

GREENPEACE

Les polluants persistants - Une menace pour la vie alpine

La contamination des poissons et des lacs de montagne par les
polluants organiques persistants et les perturbateurs endocriniens dans
les Alpes



9 octobre 2002
Manfred Krautter
Elli Seidl

Greenpeace Allemagne

1. Résumé

Une étude de Greenpeace sur les nouveaux polluants organiques persistants dans les hauts sommets des Alpes

A la demande de Greenpeace, six groupes de polluants organiques persistants différents (POP) ont été analysés sur des poissons vivant au Lac de Schwarzsee Ob Sölden situé à 2799 mètres d'altitude. Ce lac est le point d'eau le plus élevé d'Europe où vivent encore des poissons. Il est éloigné de toute source de pollution et est alimenté exclusivement en eau provenant des sommets montagneux avoisinants. Les polluants n'ont pu parvenir au lac que par l'atmosphère.

C'est la première fois que les concentrations de « nouveaux » polluants persistants (chloroparaffines, phtalates et retardateurs de flamme bromés – diphényle éther polybromé ou PBDE, et hexabromocyclododécane ou HBCD) ont été mesurées dans des poissons (omble chevalier, *salvelinus alpinus*) pêchés dans un lac de haute montagne. Des substances organochlorées telles que les biphényles polychlorés (PCB), le toxaphène, et les dioxines et furanes ont également été identifiées. L'étude montre que toutes ces substances étaient présentes parmi les poissons. On y a décelé des concentrations isolées de toxiques allant jusqu'à 911 microgrammes par kilogramme de graisse (ce qui correspond à 82 micro grammes par kilogramme de chair).

Les concentrations de chloroparaffines et de furanes parmi les poissons analysés étaient plus élevées et les concentrations de PBDE, de toxaphène et de PCB étaient plus basses que parmi les poissons semblables de l'Arctique où la dissémination des POP suscite également une contamination élevée.

Des études faites dans le cadre du projet MOLAR (Mountain Lake Research) de la CE en 2001 sur les mêmes poissons révèlent en outre une contamination élevée due aux POP classiques tels que le DDT, le DDE, le HCH, le HCB et d'autres PCB. Dans le projet européen, on a analysé les poissons et les sédiments sur un ensemble de 19 lacs de montagne. Une constante importante y a été démontrée : la concentration de POP dans les lacs est nettement plus importante à mesure que l'altitude s'élève et que la température baisse. Les POP atteignent les sommets montagneux les plus élevés et les plus isolés, et ce bien plus que dans les zones à moyenne altitude. Même en Amérique du Nord, ce lien a été constaté à la suite d'études sur les POP dans la neige prélevée dans les montagnes rocheuses.



Une menace pour la faune dans les hautes montagnes

Les substances qui ont été trouvées sont souvent plus toxiques que les POP typiques que l'on trouve en Arctique. Il s'avère donc que les dommages causés sur les animaux et l'écosystème peuvent être encore plus sérieux et visibles que dans les régions polaires. On a montré que certaines substances

comme le PBDE, les phtalates, le DDT, le PCB et la dioxine pouvaient perturber le système hormonal et la reproduction des animaux. En plus, certains de ces toxiques peuvent endommager le système immunitaire, provoquer le cancer et porter atteinte aux organes vitaux.

La distillation globale - une pompe à poison dans les hautes montagnes et les régions polaires

La présence de toxiques persistants en haute montagne est due avant tout à l'effet typique de "dissémination globale" des toxiques persistants. Des substances chimiques particulièrement difficiles à éliminer sont acheminées vers les régions froides comme par une pompe à produits toxiques. Un phénomène comparable attirant les toxiques persistants vers l'arctique provoque le même effet et d'importantes concentrations de produits toxiques parmi les poissons, les phoques, les baleines et les ours polaires ainsi que parmi la population Inuit. Des éléments relativement nouveaux montrent que les produits toxiques persistants s'accumulent dans les zones de hautes montagnes, dans les zones humides et la faune.

D'autres études faites dans des zones éloignées les unes des autres dans les Alpes montrent qu'un nombre élevé de toxiques persistants pénètrent également la flore et les sols forestiers. Les sources proviennent, autant que l'on peut en déduire en fonction de chaque substance, tant de la région alpine que de la migration transfrontalière des POP. C'est dans les sommets montagneux, et non pas dans les vallées, que l'on trouve les plus fortes concentrations de substances toxiques. Des animaux comme les marmottes, herbivores vivants dans les prairies montagneuses, contiennent des POP. Si l'on ne prend pas de mesures énergiques afin de réduire les émissions de POP, il est à craindre que ces concentrations continuent d'augmenter.

Les mesures qui s'imposent

Les résultats présents montrent que même les POP de la nouvelle génération se répandent à grande échelle sur la planète et atteignent des régions supposées préservées à l'écart des centres urbains et industriels. Ces produits chimiques sont incontrôlables. Ils rentrent dans le classement des toxiques persistants selon la convention des POP du PNUE et doivent tomber sous le coup de l'interdiction des POP. Ce qui est seulement le cas de 12 toxiques classiques (dix pesticides, les PCB, et les dioxines/furanes). Par contre, les nouveaux produits toxiques ne sont pas ou peu réglementés. L'industrie chimique en produit en grande quantité et les intègre dans un grand nombre de produits. Une interdiction internationale de tous les POP et l'établissement d'un système obligatoire d'autorisation pour les produits chimiques dangereux doit être appliqué d'urgence dans le cadre de la refonte de la réglementation européenne sur les substances chimiques. Par ailleurs, la majorité des 30.000 produits chimiques répertoriés par l'UE ont été insuffisamment étudiés en ce qui concerne leur processus de dégradation, leur capacité d'accumulation et leur toxicité. La nouvelle réglementation européenne doit garantir le fait que ces matières soient rapidement étudiées et qu'ils aient été approuvés par le processus d'autorisation. Concernant les substances sur lesquelles l'industrie ne peut pas fournir d'informations fiables, le principe "pas de données - pas de commercialisation" doit être appliqué.

3. Les POP - une menace globale

Des sommets montagneux solitaires, une neige blanche éblouissante, des lacs de montagne limpides. Les hauts sommets alpins sont le symbole d'un environnement intact et préservé. Cette image idyllique est trompeuse, car même les montagnes loin des grandes villes et de l'industrie sont touchées par les substances toxiques persistantes. Lors de l'année internationale de la montagne, une nouvelle menace sur la vie des hautes montagnes est apparue : les produits toxiques organiques difficiles à dégrader, tels que les POP (Polluants Organiques Persistants), ont atteint des espaces naturels isolés et touchent la faune : le phénomène de la distillation globale tourne notre vision d'une haute montagne intacte en son contraire : plus les sommets sont hauts, plus la température baisse, plus les POP vont s'accumuler. Greenpeace a mené ses propres recherches sur cette menace et expose les résultats sous la forme d'une synthèse sur les informations disponibles à ce jour.

3.1. La dissémination généralisée des POP

Les POP sont des toxiques itinérants. Ils émanent directement des produits auxquels ils ont été incorporés, des processus de fabrication industrielle ou lors de l'incinération des déchets. Ils s'évaporent, sont emportés par le vent et retombent sur terre avec la pluie et la neige. (1) (2). Ils ne sont éliminés que très lentement dans l'air, l'eau et le sol. Les toxiques s'accumulent dans la chaîne alimentaire. Leur concentration va croissant depuis les plantes, en passant par les petits animaux, jusqu'aux oiseaux et mammifères en bout de chaîne alimentaire et jusqu'aux hommes.

Les POP représentent un triple danger : ils sont toxiques, difficiles à éliminer et s'accumulent dans le corps. Les POP sont en outre des produits extrêmement toxiques pour la reproduction de toutes les espèces.

3.2. Les substances toxiques classiques et la convention des Nations Unies sur les POP

Le PNUE, l'organisation environnementale des Nations Unies, a déjà proposé l'interdiction générale de 12 POP chlorés au début des années 90. Après de longues négociations, une convention correspondante a pu être votée au printemps 2001 à Stockholm. Ces produits chimiques sont ainsi interdits dans le monde entier et des mesures sont prises afin d'éviter leur production.

Les "douze salopards" de la conventions des Nations-Unies sur les POP :

- Les dioxines et furanes polychlorés (PCDD, PCDF) (produits dérivés des procédés chimiques impliquant du chlore, des procédés thermiques dans la métallurgie comme les secondes fusions et de l'incinération des déchets)
- les biphényles polychlorés (huiles industrielles) et l'hexachlorobenzène (HCB) (pesticide, produit dérivé des synthèses chlorées et de l'incinération)
- Le DDT, le chlordane, l'aldrine, la dieldrine, l'endrine, l'heptachlore, le toxaphène, le mirex (insecticides)

A l'avenir, d'autres produits toxiques devraient être interdits par la convention. Car aujourd'hui, il est clair que les douze salopards ne représentent que la partie émergée de l'iceberg.

3.3 La nouvelle génération de POP

Dans les pays membres de l'OCDE et en Europe occidentale, les POP classiques de la convention des Nations Unies sur les POP sont déjà interdits depuis de nombreuses années ou - comme c'est le cas pour les dioxines et les furanes - leur production et leur émission dans l'environnement ont fait l'objet de mesures (relatives) de réduction. Grâce à ces mesures, la contamination de l'environnement par ces produits de la première génération, les aliments et le lait maternel ont maintenant nettement diminué en Europe occidentale et dans beaucoup d'autres pays.

Les nouveaux POP remplacent les anciens

Au cours des dernières décennies, l'industrie de la chimie a cependant mis de nombreuses nouvelles substances chimiques sur le marché qui rentrent dans la catégorie des POP. Certaines d'entre elles ont

même été conçues pour remplacer les produits interdits. Un POP en remplace donc un autre (23). Un grand nombre de POP font d'ailleurs partie des produits les plus importants de l'industrie chimique. On en produit plus de 1000 tonnes par an. Ils sont souvent incorporés dans les produits de consommation et entrent donc en contact direct avec le consommateur (23). Comme par exemple, les phtalates et les chloroparaffines utilisés comme plastifiant dans le PVC, les organostanniques incorporés comme stabilisateurs dans les plastiques, ou les retardateurs de flamme bromés employés comme additifs des appareils électriques et des équipements ménagers, les muscs synthétiques comme adoucissants ou agents de fragrance dans les lessives et les cosmétiques, le nonylphénol pour les peintures, le papier et le cuir.

Producteurs

Dans les banques de données de l'UE et dans l'évaluation européenne des risques sur les produits chimiques, ont été répertoriés les producteurs ou les importateurs suivant des produits chimiques détectés par Greenpeace dans les lacs des sommets alpins :

Produits chimiques	Producteur ou importateur	Pays
Phtalates	BASF BP Chemicals Celanese Driftal GPD Atofina Industrie Generali Spa Lonza Neste Oxo Neste Oy Oxeno Olefinchemie Plastificantes de Lutxyna SISAS Pantochimi SISAS	Allemagne, Espagne Royaume-Uni Allemagne Portugal France Italie Italie Espagne Finlande Allemagne Espagne Belgique Belgique
Retardateurs de flamme bromés	Eurobroome/Broomchemie/ Dead Sea Bromine Great Lakes chemical Corp. Atofina Albermale Bayer AG Dow Deutschland Inc	Pays-Bas Royaume-Uni France Belgique, France Allemagne Allemagne
Chloroparaffines	ICI Chemicals and Polymers Caffaro S.p.A. Leuna Tenside Quimica del Cinca Atofina Chimica del Friuli	Royaume-Uni, France Italie Allemagne Espagne France Italie

La contamination des POP augmente rapidement

Certains POP sont utilisés comme biocides et comme pesticides et pénètrent ainsi dans l'environnement en grandes quantités. La contamination de l'environnement, de la faune, des produits alimentaires et de l'homme augmente parfois rapidement et a déjà atteint des concentrations préoccupantes. Ainsi, la concentration de retardateurs de flamme bromés a doublé dans le lait maternel tous les cinq ans ces dernières décennies (24). Même les nouveaux POP sont d'une haute toxicité, difficiles à éliminer et s'accumulent dans les êtres vivants. Pourtant, ils font jusqu'à présent à peine l'objet d'une restriction réglementaire. La réglementation européenne sur les produits chimiques est bâclée et n'est pas en mesure de protéger l'environnement et le consommateur face à de tels produits.

L'industrie ignore la dissémination des nouveaux produits chimiques

Les programmes de recherche de l'industrie et des universités négligent d'étudier les nouveaux POP en dépit du sérieux danger qu'ils représentent pour l'homme et l'environnement. Il n'existe pas de suivi sur ces produits chimiques de la part de l'industrie, alors qu'il s'agit de produits chimiques représentatifs du secteur chimique. Ainsi, en 1995, Greenpeace a pour la première fois démontré la présence de chloroparaffines - produit par les sociétés Hoechst et ICI - dans le lait maternel, les produits alimentaires et chez différents animaux. Ces sociétés elles-mêmes n'avaient jamais entrepris de telles recherches. En 2002, le centre d'investigation de Jülich a détecté pour la première fois la présence de nonylphénol, perturbateur hormonal hautement toxique, dans les aliments. La société Sasol / Hanau, leader européen produisant ces substances chimiques ou la Confédération de la chimie industrielle n'avaient jamais mené d'étude comparable.

Dans les rapports environnementaux annuels des entreprises de chimie, on trouve pourtant de nombreuses présentations sur des produits chimiques dont la production n'a qu'un impact limité et dont la concentration est en net recul dans la nature.

Les recherches se concentrent la plupart du temps sur les POP classiques et délaissent les nouveaux produits chimiques

Même les recherches universitaires se concentrent pour la plupart sur l'étude de l'impact environnemental des métaux lourds et des POP tels que les PCB ou le DDT pour lesquels on dispose déjà d'une grande quantité d'informations et sur lesquels il n'y a que peu d'éléments nouveaux. Pour le moment, ces travaux ne sont que des suivis de l'historique des pollutions environnementales. Même le projet MOLAR (Mountain Lake Research) de l'UE qui étudie les lacs de haute montagne en Europe s'est limité à cet aspect.

Greenpeace analyse la contamination des substances chimiques influentes aujourd'hui

Greenpeace est alarmée par la forte augmentation de la dissémination dans l'environnement des POP de la nouvelle génération et des perturbateurs endocriniens. A l'aide de nos propres recherches, nous voulons identifier les nouveaux dangers et les exposer à la connaissance du public. Greenpeace veut attirer l'attention de la recherche publique et industrielle sur l'impact de ces produits toxiques et donner le coup d'envoi à des recherches intensives et assurées par un suivi systématique. Mais il faut avant tout prémunir l'homme et la nature de la menace de telles substances grâce à une industrie plus responsable et une réglementation européenne sur les produits chimiques plus contraignante.

Peu d'instituts sont en mesure d'analyser les POP de la nouvelle génération. Greenpeace travaille par ailleurs avec quelques-uns des meilleurs laboratoires et instituts de recherche européens afin de pouvoir étudier ces produits chimiques. Le coût de ces recherches est très élevé. Greenpeace a cependant pu faire de cette façon la lumière sur la dissémination des POP dans l'environnement et l'alimentation grâce à ces recherches sans précédent et a pu ainsi influencer sur un processus de réglementation. Greenpeace apporte ainsi une contribution importante dans la protection de l'environnement et du consommateur face aux dangers induits par les toxiques.

Exemples de projets d'études de Greenpeace sur les POP de la nouvelle génération

- Les Phtalates dans les jouets d'enfants
- Le TBT dans les ports, dans la faune et les fonds marins
- Le TBT dans les produits de consommation
- Les chloroparaffines dans la faune marine, les aliments et le lait maternel
- Les POP dans l'Arctique
- Les POP dans l'huile de poisson
- Les POP dans la poussière des logements
- Les antibiotiques dans les crevettes et la viande

Les conséquences dangereuses de leur utilisation, contre laquelle il est nécessaire d'agir au niveau mondial, ont déjà été répertoriées par exemple dans la convention pour la protection du Nord-est atlantique (OSPAR) (3).

Produits toxiques prioritaires et POP d'après OSPAR (25) :

Type	Substance ou groupe de substances
Hydrocarbures aromatiques	4-tert-Butyltoluène
Métal	Cadmium
Métaux / Composés organiques de métaux	Plomb et composés organiques du plomb
	Mercure et composés organiques de mercure
Composés organiques de métaux	Composés organiques d'étains
Esters organiques	Neodecansäure, ethenyl ester
Organohalogénés	Tetrabromobisphénol A (TBBP-A)
	Hexachlorocyclopentadien (HCCP)
	1,2,3-Trichlorbenzène
	1,2,4-Trichlorbenzène
	1,3,5-Trichlorbenzène
	Retardateurs de flamme bromés
	Biphényles polychlorés (PCB)
	Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)
	Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)
	Chloroparaffines à chaîne courte (SCCP)
Composés organiques azotés	4-(Dimethylbutylamino)diphenylamine (6PPD)
Organophosphates	Triphenylphosphines
Organosilicanes	Hexamethyldisiloxanes (HMDS)
Pesticides / biocides organohalogénés	Dicofol
	Endosulfan
	Isomères de l'Hexachlorocyclohexanes (HCH)
	Méthoxychlore
	Pentachlorophénol (PCP)
	Trifluraline
Pharmaceutiques	Clotrimazol
Phénols	2,4,6-Tri-tert-butylphénol
	Nonylphénol/ethoxylates (NP/NPEs) et substances apparentées
	Octylphénol
Phtalates	Certains phtalates : Dibutylphtalate, Diethylhexylphtalate
Composés aromatiques polycycliques	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
Musc synthétique	Musc Xylène
Hydrocarbures aliphatiques	1,5,9 Cyclododecatrien
Organohalogénés	2,4,6-Bromphenyle 1-2 (2,3-dibrom-2-methylpropyl) cyclododecane
	MéthylBenzène pentabromé
	Heptachlornorbornen
	Pentachloranisole

	Naphthalènes polychlorés Trichlornaphthalène Tetrachlornaphthalène Pentachlornaphthalène Hexachlornaphthalène Heptachlornaphthalène Octachlornaphthalène
Composés organiques azotés	De 3,3'-(Ureylendiméthylène) à (3,5,5-triméthylcyclohexyl) diisocyanate
Pesticides / biocides	3,3'-(Ureylendiméthylène)bis(3,5,5-triméthylcyclohexyl) diisocyanate
	Flucythrinate
	Isodrine
	Tetrasul
Pharmaceutiques	Diosgenine

3.4. Risques sanitaires dus aux POP

Les POP s'accumulent dans la nature et dans la chaîne alimentaire. Ils ont un fort impact sur la santé, même en toute petite quantité. Certains sont toxiques de manière aiguë ou chronique, cancérogènes ou peuvent modifier le matériel génétique. D'autres peuvent endommager l'embryon dans le ventre maternel, le système nerveux, immunitaire ou hormonal. Certains POP tels que les dioxines, les PCB ou le DDT ont un impact sur plusieurs, voire tous ces aspects à la fois.

On peut trouver des informations plus détaillées sur les dommages provoqués par les POP sur la santé dans des publications de Greenpeace à ce sujet (23, 26).

4. Dissémination globale

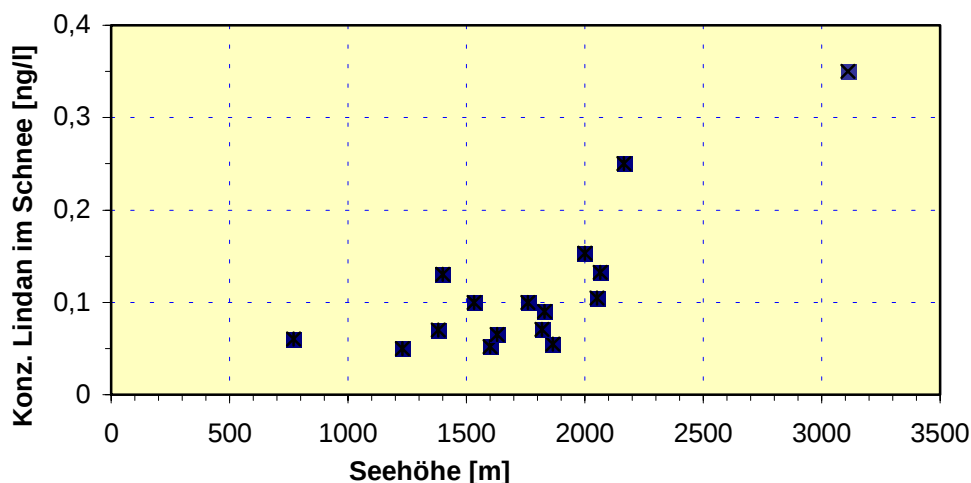
4.1 Les POP dans l'Arctique

Les régions arctiques (Alaska, Nord du Canada, Groenland, Islande, les sommets montagneux, les mers nordiques, etc...) sont très touchées par les POP, bien que ces produits chimiques ne soient pas ou peu utilisés dans ces régions. Les mouvements d'air dans l'atmosphère polaire y acheminent les POP provenant des régions industrielles et des régions où se pratique l'agriculture intensive. Le froid, la faible densité des micro-organismes et la pauvreté des rayonnements solaires en rendent l'élimination plus difficile. Les POP s'accumulent donc tout particulièrement dans les régions froides. La santé des habitants des régions polaires tels les Inuits (population autochtone) et les animaux tels que les poissons, les phoques et les ours polaires est déjà menacée du fait de la contamination de leurs tissus adipeux par les dioxines, les PCB et le DDT (4, 23, 26). Il est recommandé aux jeunes femmes Inuits de ne pas manger de graisse de baleine afin de ne pas mettre leur fertilité et leurs enfants en péril. Des Inuits vivant sur une île proche de l'île de Baffin sont si contaminés par les PCB que des rapports relatent que les autres peuples Inuit ne se marient plus avec eux (5). Le facteur décisif de contamination n'est d'ailleurs pas la proximité d'une source de substances toxiques mais la température de la région.

4.2 Les POP dans les Montagnes Rocheuses

Des scientifiques canadiens ont analysé les POP présents dans les neiges des Montagnes Rocheuses prélevées entre 770 et 3100 m d'altitude. Dans une étude publiée en 1998, on a décelé de l'heptachlore, du HCH (lindane), le chlordane, la dieldrine, l'endosulfan et les PCB en quantités anormalement élevées. Les plus grosses concentrations ont été mesurées pour les PCB, le lindane et l'endosulfan. Dans ce cas se vérifie également, tout comme en Arctique, la théorie de la "distillation globale". Les matières toxiques s'évaporent dans les régions chaudes, sont acheminées à de grandes distances par l'Atmosphère et échouent dans les régions plus froides. La concentration des POP

augmentait fortement au fur et à mesure que l'altitude s'élevait et que la température baissait. Elle était d'ailleurs la plus élevée sur les prélèvements faits à 3100 mètres d'altitude. Les auteurs présument que la concentration des POP continue de progresser à une altitude plus élevée. Les scientifiques considèrent les fortes concentrations de POP qui s'accumulent dans la neige et dans les glaciers surtout à une altitude élevée comme une menace pour les villes qui s'approvisionnent en eau potable provenant des hautes montagnes présumées touchées par les POP.



Montagnes rocheuses: hausse de la contamination par les POP en fonction de l'altitude du lac à l'exemple du Lindane (6).

5. Les POP dans les Alpes

Même en Europe, les POP se déplacent depuis leur lieu d'utilisation ou de production vers les régions lointaines plus froides et retombent avec la poussière, la pluie ou la neige. Ce sont les hautes montagnes qui sont tout particulièrement touchées par les dépôts de POP. Sur les barrières naturelles telles que les sommets ou les massifs montagneux où les vents et les nuages sont stoppés, survient le phénomène de distillation globale. Dans un milieu de basse température où l'activité biologique est faible, les POP, déjà difficiles à éliminer, prennent encore plus de temps à disparaître que dans les régions de basse altitude. Pour la vie présente dans les zones les plus élevées de haute montagne d'Europe, cela apporte de lourdes conséquences : les toxiques, en s'accumulant, sont présent en fortes quantités dans les organes et les graisses des êtres vivants et peuvent perturber la faune.

Des recherches faites dans le cadre du projet MOLAR (27) laissent supposer que la distillation globale de POP légers et volatiles tels que l'hexachlorobenzène renforce leur déplacement vers les régions polaires très froides. Des POP volatiles plus lourds comme certains PCB et DDT se concentrent davantage dans les régions froides d'un niveau de température moyen desquelles font partie les hautes Alpes. Les poissons vivant dans les lacs de hautes montagnes sont souvent beaucoup plus touchés par ces toxiques que les poissons des plaines.

On étudie depuis de nombreuses années l'impact des POP sur les habitants des régions arctiques et sur leur santé. Par contre, il n'existe que peu de recherches suivies sur l'écosystème de la région alpine ou d'autres zones montagneuses et aucune étude sur les habitants vivant dans ces régions n'a été faite.

5.1 Le programme de recherches de Greenpeace sur les poissons des lacs de hautes montagnes et l'impact des POP de la nouvelle génération et des hormones environnementales sur eux

5.1.1 But de la recherche

Les lacs de haute montagne se situent derrière les barrières forestières et sont pour la plupart éloignés de l'influence directe de l'homme. Les poissons de ces lacs ne peuvent généralement pas migrer et

constituent donc un bon indicateur de l'impact des produits toxiques sur les eaux. Ces eaux représentent alors des indices précieux sur la migration et la dissémination globale des produits toxiques. Tout comme le projet européen MOLAR, Greenpeace a choisi les lacs de haute montagne pour mener son étude.

Dans cette étude, Greenpeace tient avant tout à faire la lumière sur l'impact et la dissémination des POP de la nouvelle génération sur les zones de haute montagne. Dans ce but, Greenpeace a fait analyser des poissons d'un lac de haute montagne en 2002 pour détecter la présence de POP et d'hormones environnementales. Il s'agit là de la toute première étude disponible jamais faite sur les poissons des lacs de hautes montagnes concernant ces substances.

Des ombles chevaliers du lac de Schwarzsee ob Sölden dans l'Ötztal alpin (Autriche) ont été analysées. Ce lac est situé à 2799 mètres d'altitude et c'est le lac le plus élevé d'Europe où vivent des poissons. La température moyenne est de - 1,45°C et sa surface est recouverte de glace environ 9 mois dans l'année. Il est possible que ces poissons y aient été introduits par les hommes il y a plusieurs centaines d'années et sa population est estimée par l'université scientifique d'Innsbruck à quelques centaines d'individus.

Dans le cadre de la présente étude réalisée par Greenpeace avec l'institut de zoologie et de limnologie de l'Université d'Innsbruck et le RIVO-Netherlands Institute for Fisheries Research in Ymuiden (Pays-Bas) ont été analysés les POP suivants :

1. Retardateurs de flamme bromés : Diphenyléther polybromé (PBDE) et Hexabromocyclododécane (HBCD)
2. Chloroparaffines
3. Phtalates
4. Biphényle polychlorée (PCB)
5. Toxaphène
6. Dioxines et furanes chlorés



(schéma)

Représentants de Greenpeace accompagnés des membres de l'Institut de zoologie et de limnologie de l'Université d'Innsbruck au lac de Schwarzsee Ob Sölden (Autriche) en septembre 2002. Des filets ont été posés quelques heures et un omble chevalier a été prélevé pour les analyses.

Greenpeace a fait étudier exclusivement des substances toxiques non encore prises en compte par le projet MOLAR. On trouve également parmi eux trois produits - ou groupes de produits - chimiques qui entrent dans la catégorie des POP de la nouvelle génération : Les retardateurs de flamme bromés, les chloroparaffines et les phtalates. Ces produits chimiques comptent aujourd'hui parmi les principaux produits de l'industrie chimique européenne, et ils sont employés en grandes quantités.

5.1.2 Résultats

Tous les groupes de toxiques dont on supposait la présence ont été trouvés dans les poissons analysés. Leur accumulation et leur persistance dans les organismes vivants semblent ainsi démontrées.

L'effet typique de distillation globale qui contribue à faire migrer les POP par l'atmosphère vers les régions froides de la planète peut largement contribuer à augmenter leur impact dans les zones de haute montagne.

Les substances analysées remplissent d'ailleurs les critères les mettant dans la catégorie des POP et il convient d'envisager leur interdiction dans le cadre de la Convention POP du PNUE.

Les concentrations de chloroparaffines et de dioxines/furanes chlorées sont proches de celles rencontrées parmi les poissons semblables au Groenland, en Suède et en Norvège. Les concentrations de PBDE, de toxaphène et de PCB sont légèrement inférieures.

Ce résultat constitue un indice supplémentaire laissant supposer que la dissémination des POP de la

nouvelle génération se produit sur la même étendue que celle des POP classiques tels que le DDT, les PCB et les dioxines.

Extrait du résultat des analyses :

	Concentration de produits toxiques en nanogrammes par gramme de poisson frais/matière grasse
Retardateurs de flamme bromés	
PBDE 47	0,6 / 6,7
PBDE 99	0,3 / 3,3
PBDE 100	0,1 / 1,1
HBCD	0,9 / 10
Chloroparaffines à chaîne courte (C10-C13)	82 / 911
Phtalates	
Butylbensylphtalate BBP	9,3 / 103
Di-n-octylphtalate DOP	3,2 / 36
Toxaphènes :	
CHB 26	0,7 / 7,8
CHB 50	2,0 / 22
CHB 62	0,7 / 7,8

	Concentration en picogrammes TEQ par gramme de poisson frais/matière grasse
dioxines / furanes	0,62 / 6,9
PCBs	6,24 / 70

Les résultats complets du programme de recherches de Greenpeace se trouvent en annexe de ce rapport.

5.2 Résultats du programme MOLAR

Dans le cadre du programme de recherche ALPE conduit par l'Union Européenne, des études complémentaires ont été menées sur les sédiments et les poissons des lacs de hautes montagnes pour le programme européen MOLAR afin d'analyser les POP.

Concentrations des POP parmi les poissons et les sédiments des lacs

Les sédiments du lac de Schwarzsee Ob Sölden et ses poissons ont déjà été analysés en 2001 dans le cadre du projet MOLAR afin d'étudier quelques substances toxiques organiques (27). On y a décelé, entre autres, la présence des POP suivants :

Objet concerné	HCB	PCB 52	PCB 153	PCB 180
Poissons :	1,6	0,25	17	9,3
Nanogramme par gramme de poisson frais				
Sédiments :	47	83	230	180
Picogramme par cm ²				

Lors du projet MOLAR, on a analysé la présence de POP dans 19 lacs de montagne européens. Tous les lacs sont des sites naturels et sont situés derrière une barrière forestière. Ils sont éloignés de toute source possible de contamination locale. L'apport de substances toxiques dans ces lacs est due en totalité ou principalement au déplacement d'air dans l'atmosphère. Le lac de Schwarzsee Ob Sölden n'est pas seulement le lac le plus haut et le plus froid, il est aussi le lac le plus affecté par les matières toxiques dans cette étude.

L'équipe internationale de recherche du projet MOLAR a conclu ce qui suit (27) :

“Dans tous les cas, l’accumulation de LVC (composés faiblement volatiles) dans les lacs de haute montagne peut avoir un fort impact écologique. Car les concentrations de DDT et de PCB faiblement volatiles dans les salmonidés sont plus élevées dans les lacs à plus de 2000 m qui ont été étudiés que dans les régions arctiques, présentant un enrichissement de HCB de 15 et de 4-5 fois respectivement. Ces composés sont plus toxiques que les MVC (composés moyennement volatiles) que l’on trouve fréquemment dans les écosystèmes arctiques ; ce qui laisserait à supposer que les dommages dus à la dissémination généralisées de CO (composants organochlorés) pourraient être plus sérieux et immédiats dans les écosystèmes montagneux que dans les régions polaires”.

Le Professeur Roland Psenner de l’Institut de zoologie et de Limnologie de l’Université d’Innsbruck est l’un des principaux savants ayant participé au projet MOLAR : “Parmi les poissons des lacs des hautes Alpes, nous trouvons des concentrations de POP 1000 fois plus élevées que parmi les poissons des lacs situés dans les plaines. Ces produits toxiques menacent l’écosystème fragile des hautes Alpes et peuvent menacer la survie des poissons” (Réponse à une enquête de Greenpeace, sept. 2002).

Apports mensuels de POP provenant de l’atmosphère

Dans un rapport publié tout récemment concernant une étude suivie (29) de l’équipe MOLAR, on a quantifié l’apport mensuel de POP organochlorés PCB, HCH, HCB et d’endosulfan dans trois lacs européens de haute montagne dans les Alpes, les Pyrénées et la Scandinavie. Les apports de PCB, de α -HCH et de HCB sont répartis de façon relativement égale et sont avant tout transportés via l’atmosphère. Par contre, certains POP comme l’endosulfan et le γ -HCH, qui sont toujours parfois utilisés au sud de l’Europe, se trouvent en quantité largement supérieure dans les mers du sud que dans les mers du Nord et proviennent probablement en partie de sources régionales :

Dépôts atmosphériques dans trois lacs de haute montagne européens (29)	Nanogramme par mètre carré et par mois
PCB	30 - 100
α -HCH	31 - 40
γ -HCH	120 - 430
HCB	1,4 - 15
Endosulfan	0,2 - 340

Comme il a déjà été démontré suite à des recherches datant de 1998 faites sur des lacs du nord et du sud du Tyrol, les vairons, les truites et les ombles chevaliers des lacs de montagnes du Tyrol du nord et du sud sont victimes de la migration des POP. Lors des recherches sur la contamination des vairons des lacs de montagne situés entre 1092 et 2387 mètres d’altitude, on a décelé une forte présence de DDT en décomposition et de PCB (19) chez ces petites carpes. Les poissons prélèvent les matières toxiques dans l’eau des lacs et dans les aliments et les stockent dans leurs graisses et dans le foie. La contamination des poissons par les produits toxiques s’est répandue du nord vers le sud. La plus grande quantité des POP se trouve dans les tissus adipeux des vairons dans les lacs de Trentin à plus de 2000 mètres d’altitude.

Dans le cadre d’un projet d’étude commandé par l’UE, on a analysé - entre autres - la teneur en POP organiques dans les sédiments et les poissons de 14 lacs issus de montagne européens : dans les montagnes Grampian écossaises, dans les hauts plateaux scandinaves, dans les montagnes du nord de l’Irlande, sur la péninsule russe de Cola, dans les Pyrénées, dans les montagnes frontalières de Castille, dans la Serra da Estrela portugaise et dans les Alpes (20). On a détecté au moins une matière toxique dans chacun des lacs. Les recherches ont établi un lien entre la teneur en produits toxiques dans les sédiments des lacs et dans les poissons. La répartition de la contamination des matières toxiques dans les eaux met en évidence le fait que la présence de DDT et de PCB était plutôt due à la migration et celle du HCH et du HCB devait plutôt être attribuée à la proximité des sources d’émission. Ce résultat concorde avec l’étude sur l’impact des produits toxiques sur les aiguilles d’épicéa et les sols forestiers dans les forêts de montagnes reculées réalisée par L’Office Fédéral Autrichien pour l’environnement. De tous les poissons analysés - truites et ombles - ce sont les

poissons des alpes tyroliennes qui étaient le plus touchés par les POP organochlorés. Les poissons issus des lacs à l'ouest des Alpes - en Italie, près de la frontière suisse - contiennent pour leur part des quantités largement inférieures en toxiques.

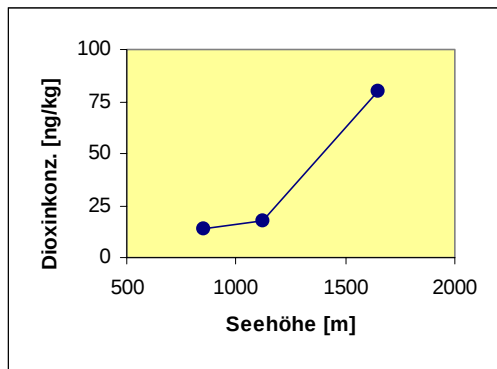
Une très grande teneur en DDT, en HCH et une teneur "record" en PCB et en HCB ont été décelées dans le lac de Schwarzsee des Alpes Ötziens situé à 2796 mètres d'altitude. Le nombre de poissons de ce lac a fortement diminué dans les années 80, et depuis 1988, ils ne se reproduisent plus du tout. Les plus vieux poissons ont le foie et la rate endommagés. De tous les lacs analysés de l'Europe, les poissons vivant dans les lacs de haute montagne, du sud tyrolien, relativement proches de l'Ötztal, détiennent la plus forte teneur en DDT et une très grande quantité de PCB, de HCB et de HCH. La teneur en DDT et en divers PCB chez les poissons du nord et du sud tyrolien sont jusqu'à 1000 fois plus élevée que chez les poissons des plaines. Cette région des Alpes du nord et du sud tyrolien est dénommée le "point chaud" de l'Europe par les auteurs de l'étude de l'Union Européenne.

5.3 Les POP dans les massifs montagneux des Alpes autrichiennes

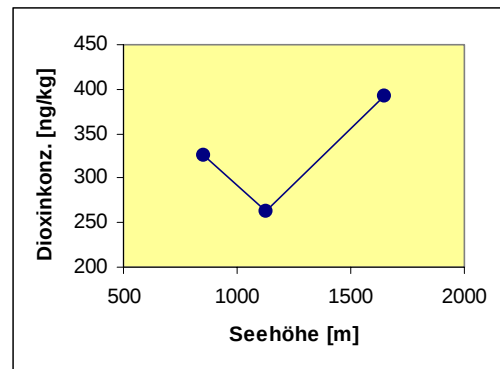
Non seulement les plans d'eau sont touchés par les POP dans les Alpes, mais aussi la végétation et les sols. Des scientifiques de l'Office Fédéral Autrichien pour l'environnement ont étudié l'impact des POP sur l'air par l'analyse des aiguilles d'épicéa pendant leur croissance. L'impact exercé sur les aiguilles d'épicéa laisse présager de la contamination de la végétation par les produits toxiques présents dans l'air. En observant le sol forestier, on pourrait analyser le dépôt des POP depuis plusieurs années.

Sur tous les points de prélèvement - des Alpes de Stuba à la partie avancée des Alpes - on a pu mesurer des concentrations parfois élevées de POP tels que les dioxines et les furanes polychlorés (PCDD, PCDF) les biphényles polychlorés (PCB), les biphényles polybromés (PBB), le DDT et ses dérivés après décomposition, l'hexachlorocyclohexane (HCH), le lindane, l'hexachlorobenzène (HCB), le pentachlorophénol (PCP) ou des hydrocarbures polycycliques (PAH) (7). Bien loin des villes, de l'industrie ou des zones cultivées, presque tous les sites étaient touchés par un mélange de toutes ces substances toxiques. Les points de prélèvement pour les forêts alpines étaient situés en deçà des limites forestières, à une hauteur entre 670 et 1740 m. Même à ce niveau, la concentration des POP tels que les dioxines et furanes chlorés, les PCB et le DDT s'accroissait au fur et à mesure que l'altitude s'élevait. En constatant la présence de toxiques sur les points les plus élevés, il s'avère que les POP ne provenaient pas seulement de sources locales ou régionales, mais avaient été en partie acheminés vers les Alpes depuis des sources bien plus éloignées. Une représentation détaillée de la contamination des plantes et des sols se trouve dans une étude spécifique de Greenpeace (28).

Contamination des aiguilles d'épicéa par les dioxines



Contamination des sols forestiers par les dioxines



Dépendance de la contamination aux dioxines en fonction de l'altitude à l'exemple de trois points à altitude successive en milieu nord-tyrolien (7).

6. Les POP dans la faune

Les mammifères des Alpes, en tant qu'herbivores vivant dans un milieu reculé, sont supposés préservés de tout produit toxique. Pourtant, suite à une analyse de six mammifères du canton des Grisons, on a trouvé de l'hexachlorobenzène dans les graisses des six individus ainsi que de l'alpha-HCH, produit dérivé du lindane dans les graisses de deux d'entre eux (22). Parmi d'autres méfaits sur la santé, l'hexachlorobenzène est soupçonné de perturber le système hormonal.

Il existe d'innombrables études sur la contamination des chevreuils, des cerfs, des oies, des truites, des ombles, etc... par les métaux lourds qui, tout comme les produits toxiques organiques, migrent vers les régions reculées (11) (12). Seul un tout petit nombre d'animaux vivant dans les Alpes ont été analysés pour leur teneur en matières toxiques organiques. Toutes ces analyses ont exclusivement porté sur les anciens POP, les "douze salopards" du PNUE. Il conviendrait de mener des analyses approfondies afin d'évaluer le potentiel des risques encourus avec les nouveaux POP et de pouvoir prendre des mesures.

Il est évident que les POP sont très dangereux pour la faune alpine. Dans les années 60, on a déjà pu déterminer quels dégâts environnementaux le DDT pouvait causer, par exemple sur les rapaces situés en bout de la chaîne alimentaire (13) (14). Le DDT, ainsi que son dérivé après décomposition, le DDE, sont non seulement dangereux en raison de leurs effets toxiques connus depuis longtemps, mais aussi à cause de leur impact hormonal que l'on ne connaît que depuis quelques années, ce qui a par exemple amené des malformations génitales chez des oiseaux aux Etats-Unis (15). Cela vaut également pour un grand nombre de POP de la nouvelle génération tels que les phtalates, les retardateurs de flamme bromés, le nonylphénol ou les composés organoétains.

Certains types d'émissiles comme les loutres sont lourdement menacés par les PCB et autres POP qui se retrouvent dans les eaux. La contamination d'un grand nombre de points d'eau par les PCB a ainsi été rendue responsable de la disparition des loutres. En 1990, on renonça à une tentative de réintroduction de ces animaux en Suisse, car la forte concentration de PCB dans les eaux rendait improbable un repeuplement réussi (16). En raison de la forte accumulation biologique de PCB, même la plus petite quantité de cette substance dans l'eau peut avoir un effet négatif sur la reproduction des animaux aquatiques (17). Tout comme le DDT et la dioxine, les PCB provoquent également des répercussions hormonales. Les chauve-souris menacées d'extinction ne sont pas seulement menacées par la perte de leur biotope, mais également par les substances toxiques comme les PCB, le DDT, le HCB, le Lindane, etc...

Une étude approfondie sur l'effet des POP sur la faune est disponible dans une publication spéciale de Greenpeace (23, 26).

7. Revendications de Greenpeace

L'objectif de Greenpeace est un environnement préservé de tout produit chimique dangereux.

Réglementation chimique européenne : Selon le droit européen actuel sur les produits chimiques, les produits chimiques dangereux et difficiles à éliminer doivent être seulement signalés avec leurs défauts connus ; et peuvent ensuite être commercialisés. Ce règlement ne s'applique pas même pour la majorité des 30.000 produits chimiques présents sur le marché européen. Des produits chimiques non examinés peuvent donc aujourd'hui être commercialisés dans l'UE et émis dans l'environnement sans aucun contrôle efficace. La chimie ne fait l'objet d'aucun contrôle dans l'UE et les POP sont présents dans les animaux, les aliments, le lait maternel et même des espaces naturels très reculés comme les hautes Alpes ou l'Arctique.

L'UE prévoit actuellement une nouvelle réglementation sur les produits chimiques. Greenpeace exige une demande d'autorisation obligatoire pour toute matière dangereuse, pouvant être par exemple cancérigène, mutagène, affecter le système reproducteur, avoir des répercussions hormonales, sensibilisante, difficile à éliminer ou qui s'accumule dans la chaîne alimentaire. Les produits chimiques non testés sur ces critères ne doivent plus être commercialisés à l'avenir.

Interdiction des POP dans le cadre de la "Convention sur les POP" : Sous le patronage des Nations Unies, une convention internationale d'interdiction des POP a été décidée au printemps 2001. En un premier temps, la production et l'utilisation de douze POP particulièrement préoccupants devrait cesser. (entre autres : les pesticides chlorés tels que le DDT). D'autres POP devraient suivre à l'avenir. Greenpeace demande l'application et l'extension immédiate de cette convention.

"Down to Zero" : Les POP et autres produits dangereux ne doivent pas être disséminés dans l'environnement. Ce qui vaut pour les produits issus des eaux usées, des déchets et des cheminées ainsi que les produits agricoles et les produits de la vie courante. Une reconversion dans des régions isolées ne peut pas résoudre le problème à elle seule, puisque les POP sont disséminés globalement. Les POP doivent donc être interdits dans le monde entier.

L'industrie doit se reconvertir : L'industrie chimique et les utilisateurs de produits chimiques doivent s'engager dans ce sens. Greenpeace exige de la part de l'industrie et de l'agriculture de se réorienter dès que possible vers un processus de production respectueux de l'environnement et d'adopter des produits "propres".

Application rapide des accords d'OSPAR : En 1998, les ministres de l'environnement des 15 états membre de l'OSPAR (états riverains du nord-est atlantique) et la commission européenne ont négocié l'arrêt de l'émission des matières toxiques d'ici 2020. D'autre part, il a été convenu de l'étude pour l'arrêt de toute urgence de l'utilisation ou de l'émission de matières tout particulièrement dangereuses, comme par exemple les retardateurs de flamme bromés, les dioxines, le TPT, les chloroparaffines, le lindane et certains phtalates. Les résolutions doivent être mises en application dans les plus brefs délais.

8. Remerciements

Greenpeace et les auteurs de cette étude remercient tous ce qui ont contribué à l'élaboration de ce rapport. Nous remercions plus particulièrement le prof. Psenner et M. Dr. Lackner de l'Université d'Innsbruck (Autriche), Dr. Leonards de l'institut RIVO, Ymuiden (Pays-Bas)

9. Bibliographie

- 1) Simonich S.L., Hites R.A., Global Distribution of Persistent Organochlorine Compounds, Science, 269, 1851 - 1854, 1995
- 2) Wania F., Mackay D., Tracking the Distribution of Persistent Organic Pollutants, Environmental Science and Technology, News 30, 390A - 396A, 1996
- 3) OSPAR Strategy with Hazardous Substances, Reference Number: 1998 – 16.
<http://www.ospar.org/eng/html/sap/strategy%5Ahazardous%5Substances.htm>, Stand vom 5.1.2000
- 4) Dewailly E., Bruneau C.L., Laliberté C., Belles-Isles M., Weber J.P., Ayotte P., Roy R., Breast Milk Contamination by PCBs and PCDDs/PCDFs in Arctic Québec: Preliminary Results on the Immune Status of Inuit Infants., DIOXIN 93, 13th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds. Vol. 13, 403 - 406, Federal Environmental Agency, Austria, 1993
- 5) Colborn Th., Dumanoski D., Myers J.P., Die bedrohte Zukunft, Dromer Knauer, München 1996
- 6) Blais J.M., Schindler D.W., Muir D.C.G., Kimpe L.E., Donals D.B., Rosenberg B., Accumulation of Persistent Organochlorine Compounds in Mountains of Western Canada, Nature, 395/8, 585 - 588, October 1998
- 7) Weiss P., Persistente organische Schadstoffe in Hintergrund-Waldgebieten, Österreichisches Umweltbundesamt, Monographien Bd. 97, Wien 1998
- 8) Bundesumweltministerium, 2. Bericht der Bund/Länder Arbeitsgruppe DIOXINE, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn 1993
- 10) Elmsteiner W. G., Lorbeer Gundi E., Pestizide, Chlorkohlenwasserstoffe und anorganische Inhaltsstoffe im Niederschlag, Umweltbundesamt Reports, UBA-96-126, Wien, Mai 1996
- 11) Tataruch F., Vergleichende Untersuchungen zur Schwermetallbelastung von Rot-, Reh- und Gamswild, Zeitschrift für Jagdwissenschaft 39 (3), 190 -200, Oktober 1993
- 12) Köck G., Triendl M., Hofer R., Seasonal Patterns of Metal Accumulation in Arctic Charr from an Oligotrophic Alpine Lake Related to Temperature, Can. J. Fish. aquat. Sci., 53, 740 - 786, 1996
- 13) Carson R., Der stumme Frühling, 1962, Beck München 1990, ISBN 3 40632902 0

- 14) Noble N., Elliot J.E., Environmental Contaminants in Canadian Raptors, 1966 - 1988, Effects and Temporal Trends. Can. Field Nat. 14(2), 222 - 243, 1991
 - 15) Fox G.A., Epidemiological and Pathobiological Evidence of Contaminant-induced Alterations in Sexual Development in Free-living Wildlife. In: Colborne T., Clement C. (eds.), Chemicallyinduced Alterations in Sexual and Functional Development: The Human Wildlife Connection, Princeton Scientific Publishing Co. Inc., Princeton New Jersey, 147 - 158, 1992
 - 16) Giger W., PCBs: 25 Jahre klassische Umweltchemikalien, GAIA, 1, 50, 1992
 - 17) Fiedler H., Lau C., Schulz S., Wagner C., Hutzinger O., Von der Trenck K.T., Stoffbericht Polychlorierte Biphenyle. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Bericht 16/95, Karlsruhe 1995
 - 18) Nagel A., Die Belastung einheimischer Fledermäuse mit Chlorkohlenwasserstoffen, Belastung von Säugetieren mit Umweltschadstoffen, Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg, 1996
 - 19) Hofer R., Lackner R., Kargl J., Thaler B., Tait D., Bonetti L., Vistocco R., Flaim G., Fische als Indikatoren für Schadstoffbelastungen entlang eines hochalpinen Nord-Süd-Transektes, Forschungsbericht, Institut für Zoologie und Limnologie der Universität Innsbruck, Innsbruck, Bozen, San Michele, September 1998
 - 20) Wathne B., A., Patrick S., Cameron N., editors, AL:PE- Acidification of Mountain Lakes: Palaeolimnology and Ecology. Part 2 - Remote Mountain Lakes as Indicators of Air Pollution and Climate Change. Norwegian Institute for Water Research, 1997, ISBN 82-577-3198-6
 - 22) Schadstoffe in Murmeltieren, Untersuchung durchgeführt im Auftrag von Greenpeace Österreich, Greenpeace, Juni 1999
 - 23) Greenpeace Deutschland, Report Dauergifte – die globale Umweltgefahr, Hamburg 1999
 - 24) A. Jensen, Environ Sci & Pollut Res., Special Issue 3 (2002), 92-93
 - 25) OSPAR List of Chemicals for Priority Action, (Up-date 2002)
 - 26) Greenpeace International, The Tip Of The Iceberg, Amsterdam 1999
 - 27) Joan Grimalt et al, Selective Trapping of Organochlorine Compounds in Mountain Lakes of Temperate Areas, Environ. Sci. Technol. 2001, 35, 2690-2697
 - 28) Studie Dauergifte in den Alpen, Die Belastung der Alpen mit schwerabbaubaren organischen Schadstoffen, Elli Seidl im Auftrag von Greenpeace Österreich, 2000
 - 29) Guillem Carrera et al, Atmospheric Deposition of Organochlorine Compounds to Remote High Mountain Lakes in Europe, Environmental Science and Technology, Vol. 38, No. 12, 2002, 2581-2588
-

Publications conseillées par Greenpeace concernant la chimie et les POP :

Informations sur Internet :

www.greenpeace.org/~toxics

www

Informations annexes :

- Argumente: Wenn die Chemie nicht stimmt..., 1999
- Report Dauergifte - die globale Umweltbedrohung, 1999: Kurzfassung und Langfassung
- Altpestizide – ein weltweites Problem, 2002

Information sur certains toxiques particuliers :

- Dauergift TBT (Tributylzinn): Factsheet, 2000
- Dauergift Nonylphenol: Factsheet, 2002

Politique sur la chimie :

- Sortir de la crise chimique, la voie à suivre 1999
- Position de Greenpeace sur le livre blanc de la commission européenne sur la stratégie chimique, 2002

10. Appendice

Institut néerlandais RIVO de recherche sur la pêche

**Rapport RIVO
Numéro C044/02**

**Les polluants organiques persistants chez les ombles cheveliers issus
d'un lac de haute montagne alpin**

Commandé par Greenpeace Allemagne

Sommaire

Résumé

- 1. Introduction**
- 2. Objectif**
- 3. Matériel et méthodes**
 - 3.1 *Les PBDE, le HBCD, et les PCA*
 - 3.2 *Le toxaphène*
 - 3.3 *Dioxines, furanes et CB non-ortho*
 - 3.4 *Les phtalates*
 - 3.5 *Teneur en matières grasses*
- 4. Résultats et commentaires**
 - 4.1 *Les PBDE et le HBCD*
 - 4.2 *Les PCA*
 - 4.3 *Le toxaphène*
 - 4.4 *Les dioxines, furanes et les CB non-ortho*
 - 4.5 *Les phtalates*
- 5. Conclusions**

Références

Tableaux

Résumé

Des biphenyles polybromés (PBDE), de l'hexachlorocyclododécane (HBCD), des alcanes polychlorés (PCA), du toxaphène, des dioxines et des furanes chlorées, des biphenyles polychlorés non-ortho (PCB) et des phtalates ont été mesurés dans des ombles chevalier pêchés dans un lac de haute montagne dans les Alpes. Les concentrations en PCA et en dioxines/furanes étaient aussi élevées que celles mesurées dans des ombles en Norvège, en Suède et au Groenland. Les concentrations en PBDE, en toxaphène et en non-ortho CB étaient inférieures.

1. Introduction

Récemment, des polluants organiques persistants (POP) ont été trouvés dans l'air, l'eau, la faune et la flore de lacs situés dans des zones reculées en haute altitude. Ces composés s'y sont déposés après avoir été transportés sur de longues distances par voie atmosphérique (Carrera *et al.* 2001 ; Carrera 2002 ; Datta *et al.* 1998 ; Datta *et al.* 1999 ; Grimalt 2001 ; Kidd *et al.* 1998). On a trouvé des traces de certains composés peu volatiles, comme des congénères de PCB parmi les plus chlorés, du DDT, du toxaphène, déposés depuis l'atmosphère dans des lacs européens, en Arctique, dans le lac Baïkal, et dans des lacs de Sibérie orientale situés en haute altitude (Barrie L. 1993 ; Kidd 1995). Les dépôts de composés semblent liés aux températures atmosphériques annuelles moyennes (Grimalt 2001). En général, les composés peu volatiles se retrouvent dans les lieux les plus élevés.

Ce rapport indique les concentrations en PBDE, HBCD, TBBP-A, PCA, toxaphène, dioxines et furanes chlorés, biphenyles polychlorés non-ortho (PCB) et phtalates dans des ombles chevaliers (*Salvelinus alpinus*) pêchés dans un lac de haute montagne dans les Alpes (le Schwarzsee ob Sölden, en Autriche, situé à une altitude de 2 800 mètres).

2. Objectif

L'objectif de cette étude était de mesurer les concentrations en PBDE, HBCD, dioxines, furanes, PCB non-ortho, toxaphène, PCA et phtalates ainsi que le taux de matières grasses dans un échantillon d'omble chevalier.

3. Matériel et méthodes

Trois échantillons congelés d'omble chevalier ont été transmis par le bureau allemand de Greenpeace à RIVO (Pays-Bas). Des filets de chair ont été prélevés sur des poissons et ont été homogénéisés à l'aide d'un mixeur (RIVO LIMS nr 2002/0636). L'échantillon a été subdivisé en sous-échantillons qui ont été utilisés pour mesurer les concentrations en PBDE, HBCD, toxaphène, PCA, PCB, dioxines, phtalates et le taux de matières grasses (Tableau 1). La méthode utilisée a été la suivante.

3.1 Les PBDE, le HBCD, et les PCA

Les échantillons de poisson ont été mélangés avec du sulfate de sodium, laissés à sécher pendant une nuit et extrait selon la méthode Soxhlet pendant 12 heures avec une mélange hexane/acétone (3:1, v/v, 70°C). Après l'ajout d'un standard interne (2,3,5,6,3'-pentachlorobiphényle (CB112)) , l'extrait a été concentré avec un évaporateur rotatif. De l'eau déminéralisée (apH=2) a ensuite été ajoutée et la couche organique recueillie. On a ensuite extrait l'eau deux fois avec de l'isooctane. Les extraits organiques ont été mélangés et concentrés dans 2 ml de dichlorométhane. Les extraits ont été nettoyés par chromatographie par perméation (CPG) sur deux colonnes de gel (100 x 25 mm, diamètre de pore 10 µm) Polymer Laboratories (PL), en utilisant du dichlorométhane à 10 ml/min. La fraction recueillie correspond à un temps d'élution de 18 à 23 minutes. La fraction a été concentrée sous azote, dissoute dans de l'isooctane puis purifiée par agitation avec de l'acide sulfurique. Enfin, le mélange pentane/isooctane a été concentré sous azote à 2 ml (isooctane) et élué sur une colonne de gel de silice (2% d'eau) avec 11 ml d'isooctane et 10ml de diéthyléther à 20% dans l'isooctane. Les deux fractions ont été concentrées à 200 µl (isooctane).

L'analyse finale a été effectuée par couplage chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS), en utilisant une ionisation négative par capture d'électrons (ECNI) comme technique d'ionisation avec du méthane comme gaz réactif. Une colonne de 50 mCP de Sil 8 (diamètre 0,25 mm, épaisseur de film 0,25 µm) a été utilisée pour la mesure des BFR et des PCA. L'identification des pics est basée sur le temps de rétention des PBDE et la reconnaissance des ions Br- (m/z 79/81). Des ions spécifiques ont été utilisés pour le HBCD et les PCA. Les seuils de détection ont été calculés pour correspondre à trois fois le bruit de fond des chromatogrammes. La limite de détermination a été alignée sur la plus faible concentration de la courbe de calibration (6 points). D'autres détails du protocole d'analyse ont été documentés auparavant (de Boer, 2000). La quantification des PCA est assez difficile à cause du mélange très complexe de composés et, par conséquent, n'est que semi-quantitative.

3.2 Le toxaphène

Après avoir fait sécher un sous-échantillon avec du sulfate de sodium, il a été extrait selon la méthode Soxhlet avec un mélange pentane/dichlorométhane (1:1, v/v) pendant 16 heures. Après l'ajout d'un standard interne (2,3,5,6,3'-pentachlorobiphenyl (CB112)), l'extrait a été concentré avec un évaporateur rotatif. L'extrait a été nettoyé avec de l'oxyde d'aluminium. La fraction a été concentrée sous azote, dissoute dans de l'isooctane puis purifiée sur une colonne de gel de silice. Deux fractions ont été recueillies. La première fraction contient du CHB-26 et la seconde les autres congénères de toxaphène. Les deux fractions ont été concentrées et traitées avec de l'acide sulfurique. Enfin, les extraits ont été concentrés sous azote à 200 µl (isooctane).

L'analyse finale a été effectuée par chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS), en utilisant une ionisation négative par capture d'électrons (ECNI) comme technique d'ionisation avec du méthane comme gaz réactif. Une colonne de 50 mCP de Sil 8 (diamètre 0,25 mm, épaisseur de film 0,25 µm) a été utilisée pour la mesure individuelle de chaque congénère de toxaphène et des congénères dans leur l'ensemble. Des standards externes des congénères et un mélange de toxaphène technique ont été utilisés pour la quantification. Trois congénères de toxaphène, le CHB-26, le CHB-50 et le CHB-62, ont été mesurés.

3.3 Dioxines, furanes et CB non-ortho (PCB)

Les analyses des dioxines, des furanes et des CB non-ortho ont été effectuées par le RIKILT (Wageningen, Pays-Bas). Un sous-échantillon a été extrait par extraction accélérée par solvants (ASE). Des standards de dioxines, des furanes et des CB non-ortho ont été ajoutés aux extraits de matières grasses. L'extrait a été nettoyé par chromatographie par perméation de gel (GPC), suivie d'une chromatographie par adsorption avec une colonne d'oxyde d'aluminium. L'extrait nettoyé a été fractionné par chromatographie en phase liquide à haute pression (HPLC) avec une colonne de carbone graphique poreux. Les CB non-ortho, les dioxines et les furanes ont été recueillis à l'aide de la méthode black-flush. L'analyse finale a été effectuée par chromatographie gazeuse avec une spectrométrie de masse en haute résolution.

3.4 Les phtalates

Un sous-échantillon subdivisé a été séché avec du sulfate de sodium et extrait avec du DCM pendant 16 heures. L'extrait a été concentré avec précaution. 50 mg d'extrait de matières grasses ont été nettoyés sur une colonne de 15 grammes d'aluminium désactivé (6% d'eau). La colonne a été rincée avec 150 ml de pentane/DCM (85:15, v/v) puis éluée avec 300 ml de pentane/DCM (85:15, v/v). La dernière fraction a été concentrée à 1 ml. L'extrait a été nettoyé sur une colonne de silice/AgNO₃ à 10% rincée avec 1 ml de DCM puis élué avec 8 ml de DCM. L'extrait final a été concentré à 200 µl.

L'extrait a été mesuré par chromatographie gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS), en utilisant une ionisation négative par capture d'électrons (ECNI) comme technique d'ionisation avec du méthane comme gaz réactif. Un temps de rétention et des ions spécifiques ont été nécessaires pour l'identification et la quantification. Une colonne de 50 mCP de Sil 8 (0,25 mm, épaisseur du film de 0,25 µm) a été utilisée pour l'analyse.

3.5 Teneur en matières grasses

La teneur totale en matières grasses des échantillons de faune a été déterminée par extraction avec du chloroforme/méthanol selon la méthode de Bligh et Dyer (22).

Assurance et contrôle de la qualité

Une analyse de référence interne des substances (IRM), un essai à blanc et un test de récupération ont été effectués pour toutes les analyses. Pour les phtalates, on a trouvé des valeurs lors du test à blanc. Les résultats ont été corrigés pour la valeur du blanc de procédure, analysé dans la même série. De fortes valeurs ont été trouvées lors de l'essai à blanc pour le DBP et le DEHP.

4. Résultats et commentaires

On peut avoir un aperçu des concentrations de divers contaminants dans les échantillons d'omble chevalier dans les tableaux 1 et 2. Les données sur les contaminants présents dans les ombles chevaliers disponibles dans la littérature scientifique sont indiquées dans le Tableau 3.

4.1 Les PBDE et le HBCD

Du BDE-47, du BDE-99 et du BDE-100 ainsi que du HBCD ont été trouvés dans les échantillons d'omble chevalier. Le BDE-47 était le congénère de PBDE dominant avec une concentration de 0,6 ng/g dans le poisson frais et de 6,7 ng/g dans les matières grasses. Le BDE-99 était le deuxième congénère de PBDE dominant (3,3 ng/g dans les matières grasses), suivi du BDE-100 (1,1 ng/g dans les matières grasses). La concentration en HBCD (10 ng/g dans les matières grasses) était plus élevée que celle en PBDE. Les concentrations en BDE-47 et en BDE-99 dans les échantillons de poisson n'étaient pas aussi élevées que celles mesurées dans les ombles chevaliers des lacs de Norvège (52 à 636 ng/g dans les matières grasses (Schlabach, 2001)) ou de Suède (64 à 400 ng/g dans les matières grasses) – voir Tableau 3.

4.2 Les PCA

Des PCA à chaîne courte (C10-C13) ont été trouvés dans les échantillons d'omble avec une concentration de 911 ng/g dans les matières grasses (Tableau 1). Les PCA à chaînes moyennes ou longues étaient au dessous du seuil de détection. Les concentrations en PCA étaient du même ordre de grandeur que celles mesurées dans des ombles de Norvège et de Suède (500 à 592 ng/g dans les matière grasse) (Borgen 2001 ; Schlabach 2001 ; Jansson 1993).

4.3 Le toxaphène

Les congénères de toxaphène CHB-26, CHB-50 et CHB-62 ont été trouvés dans les échantillons d'omble à des concentrations de respectivement 7,8, 22 et 1,8 (Tableau 1). Les concentrations sont plus basses que celles mesurées dans les ombles des lacs du Groenland, qui variaient entre 26 et 72 ng/g dans les matières grasses pour le CHB-26 et entre 52 et 306 ng/g dans les matières grasses pour le CHB-50 (Cleeman 2000). La répartition des CHB était similaire à celle des ombles chevaliers du Groenland : le CHB-50 était le congénère dominant et les concentrations de CHB-26 et de CHB-62 étaient égales (Cleeman, 2000).

4.4 Les dioxines, furanes et les CB non-ortho

La concentration en équivalent toxique (TEQ) de l'ensemble des dioxines et furanes, évaluée à partir des facteurs d'équivalence toxique (TEF) de l'OMS, était de 76 pg/g dans les matières grasses (Tableau 2). Les concentrations mesurées sont aussi élevées que dans les ombles chevaliers du lac Ellasjøen en Norvège. Les concentrations en TEQ de CB non-ortho étaient dix fois inférieure à celles mesurées dans les ombles du lac Ellasjøen, mais plus élevées que celles mesurées dans le lac Velmunden (Norvège).

4.5 Les phtalates

Du BBP et du DOP ont été trouvés dans les échantillons de poisson à des concentrations de respectivement 9,3 et de 3,2 ng/g dans le poisson frais. Le DMP, le DEP, le DBP et le DEHP étaient au dessous des seuils de quantification. Les données disponibles dans la littérature scientifique sur les phtalates présents dans les poissons sont très limitées. Une étude néerlandaise indique des niveaux de DEHP et de DEP dans des limandes compris respectivement entre 40 et 70 ng/g dans le poisson frais, et d'inférieurs au seuil de détection à 50 ng/g dans le poisson frais (Vethaak 2002).

5. Conclusions

De nombreux polluants organiques persistants ont été mesurés dans les échantillons d'omble chevalier prélevés dans un lac de haute montagne des Alpes. Les concentrations en PBDE, toxaphène et CB non-ortho étaient inférieures à celles trouvées dans les ombles chevaliers en Norvège, en Suède et au Groenland. Les concentrations en dioxines/furanes et PCA étaient identiques.

Références

- Barrie L.B.T., Dougherty D., Fellin P., Grift N., Muir D., Rosenberg B., Stern G., Toom D., « Atmospheric toxaphene in the high arctic », *Chemosphere*, 27(10):2037-2046, 1993.
- Borgen A.R., M. Schlabach, R. Kallenborn et E. Fjeld, « Polychlorinated alkanes in freshwater fish », *Organohalogen compounds*, 52:75-79, 2001.
- Carrera G., Fernández P., Grimalt J.O., Ventura M., Camarero L., Catalan J., Nickus U., Thies H., et Psenner R., « Atmospheric Deposition of Organochlorine Compounds to Remote High Mountain Lakes of Europe », *Environ. Sci Technol*, 36(12):2581-2588, 2002.
- Carrera G., Fernandez P., Vilanova R.M., et Grimalt J.O., « Persistent organic pollutants in snow from European high mountain areas », *Atmospheric environment*, 35(2):245-254, 2001.
- Cleemann M., F. Riget, G. B. Paulsen, J. de Boer, J. Klungsoyr et P. Aastrup, « Organochlorines in Greenland lake sediments and landlocked Arctic char (*Salvelinus alpinus*) », *The science of the total environment*, 245:173-185, 2000.
- Datta S., McConnell L.L., Baker J.E., Lenoir J., et Seiber J.N., « Evidence for atmospheric transport and deposition of polychlorinated biphenyls to the Lake Tahoe basin, California – Nevada », *Environmental science and technology*, 32(10):1378-1385, 1998.
- Datta S., Ohyama K., Dunlap D.Y., et Matsumura F., « Evidence for organochlorine contamination in tissues of salmonids in Lake Tahoe », *Ecotoxicology and environmental safety*, 42(1):94-101, 1999.
- De Boer J., A. van der Horst et P. G. Wester, « PBDEs and PBBs in suspended particulate matter, sediments, sewage treatment plant in- and effluents and biota from the Netherlands », *Organohalogen compounds*, 47:85, 2000.
- Grimalt J.O., Fernandez P., Berdie L., Vilanova R.M., Catalan J., Psenner R., Hofer R., Appleby P.G., Rosseland B.O., Lien L., Massabuau J.C., et Battarbee W., « Selective Trapping of Organochlorine Compounds in Mountain Lakes of Temperate Areas », *Environ. Sci Technol*, 35(13):2690-2697, 2001.
- Jansson B., Andersson R., Asplund L., Litzen K., Nylund K., Sellstrom U., Uvemo U-B., Wahlberg C., Wideqvist U., Odsjo T., Olsson M., « Chlorinated and brominated persistent organic compounds in biological samples from the environment », *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12:1163-1174, 1993.
- Kidd K., Schindler Dw, Muir Dcg, Lockhart Wl, Hesslein Rh, « High-concentrations of toxaphene in fishes from a sub-arctic lake », *Science*, 269(5221):240-242, 1995.
- Kidd K.A., Hesslein R.H., Ross B.J., Koczanski K., Stephens G.R. et Muir D.C.G., « Bioaccumulation of organochlorines through a remote freshwater food web in the Canadian Arctic », *Environmental pollution*, 102(1):91-103, 1998.
- Schlabach M., E. Fjeld et E. Brevik, « Polybrominated diphenylethers and other persistent organic pollutants in Norwegian freshwater fish », *The second international workshop on brominated flame retardants*. Stockholm, 2001.
- Vethaak A.D., G.B.J. Rijs, S.M. Schrap, H. Ruiter, A. Gerritsen, J. Lahr, « Estrogens and xeno-estrogens in the aquatic environment of the Netherlands », RIZA/RIKZ rapport n° 2002.001, Lelystad, Pays-Bas, 2002.

Tableaux

Tableau 1 – Concentrations (ng/g dans le poissons frais ou dans les matières grasses) de BFR, de PCA, de toxaphène et de phtalates dans des ombles chevaliers pêchés dans le lac Schwarzsee ob Sölden (Autriche).

	Concentration dans le poisson frais	Concentration dans les matières grasses
BFR	ng/g de poisson frais	ng/g de matière grasse
BDE 28	<0,1	<1
BDE 47	0,6	6,7
BDE 66	<0,1	<1
BDE 71	<0,1	<1
BDE 75	<0,1	<1
BDE 77	<0,1	<1
BDE 85	<0,1	<1
BDE 99	0,3	3,3
BDE 100	0,1	1,1
BDE 119	<0,1	<1
BDE 138	<0,1	<1
BDE 153	<0,1	<1
BDE 154	<0,1	<1
BDE 183	<0,1	<1
BDE 190	<0,1	<1
me-TBBP-A	<0,1	<1
HBCD	0,9	10
PCA (C10-C13)	82	911
Toxaphène		
CHB 26	0,7	7,8
CHB 50	2,0	22
CHB 62	0,7	7,8
Phthalates		
Dimethyl phtalate (DMP)	<2	<22
diethyl phtalate (DEP)	<60	<667
di-n-butyl phtalate (DBP)	<500	<5555
butyl benzyl phtalate (BBP)	9,3	103
bis-(2-ethylhexyl) phtalate (DEHP)	<235	<2611
di-n-octyl phthalate (DOP)	3,2	36
Teneur en matières grasses	9%	

*Interférence d'autres composés, impossible de quantifier.

Tableau 2 – Concentrations (ng/g ou pg/g dans le poisson frais ou dans les matières grasses) de dioxines, furanes et PCB non-ortho dans des ombles chevaliers pêchés dans le lac Schwarzsee ob Sölden (Autriche). Les concentration en équivalent toxique (pg TEQ /g) sont également indiquées, calculées à partir des facteurs d'équivalence toxique (TEF) de l'OMS.

	Concentration dans le poisson frais	Concentration dans les matières grasses
Furannes (pg/g)		
2,3,7,8-TCDF	1,36	15
1,2,3,7,8-PeCDF	0,21	2,4
2,3,4,7,8-PeCDF	0,43	4,8
1,2,3,4,7,8-HxCDF	*	*
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,07	0,74
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,06	0,64
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,02	<0,25
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,17	1,9
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,03	0,32
OCDF	0,34	3,82
Dioxines (pg/g)		
2,3,7,8-TCDD	0,05	0,52
1,2,3,7,8-PeCDD	0,19	2,1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	*	*
1,2,3,6,7,8-HxCDD	*	*
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,06	0,68
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,48	5,4
OCDD	2,91	32
CB non-ortho (pg/g)		
PCB 81	4,00	44
PCB 77	108	1200
PCB 126	50	557
PCB 169	6,26	70
CB mono-ortho (ng/g)		
PCB 123	0,06	0,64
PCB 118	3,79	42
PCB 114	0,05	0,59
PCB 105	0,99	11
PCB 167	1,00	11
PCB 156	0,95	11
PCB 157	0,27	3,0
PCB 189	0,21	2,3
Equivalent toxique (pg TEQ/g)		
TEQ total des dioxines et furannes	0,62	6,9
TEQ total des CB non-ortho	5,09	57
TEQ total des CB mono-ortho	1,15	13
TEQ total des dioxines, furannes et CB	6,86	76

Tableau 3 – Données sur les POP dans l'omble chevalier dans la littérature scientifique

	Concentration (ng/g) dans le poissons frais	Concentration (ng/g) dans les matières grasses	Lieu	Référence
BFR				
BDE 47	8,27	636	Ellasjøen, Norvège	(Schlabach, 2001)
BDE 99	8,02	617	Ellasjøen, Norvège	(Schlabach, 2001)
BDE 47	0,52	52	Velmunden, Norvège	(Schlabach, 2001)
BDE 99	0,62	62	Velmunden, Norvège	(Schlabach, 2001)
BDE 47	21	400	Lake Vättern, Suède	(Jansson, 1993)
BDE 99	3,4	64	Lake Vättern, Suède	(Jansson, 1993)
PCA (C10-C13)	7,7	592	Ellasjøen, Norvège	(Borgen, 2001)
	5,0	500	Velmunden, Norvège	(Borgen, 2001)
	6,9	531	Ellasjøen, Norvège	(Schlabach, 2001)
	30	570	Lake Vättern, Suède	(Jansson, 1993)
Toxaphène				
CHB 26	0,63-2,6	26-72	Groenland	(Cleemann, 2000)
CHB 50	1,3-11	52-306	Groenland	(Cleemann, 2000)
CHB 62	0,32-4,7	13-131	Groenland	(Cleemann, 2000)
Dioxines/furannes				
	0,2 pg TEQ/g	15 pg TEQ/g	Ellasjøen, Norvège	(Schlabach, 2001)
	0,2 pg TEQ/g	20 pg TEQ/g	Velmunden, Norvège	(Schlabach, 2001)
CB non-ortho				
	7,16 pg TEQ/g	551 pg TEQ/g	Ellasjøen, Norvège	(Schlabach, 2001)
	0,19 pg TEQ/g	19 pg TEQ/g	Velmunden, Norvège	(Schlabach, 2001)
			Lake Vättern, Suède	(Jansson, 1993)