

Les Polluants Persistants Organiques:
une pollution qui nous ressemble
Travail pour le cours “Economie Ecologique”
enseigné par les Professeurs Jacques Grinevald et
Rolf Steppacher à l’IUED, Semestre d’été 2005,
Genève

Julia K. Steinberger

January 14, 2006

Contents

1	La Définition des Polluants Persistants Organiques (POPs)	3
2	POPs: produits synthétiques	3
2.1	Le cercle vital de création-destruction des substances organiques naturelles	3
2.2	Systèmes excrétoires des êtres vivants	4
2.3	Risques des substances organiques de synthèse pour les êtres vivants .	5
3	POPs: produits persistants dans l’environnement	6
3.1	Durée de vie utile	6
3.2	Transport dans la biosphère	6
4	La bioaccumulation des POPs	7
4.1	Impact de la bioaccumulation dans un écosystème	7
4.2	Les mammifères en grand danger	7
5	Les conventions internationales sur les produits toxiques	8
5.1	La convention de Basel: le trafic international des déchets toxiques . .	8

5.2	Produits toxiques dans des pays précarisés	9
5.3	La convention de Rotterdam: la connaissance de cause	10
5.4	La Convention de Stockholm sur les POPs	11
6	La chimie des POPs	12
6.1	Pesticides organochlorés	12
6.2	PCBs: biphényles polychlorés	13
6.3	Dioxines et furannes	13
6.4	Les phtalates: le débat sur le PVC	14
6.5	PBDEs: éthers diphényles polybromés	14
7	Voir la pollution	14
8	Ingrédients de notre société	15
9	Chaque ère a sa pollution	16
10	Conclusion	18

1 La Définition des Polluants Persistants Organiques (POPs)

Selon le PNUE, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement,

Les polluants organiques persistants (POP) sont les substances chimiques qui persistent dans l'environnement, s'accumulent dans les tissus des organismes vivants à travers la chaîne alimentaire, et présentent le risque d'entraîner des effets nuisibles pour la santé humaine et l'environnement. [5]

Cette définition comporte trois éléments: persistant, bioaccumulation, toxique. Il en manque un quatrième, sous-entendu: synthétique. Les POPs ne sont pas des produits naturels de la chimie terrestre ou du vivant. Ce sont des produits et sous-produits de l'industrie chimique moderne, en particulier de la chimie organique comportant des halogènes: chlore, brome, fluor et iode. Que signifie concrètement ces quatre éléments de définition? Et quels sont les liens entre eux?

2 POPs: produits synthétiques

Les POPs sont les produits de l'industrie et technologie chimique moderne, en particulier à partir de la fin des années 30, quand le chimiste suisse Paul Müller découvrit les effets toxiques du DDT sur les mouches [1, 2]. La production et surtout l'utilisation massive de ces produits s'est diversifiée et intensifiée surtout après la deuxième guerre mondiale.

2.1 Le cercle vital de création-destruction des substances organiques naturelles

Les substances organiques synthétiques ont un potentiel dangereux, comme l'explique le biologiste et activiste Barry Commoner dans *The Closing Circle* [4] (chapitre 2):

One of the striking facts about the chemistry of living things is that for every organic substance produced by a living organism, there exists, somewhere in nature, an enzyme capable of breaking that substance down. In effect, no organic substance is synthesized unless there is a provision for its degradation; recycling is thus enforced. Thus when a new man-made organic substance is synthesized with a molecular structure that departs significantly from the types which occur in nature, it

is probable that no degradative enzyme exists, and the material tends to accumulate.

Les substances organiques (à base de carbone, hydrogène, oxygène et azote) ont un grand potentiel d'interaction avec les substances du vivant (protéines) auxquelles elles ressemblent. Mais toute substance organique produite naturellement, au hasard des mutations et de l'évolution du vivant, a toujours un enzyme ou une autre substance capable de la dégrader en composantes simples, qui peuvent être ensuite excrétées réutilisées par d'autres organismes (bactéries, plantes). Ainsi, rien n'est créé dans le processus vivant qui ne peut être détruit ou plutôt réduit en composantes simples (d'habitude à l'intérieur du même organisme vivant). Il existe bien entendu des substances toxiques naturelles, créées par des bactéries ou moisissures ou plantes ou animaux, ou par des réactions chimiques dans des circonstances particulières. Ces substances, toutefois, sont d'habitude dégradables dans l'environnement dans un temps assez court.

Ce processus de création-dégradation est extrêmement important pour plusieurs catégories de "messagers" du vivant, par exemple les neurotransmetteurs et les hormones. Le système nerveux utilise un système d'émission et réception de neurotransmetteurs pour communiquer d'un nerf à l'autre. Si l'équilibre entre les neurotransmetteurs et les récepteurs est rompu (comme c'est le cas avec l'ingestion de drogues comme la cocaïne), les conséquences pour la santé peuvent être extrêmes. De même pour le système endocrinien, très lié au système immunitaire. Le cerveau et les organes communiquent par des messagers dans le sang: les hormones. Les émissions et destruction d'hormones (émission par les organes ou le cerveau, destruction par le foie ou des enzymes) sont les deux façons de réguler les communications endocriniennes. Celles-ci peuvent être perturbées soit par l'introduction d'hormones synthétiques, agissant sur les récepteurs comme des hormones naturelles (c'est le cas de la pilule contraceptive) ou par la perturbation des mécanismes destructeurs.

2.2 Systèmes excrétoires des êtres vivants

Il est utile de faire quelques remarques générales sur les systèmes excrétoires des organismes vivants. Les organismes vivants sont des poches à combustibles. C'est-à-dire que tout être vivant a des capacités de synthèse et de stockage de molécules complexes, dont il se sert pour vivre. Les organes du vivant servent à ce titre plusieurs fonctions: ingestion de nourriture de base, synthèse des molécules nécessaires aux fonctions vitales, stockage et rétention de la nourriture et des molécules plus complexes, excrétion des sous-produits de la combustion nécessaire à la vie.

Ainsi il faut trouver un équilibre entre la capacité d'excréter des substances dont on a plus besoin et la capacité de stocker et retenir les substances dont on a encore besoin. Pour ceci, les membranes des cellules ou des organes sont des outils d'une grande complexité et subtilité. Par exemple, notre peau permet à la sueur et au dioxyde de carbone de s'échapper, mais retient le sang et d'autres substances à l'intérieur. Nos intestins et nos poumons nous permettent d'ingérer des combustibles (sucres, oxygène) mais ne laissent pas s'échapper le sang. Nos reins nous permettent de rejeter des déchets azotés et de garder notre sang. De façon assez générale, les systèmes d'ingestion des animaux permettent d'absorber la nourriture sous forme de sucre, lipides, ou protéines. Mais les systèmes excrétoires sont basés sur de l'eau ou des gaz: les poumons rejettent le dioxyde de carbone dans le sang sous forme de gaz, et la sueur et l'urine rejettent des molécules simples sous forme liquide. *Les êtres vivants, que ce soient des plantes ou des animaux, n'ont pas de systèmes d'excrétion sous forme lipide (si ce n'est l'exception du lait maternel chez les mammifères).* Ceci va être important pour la suite.

Imaginons une mutation qui induirait un organisme à produire une molécule que ses enzymes ne dégraderait pas, et qu'il serait incapable d'excréter: cet organisme mourrait rapidement d'empoisonnement, et ne se reproduirait pas. Ainsi une telle évolution est défavorable et sera éliminée par sélection naturelle.

2.3 Risques des substances organiques de synthèse pour les êtres vivants

Quand notre industrie produit des substances organiques synthétiques, qui peuvent être ingérées et assimilées par des êtres vivants, soit par voie de nourriture, soit par voie d'exposition de contact, ces substances ont des grands potentiels d'interaction avec le fonctionnement interne du système vivant. Si ce sont des substances mutagènes ou qui s'accumulent dans certains organes, le risque de cancer est accru. Si elles perturbent le système neurologique, le résultat sera des désordres neurologiques moteurs et/ou mentaux. Si elles perturbent le système endocrinien, et par à-coup le système immunitaire, les résultats seront des troubles immunitaires, entre autre des cancers. (Un système immunitaire sain peut détruire une centaine de cellules cancéreuses par jour. Un système immunitaire fragilisé sera moins efficace pour prévenir le cancer.) Si elles perturbent le système endocrinien, les résultats peuvent être des troubles de la reproduction, infertilité, ou malformation foetales [3].

3 POPs: produits persistants dans l'environnement

Le fait que certaines substances chimiques organiques de synthèse persistent dans l'environnement est une conséquence du fait même que ce sont des produits de synthèse. En effet, si ces produits ne sont pas dégradés ou réduits par des processus naturels chimiques inorganiques ou du vivant, ces produits peuvent exister très longtemps dans la biosphère. Les dioxines et PCBs, par exemple, peuvent durer des décennies dans la biosphère. Ces produits sont même résistants à la combustion: le dioxin est souvent émise lors de la combustion incomplète de déchets contenant du chlore, et le PCB résiste à des températures très élevées (raison pour son utilisation industrielle dans les transformateurs électriques jusqu'au années 1970s). La dioxine peut être dégradée par les rayons ultraviolets provenant du soleil, lorsque elle est dissoute en milieu aquatique, mais ce processus de dégradation est très lent.

3.1 Durée de vie utile

Il n'existe pas de définition précise de "persistant", mais plusieurs éléments y contribuent. Le premier est que les POPs persistent au-delà de leur durée utile à l'industrie. Ainsi des pesticides (comme le DDT) qui durent plus longtemps que la période entre la semence et la récolte sont dans cette catégorie. Mais certains POPs ne sont pas fabriqués à des fins utiles; ils sont seulement des sous-produits d'une fabrication annexe.

3.2 Transport dans la biosphère

Un autre élément de définition de "persistant" est une durée de vie beaucoup plus longue que le temps de transport à travers la biosphère ou à l'intérieur de la chaîne alimentaire. Si un produit persiste si longtemps qu'il peut se déplacer de l'équateur aux pôles, sa durée de vie est un facteur amplificateur de risque pour le monde vivant. De même si la durée de vie permet à une molécule de voyager des terres à la mer, du plancton jusqu'au poisson, du poisson jusqu'au phoque, du phoque jusqu'aux esquimaux. Cette durée est au minimum de plusieurs années.

La durée de vie très longue d'une molécule peut s'observer de plusieurs façons: si on trouve ce produit très loin de sa source ou s'il a le temps de s'accumuler dans les plans d'eau ou les nappes phréatiques (comme le pesticide atrazine ou l'additif d'essence MTBE [12, 21]). La durée de vie permet plusieurs sortes de phénomènes selon le produit: la dispersion géographique ou l'accumulation dans certaines zones de la biosphère (régions froides, nappes phréatiques, sol, atmosphère,

Figure 1: Augmentation des concentrations de PCB dans les chaînes alimentaires du Lac Ontario (tiré de *Our Stolen Future* [3])

...). La dispersion globale permet la bioaccumulation. L'accumulation dans certaines zones permet la bioconcentration.

4 La bioaccumulation des POPs

La bioaccumulation décrit le phénomène de concentration de plus en plus élevée de certaines substances dans la chaîne alimentaire. On part de la concentration du milieu naturel (aquatique ou autre), ensuite la concentration dans les plus petits organismes vivants, leurs prédateurs, et ainsi de suite. Souvent la concentration est multipliée par 100 ou plus en passant d'un niveau à l'autre de la chaîne alimentaire.

Un exemple de bioaccumulation est montré dans la figure 1.

4.1 Impact de la bioaccumulation dans un écosystème

Si un produit toxique est dans l'environnement en faible concentration les impacts sur la santé des animaux peuvent néanmoins être importants. Plus un animal est gros, plus il vit longtemps, plus il a besoin de nourriture, plus il va être exposé au produit toxique à travers la bioaccumulation. Mais des animaux de la même taille présentent des différences significatives selon leurs habitudes alimentaires. Les animaux de même taille, même environnement végétariens souffriront d'une bioaccumulation plus petite que leur voisins carnivores (*Our Stolen Future* Chapitre 9 [3], comparaison entre vison et rat musqué). De même pour les humains: les femmes canadiennes ont des taux de POPs dans leur lait plus élevés que la norme si elles mangent plus de 100 grammes de poisson par semaine [13].

Ce processus amplificateur est tellement puissant qu'il met en danger toute une série de populations en haut des chaînes alimentaires. En particulier les esquimaux Inuits mangeant une nourriture traditionnelle de phoque et de poissons et les ours polaires sont menacés [3].

4.2 Les mammifères en grand danger

Les mammifères sont plus vulnérables à certains aspects de la bioaccumulation que les oiseaux ou les poissons. D'abord, le fœtus passe longtemps à l'intérieur de la mère, un espace plus pollué de par la bioaccumulation que l'eau ou l'air. Les passages de nourriture entre la mère et l'enfant sont aussi des passages de pollution d'une

génération à l'autre. Un bébé mammifère bioaccumule des produits toxiques avant même d'être né. Ensuite, quand l'enfant naît et est allaité, le lait maternel contenant des substances énergétiques grasses peut être porteur de grandes concentrations de produits toxiques bioaccumulés dans les lipides. Ainsi la bioaccumulation de produit toxiques est amplifiée non seulement à travers la chaîne alimentaire, mais aussi à travers les générations, surtout pour les mammifères.

C'est pour cette raison, entre autre, que la convention de Stockholm sur les POPs [8] mentionne l'exposition des femmes dans son deuxième paragraphe:

[Les Parties à la présente Convention,] Conscientes des préoccupations sanitaires, notamment dans les pays en voie de développement, suscitées par l'exposition au niveau local à des polluants organiques persistants, en particulier l'exposition des femmes et, à travers elles, celle des générations futures, [...]

5 Les conventions internationales sur les produits toxiques

Les rapports scientifiques démontrant des forts taux de POPs dans des populations humaines loin des régions où ces produits étaient utilisés ont suscité une réaction de la communauté internationale sous la forme de la convention de Stockholm sur les POPs de 2001 du PNUE [8], entré en vigueur en 2004 .

La convention de Stockholm sur les POPs a été précédée par deux conventions importantes sur la pollution chimique internationales de l'UNEP: Rotterdam en 1998 [15] et Basel en 1989 [14].

5.1 La convention de Basel: le trafic international des déchets toxiques

La convention de Basel se préoccupe du trafic des déchets toxiques. Durant les années 1980, le groupe environnemental Greenpeace avait attiré l'attention sur l'exportation des déchets toxiques, médicaux et radioactifs vers les pays du tiers monde. Des compagnies peu scrupuleuses avaient compris qu'expédier les déchets toxiques vers les pays du tiers monde en échange d'une modeste somme (souvent un pot de vin à un fonctionnaire corrompu) serait plus économique de traiter ces déchets sur place, dans les pays industrialisés producteurs des déchets. Les pays destinataires, en Afrique ou en Asie, se trouvaient avec des quantités énormes de

produits dangereux qu'ils ne savaient ni stocker ni traiter. En fait, souvent, les destinataires n'étaient même pas correctement informés du contenu du cargo.

La convention de Basel met une fin à ces pratiques au niveau gouvernemental, en établissant une réglementation internationale de ce genre de trafic. La convention de Basel cherche aussi à établir des normes internationales industrielles afin de réduire la quantité de déchets toxiques émises et traiter ces déchets de manière appropriée (par exemple ne pas brûler les plastiques de manière incontrôlée, ce qui est une source de dioxines). La convention de Basel est jugée un succès par certains (voir le commentaire de Jim Puckett, ancien de Greenpeace, en 2000 [19]), et une mesure inefficace par d'autres (la critique vient de l'exception faite pour le "recyclage" des produits toxiques: ce ne sont donc pas des "déchets". Selon certains [11], cette exception est utilisée abusivement afin de continuer le trafic de déchets dangereux, surtout vers l'Asie).

5.2 Produits toxiques dans des pays précarisés

Les populations locales sont les plus atteintes par ces déchets, parfois de façon catastrophique lorsqu'un sinistre (feu ou autre accident) déverse les déchets dans l'environnement. Lors du tsunami dans l'océan Indien du 26 décembre 2004, des fûts de déchets toxiques illégalement submergés le long des côtes du Somalie pendant les années 1980 et 1990 furent soulevés par la vague et brisés sur la terre. Des rumeurs de maladies mystérieuses arrivèrent au gouvernement somalien en exil au Kenya. Dû à la situation de guerre civile en Somalie et l'instabilité politique qui en découle, aucune étude n'a pu être menée [22]. Cet exemple démontre plusieurs problèmes liés aux produits toxiques dans les pays du tiers monde, et dans tous les pays à plus ou moins long terme.

Pour pouvoir protéger sa population des produits toxiques, il faut une infrastructure solide constituée de plusieurs éléments. Il faut un gouvernement efficace et stable, avec les connaissances technologiques et les moyens de les appliquer. Ce n'est que dans un état de droit que les plus pauvres et vulnérables peuvent en appeler aux autorités pour les protéger des pollueurs et industries peu scrupuleux. Il faut aussi que le gouvernement soit stable et aie une mémoire institutionnelle et du suivi dans ses politiques. Par exemple, dans les ex-républiques soviétiques (par ailleurs le premier empire à tomber face à une opposition interne à conscience écologique [17]), les nouveaux départements de l'environnement peinent à trouver du personnel qualifié et à convaincre l'ancien département central à Moscou de leur remettre les documents dont ils ont besoin pour connaître l'état des lieux de leurs décharges toxiques [17]. Et dans le long terme, aucun état, aussi stable et prospère soit-il, ne

peut prétendre maintenir cette infrastructure (capacité technique, moyens matériels, politique stable et suivie, mémoire institutionnelle) dans le long terme, surtout si la durée est celle des déchets comme les métaux lourds (durée de vie de la Terre) ou des déchets radioactifs (milliers, voire dizaines de milliers d'années). Ainsi le pouvoir politique des hommes est insuffisant à protéger les communautés humaines contre le pouvoir des avancées technologiques et les déchets que celles-ci produisent.

5.3 La convention de Rotterdam: la connaissance de cause

La convention de Rotterdam de 1998 est la réponse de la communauté internationale au trafic des pesticides et autres produits industriels dangereux. La convention de Basel ne s'adressait qu'aux déchets toxiques, mais bien des produits "utiles" toxiques avaient des caractéristiques semblables pour les pays en voie de développement: gouvernements mal-informés ou désinformés, pas de législation efficace contre les produits toxiques, peu de règlement d'utilisation industrielle ou agricole, manque de protection des travailleurs industriels ou agricoles, pas de département gouvernemental permettant d'estimer ou de modifier les usages et trafics des produits toxiques.

Ce problème est bien connu pour les pesticides depuis des décennies. Le livre de David Weir et Mark Shapiro *Circle of Poison, Pesticides and People in a Hungry World* en 1981 [23] explique les origines et les conséquences du trafic de pesticides dangereux. Les Etats-Unis ont préféré interdire certains pesticides sur leur territoire uniquement, au lieu d'en interdire la production et le trafic, pour des raisons de profit économique. Ainsi, des pesticides interdits aux Etats-Unis y étaient produits et exportés (rendant malade les ouvriers et travailleurs des docks) vers les pays du Tiers Monde. Certaines compagnies développaient et fabriquaient des pesticides uniquement destinés à l'exportation, échappant ainsi à toute régulation étasunienne. D'autres compagnies installaient leur laboratoires et fabriques dans des pays pauvres.

L'aide au développement prônée par la Banque Mondiale, la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), ou l'USAID (organisme étasunien d'assistance étrangère) a été pendant longtemps, et continue à être, un subside aux compagnies productrices de pesticides. Ainsi les fonds gouvernementaux étasuniens, à travers l'USAID, étaient utilisés pour acheter des pesticides interdits aux producteurs étasuniens et les donner ou vendre à rabais au Tiers Monde. Souvent, les achats de pesticides étaient une condition de l'aide au développement [23].

Pendant les années 1980, l'ONU, à travers le PNUE et la FAO développèrent le processus de connaissance de cause préalable facultative (voluntary Prior Informed Consent). Ce processus de vPIC était une réponse aux critiques de plus en plus nombreuses contre la promotion effrénée des pesticides dans les pays en voie de

développement. Mais ce processus était lacunaire: il était facultatif, sans organisme de vérification centrale. Durant le Sommet de Rio en 1992, un appel fût lancé pour un instrument légal contraignant. Ceci est devenu la convention de Rotterdam en 1998.

La convention de Rotterdam permet aux parties membres de centraliser les données. Si un produit est interdit dans un pays, ce pays est obligé de soumettre les principales informations sur le produit (composition chimique, noms commerciaux, utilisation industrielle, raisons de l'interdiction d'usage) au secrétariat de la convention, qui diffuse toutes ces informations aux autres parties de la convention. De même, un pays peut interdire toute une liste de produits dangereux, et, à travers le secrétariat, les autres parties sont informées de cette liste, et obligés de ne plus exporter ces produits vers ce pays.

Les conventions de Basel et Rotterdam sont des développements importants dans la politique globale envers les produits toxiques. Mais les deux conventions portent sur le trafic commercial international de substances toxiques. Il existe des produits qui ne sont pas exportés ou importés, mais simplement transportés à travers le globe par les processus naturels: courants d'eau et d'air, migrations animales. Ces produits, parmi les plus dangereux car les plus persistants dans l'environnement, sont la cible de la convention de Stockholm.

5.4 La Convention de Stockholm sur les POPs

La convention de Stockholm de 2001 [8] vise à réduire ou éliminer la production de certains POPs, suite à la découverte pendant les années 1990 de taux élevés de POPs dans le sang et lait maternel de populations habitant des régions où ces substances n'avaient jamais été utilisées, par exemple les Inuits au Canada. La liste initiale de 12 POPs n'est pas exhaustive, la convention contenant des mécanismes pour ajouter des nouveaux produits.

La liste est divisée en trois catégories. La première est celle des POPs dont la production devrait être éliminée partout dans le monde, avec des exceptions pour certains pays limitées dans le temps (par exemple le termiticide Heptachlor utilisé en Chine). La deuxième catégorie est celle des produits à usage restreint: le pesticide DDT, qui devrait seulement être utilisé dans des programmes de lutte contre la malaria. La troisième catégorie est celle des POPs produits involontairement: des sous-produits industriels. Cette liste inclut la plupart des dioxines, furannes et PCBs.

Cette troisième catégorie est peut-être la plus difficile et décevante. En l'absence d'une méthode universelle de mesure du degré de contamination de dioxine dans

l'environnement, il est impossible de demander une mise en oeuvre du traité basé sur des diminutions mesurables de degré de contamination (comme cela a été fait à Rio pour le CO₂) (communication privée de David Ogden du secrétariat de la convention de Stockholm). Ainsi, la méthode de réduction des POPs de troisième catégorie, les sous-produits, dépend de la mise en place de meilleures pratiques industrielles, permettant de réduire les émissions de sous-produits dangereux.

Pour arriver à ceci, la convention de Stockholm permet aux pays qui le demandent d'obtenir des conseils technologiques. Mais cette partie du traité est destinée à aider ceux qui ont la volonté de réduire les émissions de sous-produits POPs. Elle n'est pas efficace en tant que mesure contraignante.

6 La chimie des POPs

Les informations dans cette section sont compilées de la convention de Stockholm [8], du rapport *Body Burden: the pollution in people* de Environmental Working Group [9] et du site internet du ministère de l'environnement canadien *Ecosystem Information Descriptions of some toxic contaminants found in the Pacific and Yukon region* [10].

La plupart des POPs contiennent des atomes halogènes: chlore, fluore, brome ou iode.

6.1 Pesticides organochlorés

Dans cette catégorie se trouvent le chlordane (interdit sous la convention de Stockholm), la DDT (restreint au combat contre la malaria sous la convention de Stockholm), l'aldrine, la dieldrine, l'heptachlor, le toxaphène, tous interdits sous la convention de Stockholm. Une omission de taille: le lindane, un pesticide organochloré utilisé jusque récemment en Europe, et couramment dans le monde, n'est pas mentionné dans la convention de Stockholm.

Ces pesticides, utilisés de part le monde depuis des décennies, bioaccumulent. Par contre, les dangereux malathion et parathion, des organophosphates, se dégradent plus rapidement dans l'environnement, et ne sont apparemment pas bioaccumulés. Ces pesticides sont dangereux pour les animaux, humains et insectes, dans le voisinage immédiat de leur utilisation.

Les troubles principaux de la santé provoqués par les pesticides organochlorés persistants sont le cancer et les troubles reproductifs.

6.2 PCBs: biphényles polychlorés

Les PCBs sont une classe regroupant plus de 200 molécules, composés de deux anneaux benzéniques liés, avec des atomes de chlore attachés aux anneaux. Les PCBs sont des corps gras liquides ou solides, mais certains peuvent être vaporisés dans l'air. Les PCBs étaient utilisés surtout pour l'isolation thermique des transformateurs ou condensateurs électriques. Ils ont été interdits aux Etats-Unis en 1976, mais persistent des décennies dans l'environnement.

Les PCBs bioaccumulent fortement (corps gras), et provoquent des cancers et des troubles du système nerveux.

La convention de Stockholm interdit la fabrication des PCBs, mais non l'utilisation. La raison est que beaucoup d'équipement électrique contenant des PCBs comme isolants est encore utilisé. Si ces équipements ne sont pas endommagés, les PCBs ne posent aucun risque environnemental. Le but de la convention est donc de coordonner l'identification et le retraitement progressif des équipements contenant des PCBs, et de fournir aux parties les informations nécessaires à ce processus.

6.3 Dioxines et furannes

Les dioxines sont des molécules composées de deux anneaux benzéniques liés par deux atomes d'oxygène, avec des atomes de chlore liés aux anneaux benzéniques. Une forme de dioxine tristement célèbre, parmi les plus toxiques, est le 2,3,7,8 tétrachloro-dibenzo-p-dioxine. Elle était un contaminant du défeuillant Agent Orange déversé par les Etats-Unis durant la guerre du Vietnam. Les impacts environnementaux de cette pollution sont en train de ruiner la santé d'une troisième génération de vietnamiens.

Les dioxines sont des sous-produits. Personne n'a jamais vendu ou acheté ou fabriqué de la dioxine par exprès. La dioxine est un sous-produit de la fabrication du PVC, du blanchiment industriel (papier) ou de l'incinération incomplète de produits contenant du chlore (incinérateurs à ciel ouvert, incinérateurs de produits médicaux).

Les furannes, deux anneaux benzéniques reliés par un lien simple et un atome d'oxygène, avec des atomes de chlore reliés aux anneaux benzéniques, sont produits dans les mêmes processus que les dioxines, et en partagent les propriétés environnementales et toxiques. Ils persistent pendant des décennies dans l'environnement. Les dioxines et les furannes sont cancérigènes et des puissants bouleverseurs du système endocrine.

La convention de Stockholm cherche à réduire l'émission des dioxines et furannes en promouvant des meilleures technologies industrielles.

6.4 Les phtalates: le débat sur le PVC

Le PVC, polychlorure de vinyle, est une forme de plastique très flexible et répandue. Le plastique est rendu flexible en utilisant des plastifiants: les phtalates. Les phtalates sont pour la plupart rincés du produit fini, mais une quantité considérable demeure et est émis continuellement par contact ou évaporation.

Un débat enragé se poursuit entre les groupes de consommateurs ou environnementaux qui veulent interdire la production du PVC ou l'utilisation des phtalates, et l'industrie du plastique, qui maintient que ces produits sont bénéfiques pour l'humanité. Les groupes environnementaux comme Greenpeace font aussi remarquer que la fabrication du PVC a comme sous-produit les dioxines, une raison suffisante pour chercher des alternatives. Les phtalates sont soupçonnés de bioaccumuler et de provoquer des cancers et des déformations foetales des parties reproductives mâles.

L'industrie du PVC est énorme et ses efforts pour contrer les consommateurs et groupes environnementaux ont eu beaucoup de succès. Tout récemment, l'Union Européenne a décidé d'interdire progressivement les phtalates dans tous les jouets destinés à la puériculture [7]. Les phtalates ne sont pas inclus dans la convention de Stockholm.

6.5 PBDEs: éthers diphényles polybromés

Les PBDEs sont utilisés dans comme ignifuges dans des matelas, fauteuils, couvertures, tissus en tous genres, mousses plastiques. Leurs taux dans le sang et lait humain a augmenté façon exponentielle depuis le début des années 1970, doublant tous les 2 à 5 ans. Ce problème n'a pas été pris assez au sérieux assez vite selon le chimiste environnemental Chris Reddy [20].

Les PBDEs bioaccumulent, persistent longtemps, et sont soupçonnés de causer des troubles neurologiques. Ils ne sont pas inclus dans la convention de Stockholm.

7 Voir la pollution

La pollution est un mot simple, signifiant, dans l'esprit populaire, une saleté, une mauvaise odeur, des ordures jetées ça et là, une décharge, la fumée des cheminées d'usine ou des pots d'échappement. Quelque chose qu'on peut voir ou sentir dans notre environnement. Quelque chose de déplacé, qui serait mieux ailleurs.

Mais le concept de pollution va bien plus loin, jusqu'aux limites de la compréhension scientifique, et peut-être même au delà. Comprendre ce qu'est la pollution, ce qu'elle signifie pour nous en tant qu'êtres humains et espèce vivante sur une planète

dont rien ne rentre et rien ne sort, sinon des rayonnements lumineux, est un exercice périlleux, extrême. Comprendre notre pollution signifie comprendre notre société elle-même, signifie comprendre notre comportement fondamental par rapport aux autres êtres-humains (y compris nos enfants et tous ceux qui ne sont pas encore nés), et par rapport à notre voisinage, notre habitat.

Comprendre notre pollution est très difficile pour nous, aussi difficile que de voir ce qui est juste devant son nez (“To see what is in front of one’s nose needs a constant struggle.” George Orwell [16]) ou que de regarder son portrait à Dorian Gray. Nous sommes confrontés à un problème que nous avons créé, certes, mais auquel nous sommes si peu prêts à nous confronter, qui nous dépasse tant, que nous avons même de la peine à le voir réellement. Nous sommes comme des enfants qui ont fait une grosse bêtise, si grosse qu’ils font semblant de rien remarquer, espérant que les adultes vont bientôt arriver et tout réparer. Nous ne sommes pas une espèce adulte et responsable: nous sommes une espèce en pleine crise d’adolescence, avec ses excès, colères et dénis profonds. Notre survie en tant qu’espèce, et la survie de bien des espèces vivantes aujourd’hui, dépendent de notre capacité à grandir, à prendre la mesure de nos comportements, à apprendre la responsabilité.

Cependant, il ne faut pas être un historien ou anthropologue très sophistiqué pour remarquer qu’il a existé sur Terre des civilisations adultes et responsables (ou pour utiliser le terme à la mode “sustainable”, durable) dont les dernières bribes vacillent et se font rapidement emporter par la virulence de la société adolescente. Quels sont les différences entre notre société actuelle et celles que nous avons détruites? Selon le modèle du capitalisme, ou du Darwinisme sociétal, le modèle le plus avantageux gagne. Donc notre société serait “meilleure” du simple fait d’avoir détruit les autres. Ce point de vue, comme les analyses capitalistes en général, porte sur le court terme. Ces civilisations inférieures ont souvent duré des millénaires sans trop modifier le climat terrestre, ou introduire des nouveaux produits radioactifs ou chimiques dans leur environnement. La gageure serait de voir dans 3000 ans quelle est la civilisation réellement supérieure.

8 Ingrédients de notre société

Notre société est décrite tour à tour comme capitaliste, globaliste, des éléments en sont communistes, d’autres socialistes. Mais tous les états-nations modernes ont des caractéristiques de base similaires, qu’il ne faudrait pas obscurcir en les nommant différemment. Tous les systèmes des états-nations sont basés sur une croyance presque aveugle sur la technologie, et les inventions technologiques qui n’existent même pas

encore. Ils croient aux économies d'échelle, au concept d'efficacité économique. Et ils sont tous basés sur des systèmes de contrôle de pensée des habitants, que ce soit par l'éducation, la publicité ou par propagande plus grossière.

Ces trois ingrédients sont tous importants, et se trouvent presque universellement dans nos sociétés, tant qu'on serait tenté de trouver un nouveau terme (en anglais, bien sûr) pour les décrire. Mon candidat serait "technofaith", ce sur quoi nos sociétés sont construites.

Nous nous moquons des civilisations anciennes, ou animistes ou chamaniques, parce que les gens croyaient en ce que leur disaient prêtres ou sorciers. Mais nous sommes si aveugles que nous ne voyons pas que nous-mêmes croyons ce que nous disent les publicités, qu'il faut consommer plus, construire le nouveau barrage ou la nouvelle centrale nucléaire, que les médecins auront bientôt découvert des médicaments contre les cancers. Nous sommes aussi la proie de croyances obscures, tout comme les tribus des rives de l'Amazone ou du fleuve Congo. Mais au moins eux croyaient ce que leur disait des autres êtres humains de leur tribu, connus et respectés comme voisins. Nous croyons ce que nous dit notre poste de télévision. Qui est supérieur?

9 Chaque ère a sa pollution

Les premières sortes de pollution ont été de deux catégories: le déboisement et la salinisation des sols. Pour créer des terres agricoles de plus en plus vastes, nous avons coupé dans les grandes forêts et les avons brûlées. Pour créer des terres agricoles dans les terres arides, nous avons détourné et contrôlé les rivières. L'irrigation massive salinise les terres fertiles (l'eau riche en minéraux des rivières et puits ne pénètre que la surface des terres arides, laissant un dépôt de sel qui s'accumule à la hauteur des racines des plantes). Les jardins d'Eden entre le Tigre et l'Euphrate ont dû s'adapter à cultiver des plantes et espèces de plus en plus résistants au sel, et pour finir ont été abandonnés au désert (*Pillar of Sand* de Sandra Postel [18]).

L'agriculture, la première source de pollution d'écosystème (déforestation, salinisation des terres), n'a cependant pas eu des conséquences réellement globales, ou sur la structure de la vie. Tout au plus s'est-il agit de changement de forme, pas de substance.

Ensuite nous avons découvert le sous-sol, les riches minerais, le fer, le charbon. Nous avons aussi fait des progrès dans la chimie et la technologie avec la trouvaille de la poudre à canon et les fusils (*Guns, germs and steel* [6]). Avec les doubles avancées de la colonisation et la révolution industrielle, le monde moderne était lancé, et avec

une telle puissance que nul ne saurait l'entraver.

La pollution qui a accompagné la technologie industrielle des usines à charbon était réellement effroyable. C'est de là que nous vient la conscience d'une pollution visiblement nuisible. La fumée âcre noyant des villes entières, les déchets versés dans des trous et rivières.

La troisième génération de pollution était elle-aussi visible, mais plus diffuse, dans les campagnes. Celle-ci est la génération des poisons puissants, des pesticides d'abord à la cyanure et à l'arsenic, puis la révolution de la DDT et autre aldrin et chlordane [23]. La pollution des pesticides est celle des empoisonnements des enfants mangeant les légumes et fruits non-lavés et des oiseaux morts. Cette génération de pollution a été rejointe, dans l'après deuxième guerre mondiale, par celle des engrais aux nitrates. Ces nitrates venaient de stocks de produits chimiques pour explosifs: au lieu de bombarder l'ennemi, on bombarda la terre. Tout le système agricole en fût chamboulé: la paysannerie disparu, et fit place à l'agrobusiness. Les nitrates permirent aux sols appauvris et empoisonnés, compactés par les gros tracteurs, de faire pousser plus de grain pour nourrir des humains plus nombreux, et surtout leur bétail en "feedlot" d'usine. L'empoisonnement de la terre par les pesticides fût rallié par l'empoisonnement des eaux par les nitrates et phosphates (ceux-ci venant des nouveaux produits de nettoyage pour lessive). Ces engrais nourrissent des algues voraces mais à la durée de vie courte, et les bactéries qui décomposent les algues mortes ont tôt fait de brûler tout l'oxygène en solution dans l'eau. Toute vie aquatique dépendante de l'oxygène meurt, et les cours d'eau et lacs périssent. Cette génération de la pollution est aussi visible, a aussi un impact immédiat sur la vie humaine et animale.

La quatrième génération de pollution est celle que nous vivons maintenant. Nos nouvelles technologies de gadgets plastiques à la durée de vie utile de plus en plus courte, nos nouveaux pesticides et herbicides qui ne sont pas des poisons directs, les sous-produits de l'incinération des déchets plastiques contenant du chlore ou du fluor, les effluents du blanchissage du papier au chlore ... tous ceux-ci ne sont pas des poisons directs, comme autrefois les pesticides au cyanure. Mais ils ne sont pas moins néfastes dans le long terme. Leur élimination est impossible (dispersés partout sur la planète, ils ont une longue durée de vie), et la réduction de leur émission demande une remise en cause complète de notre ère globaliste et industrielle.

10 Conclusion

Dans ce papier, j'ai utilisé les Polluants Organiques Persistants comme un exemple, afin de démontrer que les pollutions ne sont pas des accidents, qui arrivent au hasard des splendides progrès de société, mais au contraire que cette pollution nous ressemble, qu'elle reste avec nous, interagit dans nos corps avec nos systèmes vitaux, passe d'une génération à l'autre plus sûrement qu'un héritage.

Que cette pollution est celle de notre temps, de notre génération, de notre société: elle nous vient de l'infrastructure électrique, de la manufacture industrielle du papier, de la révolution verte, des plastiques, des produits informatiques.

Il existe à l'horizon un savoir scientifique sur la prochaine génération de polluants, ceux qui existent déjà, mais dont nous ne nous rendons pas compte, qui sont encore un peu invisibles. Ceux-ci sont, par exemple, les composés chlorés dans l'eau potable, issus des processus de purification de l'eau à haute teneur en déchets organiques. Ou bien les contaminations de l'environnement par les produits de consommation alimentaire ou médicale (caféine omniprésente, qui ne dégrade pas ou peu, hormones contraceptives, féminisant tous les poissons de la baie de Seattle ...). Ou bien les traitements de surface (ordinateurs, etc.) au fluor, déjà présents dans la graisse des ours polaires.

Il faut chercher la pollution dans nos habitudes de consommation et de facilité. Là où nous consommons le plus (essence, objets plastiques, viande industrielle, cultures du sud exportées, eau potable) sera là où la pollution sera la plus importante, et la plus difficile à éliminer sans simplement passer d'une pollution intense et visible à une autre plus sournoise, mais peut-être tout aussi dévastatrice dans le long terme.

Et que comprendre et arrêter ce genre (ou tout genre) de pollution signifie un changement de société correspondant, un mouvement vers la lucidité et loin des illusions, une prise de conscience de notre mesure dans notre monde et une humilité conséquente. Il faudra renoncer à un des derniers mythes de notre civilisation: que Dieu nous a créé dans son image, et qu'il était à nous d'aller par le monde en nommant les animaux et les arbres, en régissant et créant comme des dieux nous-mêmes. Il faudra abandonner l'idée de l'homme au centre du vivant, comme auparavant il fallut abandonner l'idée de la Terre au centre de l'univers. Il faudra prendre notre place à côté de la fourmi et du vers de terre, de la mousse et du plancton. Ce n'est pas un mauvais voisinage, et ce n'est pas une nécessairement une déception que de ne pas tous être des dieux. Mais il faut avoir la force collective de nous regarder en face, et ne pas détourner les yeux.

References

- [1] *Nobel Lectures, Physiology or Medicine 1942-1962*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1964.
- [2] *Britannica guide to the Nobel Prizes (online)*. <http://www.britannica.com/>, 1997.
- [3] Theo Colburn, Dianne Dumanoski, and John Peterson Myers. *Our Stolen Future: are we threatening our fertility, intelligence, and survival? A scientific detective story*. Dutton, United States, 1996.
- [4] Barry Commoner. *The Closing Circle - Nature, Man, and Technology*. Alfred A. Knopf, New York, 1971.
- [5] Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Page internet sur les pops <http://www.chem.unep.ch/pops/>.
- [6] Jared Diamond. *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*. W. W. Norton & Company, 1999.
- [7] LES VERTS/ALE AU PARLEMENT EUROPEEN. Substances et préparations dangereuses (phtalates) et sécurité des jouets. *Initiatives Vertes (Communiqués de presse)*, mardi 5 juillet 2005.
- [8] Interim Secretariat for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (Text and Annexes). Stockholm convention on persistent organic pollutants (pops). Technical report, UN, UNEP, 2001.
- [9] Jane Houlihan, Richard Wiles, Kris Thayer, and Sean Gray. Body burden: the pollution in people. Technical Report http://www.ewg.org/reports/bodyburden/pdf/BBreport_final.pdf, Environmental Working Group, 2003.
- [10] Ecosystem Information. Descriptions of some toxic contaminants found in the pacific and yukon region. Technical report, Environment Canada (Governmental Department).
- [11] Tom Kelly. Toxic exports: the international waste trade. *Green Left Weekly*, (132), 1994.
- [12] Réseau national d'observation de la qualité des eaux souterraines. Naqua qualité des eaux souterraines en suisse 2002/2003. Technical report, Officer fédéral des

eaux et de la géologie and Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, 2004.

- [13] W. Harvey Newsome, David Davies, and Josée Doucet. Pcb and organochlorine pesticides in canadian human milk Û 1992. *Chemosphere*, 30:2143–2153, 1995.
- [14] Secretariat of the Basel Convention. Basel convention on the control of trans-boundary wastes and their disposal adopted by the conference of the plenipotentiaries on 22 march 1989. Technical report, UN, UNEP, 1989.
- [15] Secretariat of the Rotterdam Convention. Rotterdam convention on the prior informed consent procedure for certain hazardous chemicals and pesticides in international trade, text and annexes (revised in 2005). Technical report, UN, UNEP, FAO, 2005.
- [16] George Orwell. *The Collected Essays, Journalism and Letters of George Orwell: In Front of Your Nose, 1945-1950*. Harcourt Brace Jovanovich, 1968.
- [17] DJ Peterson. *Troubled Lands: The Legacy of Soviet Environmental Destruction*. Westview Press, 2003.
- [18] Sandra Postel. *Pillar of Sand: Can the Irrigation Miracle Last?* W. W. Norton & Company, 1999.
- [19] Jim Puckett. The basel treaty's ban on hazardous waste exports: An unfinished success story. *International Environmental Reporter*, 23 INER 984, December 2000.
- [20] Chris Reddy. A sluggish response to a smoldering problem. *Environmental Forensics*, 6:103–104, 2005.
- [21] Paul J. Squillace, John S. Zogorski, William G. Wilber, and Curtis V. Price. Preliminary assessment of the occurrence and possible sources of mtbe in groundwater in the united states, 1993-1994. *Environmental Science and Technology*, 30:1721–1730, 1996.
- [22] Julia Steinberger. Report on somali toxic waste from tsunami. *Free Speech Radio News*, 2005.
- [23] David Weir and Mark Shapiro. *Circle of Poison, Pesticides and People in a Hungry World*. Institute for Food and Development Policy, 1981.