient principalement associés aux régions urbanisées et industrielles. Dans le sud-est de la France comme au sud du Portugal, les taux élevés de fer étaient probablement dus à l'aridité du climat qui entraînait une accumulation dans les mousses de poussières transportées par les vents.

III. CONCLUSIONS

14. Par rapport à l'analyse des précipitations, l'étude des mousses est un moyen économique et efficace d'identifier les points chauds correspondant aux dépôts atmosphériques de métaux lourds ainsi que les degrés de pollution dans les zones éloignées. Certains échantillons de mousses qui présentaient une forte concentration en métaux témoignaient de dépôts très importants au voisinage de sources d'émission locales tandis que d'autres indiquaient des dépôts élevés sur des zones plus vastes dus à des sources diffuses telles que sols pollués ou transport transfrontière. Par exemple, ce dernier semble être à l'origine des concentrations élevées de plomb observées dans le sud de la Scandinavie (qui proviennent probablement d'une émission par les véhicules dans d'autres endroits de l'Europe).

15. La représentation des concentrations sous forme de «cartes de points» donne une image détaillée et précise de la répartition des métaux lourds. L'utilisation du maillage de l'EMEP atténue les variations entre les données sans faire ressortir de vastes zones comme les cartes à courbes de niveau. Elle élimine également l'effet artificiel que créent sur les cartes de points les différentes densités d'échantillonnage. Les différences marquées de concentration le long des frontières nationales, par exemple entre la Suisse et l'Italie, correspondaient fréquemment à la réalité, car les frontières tendent à suivre les lignes topographiques telles que les chaînes montagneuses.

16. De manière générale, les concentrations de métaux lourds dans les mousses diminuaient clairement d'est en ouest. Dans des pays tels que la Bulgarie et la Pologne, le charbon restait l'une des principales sources de carburant et bien que les industries devenaient plus propres, elles représentaient toujours une plus grande source de pollution par les métaux lourds dans l'est de l'Europe que dans l'ouest.

17. Dans certaines régions, les anciens sites industriels ou les sites autrefois pollués par des métaux lourds (tels que les mines) provoquaient encore de fortes concentrations de métaux lourds dans les mousses. L'accumulation de métaux lourds dans les mousses durant la période de végétation de trois ans choisie comme référence pour l'étude signifie que les réductions d'émissions qui ont eu lieu entre 1995 et l'étude de 2000/2001, grâce à l'essence sans plomb au Royaume-Uni ou à l'épuration des émissions en République tchèque, ne se voient pas nécessairement sur les cartes.

18. Une diminution générale de la concentration de certains métaux lourds dans les mousses, par exemple arsenic et cadmium, a été observée dans toute l'Europe grâce à une comparaison préliminaire des résultats issus des études de 1995 et de 2000/2001.

IV. RECOMMANDATIONS POUR LES PROCHAINES ANALYSES DE DONNÉES EXISTANTES ET POUR L'ÉTUDE DE 2005

19. L'uniformisation des données issues des études antérieures à 1995 permettra de dégager des tendances à long terme. En comparant l'évolution spatiale et temporelle des concentrations de métaux lourds dans les mousses et l'évolution des dépôts de métaux lourds, on pourra mieux examiner l'authenticité du lien avec les dépôts atmosphériques. En particulier, les cartes de concentration de métaux lourds dans les mousses établies par le PIC-Végétation sur une maille EMEP de 50 x 50 kilomètres devraient être comparées avec les cartes EMEP de dépôts atmosphériques de métaux lourds.

20. En vue d'améliorer le contrôle de la qualité, des échantillons de mousses standard devraient être inclus dans l'étude de 2005 et distribués entre tous les participants. Ces derniers devraient être encouragés à recueillir des mousses sur des sites dans lesquels les taux de dépôts atmosphériques de métaux lourds sont connus, afin d'établir des liens directs entre la concentration de métaux lourds dans les mousses et les taux de dépôts atmosphériques de métaux à l'échelle européenne. Berg et Steinnes (1997) et Berg et différents auteurs (2003) ont déjà établi ces relations pour la Norvège et les pays nordiques, respectivement. En outre, les participants devraient être encouragés à effectuer des comparaisons entre espèces (Berg et Steinnes, 1997; Reimann et différents auteurs, 2001) et entre plusieurs méthodes d'analyses (si possible).

V. RAPPORT

21. Des renseignements complémentaires sur l'étude de 2000/2001 figurent dans le rapport complet (Buse et différents auteurs, 2003), disponible auprès du Centre de coordination du PIC-Végétation, au Centre pour l'écologie et l'hydrologie, Bangor, Royaume-Uni. Personne à contacter: M. Harry Harmens (courrier électronique: hh@ceh.ac.uk).

VI. RÉFÉRENCES

Berg T., Hjellbrekke A., Rühling Å., Steinnes E., Kubin E., Larsen M. M., Piispanen J. (2003). *Absolute deposition maps of heavy metals for the Nordic countries based on moss surveys*. TemaNord 2003:505. Conseil des ministres des pays nordiques, Copenhague, 2003.

Berg T. et Steinnes E. (1997). *Use of mosses (Hylocomium splendens and Pleurozium schreberi) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute values*. Environmental Pollution 98, 61-71.

Buse A., Norris D., Harmens H., Buker P., Ashenden T. (2003). *Heavy metals in European mosses: 2000/2001 survey*. Defra Contract EPG 1/3/170.

Reimann C., Niskavaara H., Kashulina G., Filzmoser P., Boyd R., Volden T., Tomilina O. et Bogatyrev I. (2001). *Critical remarks on the use of terrestrial moss (Hylocomium splendens and Pleurozium schreberi) for monitoring of airborne pollution*. Environmental Pollution 113, 41-57.

Rühling Å. et Steinnes E. (1998). *Atmospheric heavy metal deposition in Europe 1995-1996*. NORD 1998:15. Conseil des ministres des pays nordiques, Copenhague.

Rühling Å. et Tyler G. (1968). *An ecological approach to the lead problem*. Botaniska Notiser 122, 248-342.

Tyler G. (1970). *Moss analysis – a method for surveying heavy metal deposition*. In: Englund H. H. et Berry W. T. (éd.). Actes du Congrès international sur la protection de l'air. Academic Press, New York.

UNECE (2001). ICP Vegetation experimental protocol of the 2001 season. PIC-Végétation Centre de coordination du PIC-Végétation, CEH Bangor, United Kingdom.

Note: Les références sont reproduites telles qu'elles ont été reçues par le secrétariat.

Tableau: Concentration ($\mu\text{g g}^{-1}$ de poids sec à 40 °C) de métaux lourds dans les échantillons de mousses prélevés dans chaque pays en 2000/2001.
N = nombre d'échantillons

	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Allemagne										
Nombre d'échantillons	1 026	1 027	1 025	1 027	1 026	1 028	1 028	1 026	1 027	1 026
Minimale	0,05	0,07	0,41	2,92	111	0,016	0,39	1,61	0,15	15,8
Maximale	1,31	1,53	4,57	25,9	2 830	0,312	5,07	29,4	16,3	234
Médiane	0,16	0,21	0,91	7,14	343	0,041	1,13	4,62	1,06	41,0
Autriche										
Nombre d'échantillons	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
Minimale	0,04	0,08	0,25	3,40	144	0,020	0,35	1,98	0,38	11,8
Maximale	1,14	1,27	3,69	41,0	3 590	0,260	7,95	22,6	10,2	114
Médiane	0,10	0,18	0,73	6,13	409	0,050	1,26	5,76	1,27	31,5
Belgique										
Nombre d'échantillons	35	35	35	35	-	34	-	35	35	35
Minimale	0,30	0,25	2,78	5,10	-	0,039	-	3,54	1,80	53,8
Maximale	4,36	1,77	47,1	37,7	-	0,360	-	62,3	26,2	226
Médiane	0,78	0,75	8,16	9,72	-	0,127	-	23,8	5,77	111
Bosnie-Herzégovine										
Nombre d'échantillons	23	-	23	23	23	23	23	-	23	23
Minimale	0,31	-	0,94	0,00	439	0,4	1,69	-	2,89	10,0
Maximale	3,74	-	18,5	67,1	6 020	4,85	25,2	-	34,4	56,9
Médiane	1,01	-	3,45	0,00	1 350	0,173	4,85	-	7,16	23,8
Bulgarie										
Nombre d'échantillons	217	217	217	217	217	-	217	217	217	217
Minimale	0,08	0,06	0,74	5,34	333	-	1,49	4,55	2,02	12,5
Maximale	53,0	10,6	53,1	1 860	11 600	-	114	887	42,6	930
Médiane	0,21	0,38	2,41	14,5	1 410	-	3,33	18,9	4,95	32,6

	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Bulgarie – Données supplémentaires ne figurant pas sur les cartes										
Nombre d'échantillons	126	-	126	-	126	-	126	-	126	126
Minimale	0,25	-	0,50	-	692	-	0,46	-	2,19	19,2
Maximale	59,0	-	26,9	-	14 700	-	18,6	-	112	378
Médiane	1,00	-	3,49	-	2 080	-	3,90	-	7,65	39,9
Espagne (Galice)										
Nombre d'échantillons	146	146	146	146	146	-	146	146	-	146
Minimale	0,04	0,03	0,29	1,22	2	-	0,25	0,29	-	10,8
Maximale	2,65	0,48	265	24,9	1 890	-	127	20,6	-	95,7
Médiane	0,21	0,07	5,73	4,24	243	-	4,16	1,84	-	29,9
Estonie										
Nombre d'échantillons	-	100	100	100	100	-	100	100	100	100
Minimale	-	0,12	0,43	2,29	158	-	0,44	1,95	0,96	21,8
Maximale	-	0,29	4,58	17,1	1 030	-	4,01	9,60	10,2	54,6
Médiane	-	0,20	1,01	3,39	289	-	1,01	4,18	1,72	31,4
Ex-République yougoslave de Macédoine										
Nombre d'échantillons	73	73	73	-	73	-	73	-	73	73
Minimale	0,12	0,02	2,33	-	423	-	0,09	-	1,79	13,9
Maximale	7,98	2,95	122	-	17 300	-	24,1	-	43,4	203
Fédération de Russie-nord-ouest (Saint-Pétersbourg, etc.)										
Nombre d'échantillons	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Minimale	0,083	0,008	0,795	3,16	126	0,010	0,860	2,45	0,950	17,1
Maximale	0,549	3,74	5,72	77,3	1 670	0,110	26,3	23,3	71,1	126
Médiane	0,174	0,257	1,42	5,18	421	0,040	2,04	4,70	2,18	36,2

	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Finlande										
Nombre d'échantillons	273	938	938	938	938	271	938	938	938	938
Minimale	0,00	0,01	0,34	1,26	51	<0,01	0,46	0,65	0,17	11,5
Maximale	0,81	0,42	9,21	67,7	1 950	0,180	68,8	10,0	7,54	88,0
Médiane	0,16	0,12	1,06	3,38	210	0,042	1,38	2,96	1,24	27,6
France										
Nombre d'échantillons	517	528	528	528	527	528	528	528	528	528
Minimale	<0,23	0,04	0,16	2,20	123	0,030	0,70	1,00	1,04	1,60
Maximale	9,19	1,36	15,4	28,4	7 910	0,210	19,2	44,4	17,5	294
Médiane	<0,23	0,20	1,69	6,40	654	0,070	2,30	5,70	2,89	40,4
Hongrie										
Nombre d'échantillons	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Minimale	<1,0	0,31	3,00	3,30	315	<1,0	2,90	5,00	2,10	17,7
Maximale	<1,0	1,48	13,1	17,6	3 480	<1,0	25,4	38,9	10,1	114
Médiane	<1,0	0,55	6,40	7,65	1 760	<1,0	5,35	15,0	4,20	29,9
Îles Féroé										
Nombre d'échantillons	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Minimale	0,11	0,04	0,50	4,48	270	0,022	1,02	2,18	1,81	10,6
Maximale	0,30	0,09	1,83	9,87	1 750	0,067	2,97	5,94	8,03	20,2
Médiane	0,15	0,06	0,68	6,84	754	0,048	1,73	3,68	3,34	14,3
Italie										
Nombre d'échantillons	198	273	242	255	222	201	269	210	211	238
Minimale	0,00	0,00	0,17	0,25	119	<0,01	0,09	0,08	0,04	10,0
Maximale	37,0	4,22	103	136	52 200	5,30	90,6	410	77,0	395
Médiane	0,40	0,26	3,65	9,11	1 380	0,070	3,80	9,42	5,59	48,0
Lettonie										
Nombre d'échantillons	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
Minimale	0,001	0,10	0,58	3,10	80	0,010	0,50	1,50	0,59	20,0
Maximale	0,18	2,10	3,30	12,7	392	0,110	5,50	37,0	23,0	189
Médiane	0,06	0,16	0,95	5,10	134	0,050	0,98	2,90	1,80	31,0

	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Lituanie										
Nombre d'échantillons	138	138	138	138	138	143	138	138	138	138
Minimale	0,13	0,09	0,44	3,73	291	0,044	0,75	3,75	1,88	18,0
Maximale	1,43	0,31	4,73	12,3	2 820	0,161	7,08	22,6	54,5	87,0
Médiane	0,32	0,15	1,27	6,45	623	0,088	1,36	8,25	3,44	34,5
Norvège										
Nombre d'échantillons	462	462	453	464	464	464	464	464	464	464
Minimale	0,01	0,01	0,13	1,74	99	0,022	0,06	0,50	0,28	9,71
Maximale	3,43	2,62	258	206	11 200	0,208	302	27,7	22,6	661
Médiane	0,13	0,09	0,69	4,26	365	0,052	1,11	2,70	1,36	29,4
Pologne										
Nombre d'échantillons	-	116	116	116	116	-	116	116	116	116
Minimale	-	0,22	0,34	4,53	216	-	0,72	3,94	1,92	28,3
Maximale	-	7,17	10,5	39,6	4 240	-	2,89	65,6	16,6	589
Médiane	-	0,36	0,89	8,03	429	-	1,57	9,94	5,84	41,4
Portugal										
Nombre d'échantillons	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Minimale	0,00	0,00	0,27	2,81	140	0,00	0,00	0,00	0,26	12,9
Maximale	9,71	4,10	19,5	80,3	5 110	1,74	26,8	109	20,0	332
Médiane	0,33	0,41	1,08	6,16	561	0,043	1,21	3,11	2,72	28,1
République tchèque										
Nombre d'échantillons	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Minimale	0,07	0,09	0,38	3,69	176	0,020	0,56	1,81	0,57	19,4
Maximale	1,40	2,24	7,66	11,7	1 850	0,105	10,2	48,2	5,86	149
Médiane	0,29	0,23	1,88	6,52	401	0,048	1,95	5,66	1,52	35,0
Roumanie										
Nombre d'échantillons	214	21	214	167	214	-	214	21	214	214
Minimale	0,27	0,26	0,50	2,21	338	-	0,26	6,45	1,93	20,1
Maximale	118	1,03	51,9	2 420	21 300	-	31,9	31,5	31,9	2 940
Médiane	1,56	0,46	8,46	21,5	2 510	-	3,35	14,3	7,99	79,5

	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Royaume-Uni										
Nombre d'échantillons	250	250	250	250	-	-	250	250	250	250
Minimale	0,01	0,01	0,11	0,87	-	-	0,00	0,34	0,14	7,36
Maximale	4,49	1,20	4,80	10,0	-	-	8,04	50,7	8,25	195
Médiane	0,16	0,11	1,44	4,32	-	-	0,77	2,92	0,99	22,7
Russie-centrale (Tula, Tver, Yaroslavl)										
Nombre d'échantillons	221	219	220	149	220	-	220	149	221	221
Minimale	0,05	0,00	0,00	3,31	68,2	-	0,00	2,06	0,34	13,4
Maximale	2,98	1,22	27,7	35,5	19 600	-	21,6	18,5	62,3	104
Médiane	0,24	0,23	1,45	6,54	616	-	1,99	7,41	3,28	34,9
Serbie-et-Monténégro										
Nombre d'échantillons	92	-	92	92	92	92	92	-	92	92
Minimale	0,46	-	1,14	6,31	720	0,010	1,96	-	2,85	14,0
Maximale	60,8	-	21,9	3 140	9 220	2,69	25,7	-	38,7	415
Médiane	1,44	-	5,07	16,9	2 360	0,386	5,65	-	9,26	32,6
Slovaquie										
Nombre d'échantillons	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
Minimale	0,34	0,11	1,10	3,92	430	0,062	0,70	9,72	1,80	28,0
Maximale	2,21	1,49	42,7	37,1	13 700	3,44	12,6	109	30,3	179
Médiane	0,71	0,59	6,45	8,76	1 560	0,180	3,15	28,3	5,70	55,0
Slovénie										
Nombre d'échantillons	82	82	82	-	82	-	-	-	-	82
Minimale	0,09	<0,1	0,63	-	210	-	-	-	-	18,6
Maximale	0,94	2,03	26,1	-	1 940	-	-	-	-	100
Médiane	0,33	0,43	2,59	-	713	-	-	-	-	34,5
Suède										
Nombre d'échantillons	603	603	603	603	603	594	603	603	603	603
Minimale	0,04	0,05	0,11	1,69	12	0,00	0,46	0,93	0,24	13,6
Maximale	1,40	0,69	136	30,3	4 270	0,231	18,2	19,4	12,1	134
Médiane	0,16	0,18	0,68	4,36	228	0,017	1,41	4,27	1,31	38,8

	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Suisse										
Nombre d'échantillons	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142
Minimale	0,02	0,05	0,37	2,69	104	0,021	0,41	0,73	0,21	14,6
Maximale	0,86	1,53	2,79	16,3	975	0,081	8,02	30,9	3,64	116
Médiane	0,12	0,19	0,89	4,35	337	0,032	1,22	3,25	0,88	29,6
Ukraine										
Nombre d'échantillons	115	115	115	114	115	115	115	115	115	115
Minimale	0,06	0,10	0,46	3,69	66	0,001	0,72	2,26	0,39	11,8
Maximale	0,67	2,91	4,38	48,8	1 320	0,114	7,05	32,6	4,32	107
Médiane	0,24	0,29	1,50	7,31	313	0,039	2,06	6,80	1,29	29,3
