



FEM : Evaluation par Région des Substances toxiques persistantes



Manuel pour la collecte, la compilation et l'évaluation des données sur les sources, les impacts et les niveaux de concentration dans l'environnement des substances toxiques persistantes



PNUE Substances chimiques

Genève

IOMC



INTER-ORGANIZATION PROGRAMME FOR THE SOUND MANAGEMENT OF CHEMICALS

A cooperative agreement among **UNEP, ILO, FAO, WHO, UNIDO, UNITAR and OECD**

Cette publication est produite dans le cadre du Programme Inter-organisme pour la Gestion rationnelle des Produits Chimiques (IOMC), grâce à une subvention accordée par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) au titre du Fonds pour le Développement de Projets (PDF-B : Project Development Facility – B)

Page de couverture : auto-empoisonnement, Inde, photo PNUE/Zuben Mathews/TOPHAM

Le Programme Inter-organisme pour la Gestion rationnelle des Produits chimiques (IOMC) a été créé en 1995 par le PNUE, le BIT, la FAO, l'OMS et l'OCDE (Organisations participantes), selon les recommandations faites lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le développement en 1992 dans l'objectif de renforcer la coopération et d'augmenter la coordination dans le domaine de la sécurité chimique. En janvier 1998, UNITAR s'est joint formellement à l'IOMC en tant qu'Organisation participante. L'objectif de l'IOMC est de promouvoir la coordination des politiques et des activités poursuivies par les Organisations participantes conjointement ou de manière séparée, pour atteindre une gestion saine des produits chimiques en relation avec la santé humaine et l'environnement.

La matière de cette publication peut être librement citée ou reproduite, mais il est demandé de citer le présent document tout en faisant référence également au numéro de publication. Une copie du rapport contenant la citation ou la reproduction devait être transmise au PNUE Substances chimiques.

Les copies de ce Manuel sont disponibles auprès de :

UNEP Chemicals
11-13 Chemin des Anémones
CH-1219 Châtelaine (Genève), Suisse
Tél. : +4122 / 917 81 70
Fax : +4122 / 797 34 60
E-mail : chemicals@unep.ch

FEM : Evaluation par Région des Substances toxiques persistantes

Manuel pour la collecte, la compilation et l'évaluation des données sur les sources, les impacts et les niveaux de concentration dans l'environnement des substances toxiques persistantes

UNEP Chemicals Geneva

Table des Matières

		Page
1	Introduction	5
2	Résultats escomptés et activités de l'évaluation par région des substances toxiques persistantes	6
2.1	Objectifs du Manuel	7
2.2	Champ d'application du Manuel	7
3	Sélection des substances toxiques persistantes	8
3.1	Proposition de procédure pour la sélection finale des substances au niveau régional	11
4	Considérations générales sur la collecte et l'évaluation des données	12
5	Collecte de données	14
5.1	Informations et données sur les sources	14
5.2	Concentrations dans l'environnement	28
5.3	Impacts sur l'environnement	38
6	Evaluation des données	45
6.1	Informations et données sur les sources	46
6.2	Concentrations dans l'environnement	52
6.3	Impacts sur l'environnement	56
7	<u>ANNEXE</u> : Informations spécifiques portant sur quelques STP sélectionnées	61
7.1	Les douze POP du PNUE	61
7.2	Quelques autres exemples de STP	70
8	Littérature et sources d'information suggérées	75

Liste des Tableaux

	Page
Tableau 1 : substances POP en cours de négociation au niveau mondial	8
Tableau 2: Liste OSPAR de produits chimiques devant faire l'objet de mesures prioritaires(http://www.ospar.org/eng/html/sap/strategy_hazardous_substances.html)	10
Tableau 3 : Informations générales à recueillir pour les données sur toutes les sources STP	20
Tableau 4 : Informations supplémentaires sur l'échantillonnage concernant le rapport air/gaz de combustion pour les sources de sous-produits STP vers l'air	22
Tableau 5 : Informations supplémentaires sur l'échantillonnage de l'eau concernant les sources de STP vers l'eau	23
Tableau 6 : Informations supplémentaires sur l'échantillonnage du sol pour des sources du sol vers l'eau, l'air et le sol	25
Tableau 7 : Informations supplémentaires sur l'échantillonnage des déchets pour des sources du sol vers l'eau, l'air et le sol	26
Tableau 8 : Informations supplémentaires sur les produits pour les sources du produit vers l'eau, le sol et les déchets	28
Tableau 9 : Informations générales nécessaires pour tous les échantillons environnementaux	31
Tableau 10 : Informations supplémentaires pour les échantillons de terrain	32
Tableau 11: Informations supplémentaires pour les échantillons de sédiments	33
Tableau 12: Informations supplémentaires pour les échantillons atmosphériques	34
Tableau 13 : Informations supplémentaires pour les échantillons de l'eau	35
Tableau 14 : Informations supplémentaires pour la végétation	35
Tableau 15: Informations supplémentaires pour les animaux aquatiques	36
Tableau 16 : Informations supplémentaires pour les animaux et les oiseaux terrestres	37
Tableau 17 : Informations supplémentaires pour les denrées alimentaires destinées aux humains, ainsi que pour les aliments pour animaux	38

Tableau 18 : Informations supplémentaires pour les échantillons prélevés chez les humains	39
Tableau 19 : Informations à rassembler sur les effets et l'impact sur l'environnement	40
Tableau 20 : Informations à rassembler sur les effets observés sur le plan local	41
Tableau 21 : Informations à récolter sur les résultats de tests	42
Tableau 22 : Informations à tirer des évaluations régionales	42
Tableau 23 : Informations à tirer des valeurs directrices régionales	44
Tableau 24 : Exemple d'une matrice de données pour les concentrations dans le terrain de dioxines et de furannes	53
Tableau 25 : Exemple de tableau des unités de préférence	54
Tableau 26 : Unités de préférence	56
Tableau 27 : Documents EHC sur les POP de haute priorité	61
Tableau 28 : Les CET de l'OMS pour l'évaluation des risques pour la santé humaine	65

Liste des Figures

Figure 1 : Organigramme généralisé des sources et des voies de rejets de STP	16
Figure 2 : Exemple d'un questionnaire normalisé : "Emissions dans l'air provenant de l'incinération des déchets" (Outils pour un Inventaire des Dioxines et des Furannes, PNUE, Catégorie " Sources principales")	18

1. INTRODUCTION

Le présent document a été compilé par UNEP Chemicals dans le cadre de la phase préparatoire du projet du Fonds pour l'environnement mondial (FEM) sur l'Évaluation par région des substances toxiques persistantes (STP). Son but est d'aider les participants au projet FEM à rassembler et compiler des informations de synthèse et évaluer ces données de manière cohérente et efficace. Ce document sera envoyé aux participants au réseau du projet, accompagné de questionnaires destinés à les guider dans la procédure de collecte des données et leur évaluation. Ces lignes directrices vont également aider le Coordinateur régional ainsi que l'Équipe régionale à préparer le projet de Rapport régional.

Le projet vise à permettre une évaluation scientifique de la nature et de l'ampleur des menaces que représentent, pour l'environnement et ses ressources, les substances toxiques persistantes. Son but est de fournir des directives à la communauté internationale au sujet des priorités futures à accorder aux actions préventives et curatives. L'évaluation va déboucher sur la détermination de priorités en matière d'intervention et, au moyen d'une analyse des causes fondamentales, elle va essayer de déterminer les mesures appropriées qui s'imposent pour maîtriser, réduire ou éliminer les rejets de STP aux niveaux national, régional ou mondial.

Dans la réalité, les priorités dans le domaine des actions à entreprendre peuvent varier d'une région à l'autre, du fait de leurs différences sur le plan du développement économique, de la production agricole et industrielle, des conditions climatiques, géographiques, sociales et culturelles. L'évaluation doit par conséquent se fonder sur une analyse des conditions prévalant dans chaque région, à l'aide d'informations recueillies de sources différentes, tout en respectant une unité de méthodes et de démarches.

L'évaluation doit reposer sur la collecte et l'analyse de données existantes plutôt que sur la création de nouvelles données analytiques ou de renseignements sur les effets. Pour permettre une évaluation rigoureuse, il est par conséquent essentiel d'assurer la comparabilité des données rassemblées à l'intérieur de régions géographiques étendues et diversifiées, ou entre celles-ci. Dans des cas particuliers et si le besoin s'en fait sentir, des projections pourraient être effectuées selon un modèle pour combler des lacunes dans les données ou les informations, et afin de prévoir les menaces pour l'environnement.

2. RESULTATS ESCOMPTES ET ACTIVITES DE L'EVALUATION PAR REGION DES SUBSTANCES TOXIQUES PERSISTANTES

Le but du projet est de procéder, sur une base régionale, à une évaluation globale de polluants STP.

Les activités prévues sont conçues pour obtenir les résultats suivants :

1. Détermination des sources principales de STP au niveau régional
2. Détermination des données concernant les niveaux de concentration dans l'environnement de la région
3. Evaluation de l'impact des STP sur l'environnement et la santé humaine dans la région
4. Evaluation du transport transfrontière de STP à l'intérieur de la région, ainsi qu'à l'entrée et à la sortie de celle-ci
5. Détermination des priorités régionales pour des questions environnementales liées aux STP
6. Evaluation des causes fondamentales de problèmes liés au STP et capacité de la région à les gérer
7. Détermination de questions prioritaires liées aux STP en matière d'environnement au niveau mondial.

La mise en oeuvre de la phase régionale d'évaluation est provisoirement prévue pour durer douze mois. Dans chaque région, un Coordinateur régional va conduire une Equipe régionale de 4 à 5 membres issus des milieux gouvernementaux, académiques, industriels, et des ONG s'occupant d'environnement. Dans chaque région, une Equipe régionale sera chargée de mener à bien l'évaluation de substances toxiques persistantes (STP). En outre, un vaste réseau de personnes privées venant de tous les secteurs de la société va apporter sa contribution en fournissant des informations dans les cas appropriés.

Le projet passera par plusieurs étapes distinctes comprenant : la collecte des données; l'assemblage et la compilation des données; l'évaluation des données, y compris l'évaluation de l'impact sur la santé et l'environnement; la fixation de priorités, comprenant également l'identification de lacunes significatives dans les données; l'élaboration de rapports régionaux et la compilation des évaluations régionales au niveau mondial, ainsi que la détermination des priorités mondiales. Ce sont les personnes privées et les institutions qui vont, au niveau national, effectuer en grande partie le rassemblement des données, et l'Equipe régionale qui se chargera normalement des étapes suivantes. Si les données sont partiellement rassemblées et compilées au niveau national, elles devraient toutes être envoyées à l'Equipe régionale, accompagnées des éléments d'appui nécessaires à leur évaluation. L'étape finale interviendra au niveau mondial.

2.1 Objectifs du manuel

L'objectif du présent document est de fournir des lignes directrices aux Equipes régionales sur les procédures à suivre en matière de collecte, de compilation et d'évaluation des données et des informations pertinentes sur les sources, les niveaux de concentration dans l'environnement, ainsi que les impacts des STP sur la santé et l'environnement. Ces lignes directrices ont pour but de faciliter l'élaboration des chapitres correspondants des Rapports Régionaux (voir exposé du projet, Annexe G).

Le document donne les grandes lignes de la procédure du rassemblement et de l'évaluation des données existantes, mais n'aborde pas les questions de gestion, d'organisation ou de calendrier du projet. Ces informations seront fournies dans un plan de travail séparé.

2.2 Champ d'application du manuel

Les lignes directrices exposées dans le présent document ont pour objet de faciliter une collecte et une évaluation harmonisées de données.

Les lignes directrices portent sur trois domaines principaux

1. Informations sur les sources
2. Informations sur les concentrations dans l'environnement
3. Evaluation de l'impact sur la santé et l'environnement

Les instructions concernant chacun de ces domaines sont fournies à deux niveaux :

1. Collecte de données et d'informations originales par des personnes privées et des institutions
2. Compilation et évaluation des données rassemblées par les Equipes régionales

Des indications détaillées visent à rendre les données rassemblées et évaluées dans le pays comparables au niveau régional. Le présent projet se concentre sur les données existantes, mais si cependant de nouvelles données, dont la collecte serait financée par des sources extérieures, étaient produites, elles devraient également être incluses.

Des questionnaires élaborés sur la base de ce manuel vont être envoyés aux participants du Réseau régional, y compris les gouvernements, les institutions et agences gouvernementales, les instituts de recherche, les personnalités scientifiques, ainsi que les organisations non-gouvernementales représentant l'industrie, les groupes d'intérêt public et les milieux académiques.

3. SELECTION DE SUBSTANCES TOXIQUES PERSISTANTES

Au cours des ateliers d'experts techniques de la phase PDF-B (WS1, WS2 et WS3), les participants ont mis au point une base de définition et de délimitation des STP dans le contexte du projet FEM. Les experts sont convenus qu'il n'était pas possible de définir en termes simples les substances toxiques persistantes, mais que celles-ci avaient en commun les caractéristiques suivantes :

- ce sont des substances organiques (englobant les substances organométalliques)
- elles se dégradent lentement dans l'environnement
- elles s'accumulent dans les biotes et
- elles sont toxiques

En outre, les experts sont tombés d'accord pour dire que, dans certains cas, des substances à persistance inhérente modérée pouvaient être rejetées en grandes quantités sur des zones importantes, par exemple, de grandes masses d'eaux internationales. Ces rejets pourraient être à l'origine d'une exposition continue d'organismes, semblable à celle d'une substance plus persistante. Ces substances devraient par conséquent être également prises en considération dans le projet. Les experts n'ont pas défini de paramètres pour les propriétés énumérées ci-dessus et dépassant ou égalant les valeurs-seuil propres à ces paramètres, afin de limiter le groupe, faute de quoi le groupe des STP serait censé inclure des substances "possédant ces caractéristiques". Parmi les effets toxiques envisagés pour les STP, il convient de relever les troubles endocriniens . Les douze Polluants organiques persistants (POP) faisant actuellement l'objet de négociations intergouvernementales sous l'égide du PNUÉ en vue d'un traité mondial représentent une sous-catégorie des STP. Ces substances (souvent appelées "la sale douzaine", voir tableau 1) sont aujourd'hui considérées comme les POP suscitant les préoccupations les plus urgentes.

Tableau 1 : substances POP en cours de négociation au niveau mondial

Pesticides	Produits chimiques industriels	Sous-produits non intentionnels
aldrine chlordane DDT dieldrine endrine heptachlore hexachlorobenzène mirex toxaphène	hexachlorobenzène biphényles polychlorés	dioxines furannes

N.B. L'hexachlorobenzène est utilisé tant comme pesticide que comme produit chimique industriel. Il peut également être involontairement généré comme sous-produit de certains procédés industriels.

Ces substances sont bien connues, car elles sont étudiées depuis 30-40 ans. Dans une certaine mesure, ces connaissances peuvent être extrapolées à des STP semblables, à condition d'observer toujours la plus grande prudence. Toutes les régions devraient inclure les douze POP dans leur évaluation.

Un certain nombre de scénarios ont été avancés dans les différentes enceintes internationales pour définir les POP prioritaires. Dans le cadre de l'élaboration d'un traité mondial sur les POP, le Comité intergouvernemental de négociation intergouvernemental a mis sur pied un Groupe d'experts sur les critères (Criteria Expert Group =CEG), qui a fait des propositions en vue de déterminer d'autres POP appelant une action internationale. Ces critères comprennent la persistance (exprimée en demi-période de vie dans différents milieux), la bioaccumulation ainsi que les preuves de transport sur de longues distances et de toxicité. Ils permettent de détecter des substances devant faire l'objet de mesures immédiates sur le plan mondial. Toute substance décelée dans une région qui répondrait à ces critères devrait également être incluse dans les évaluations régionales. Il est important de relever cependant que le présent projet porte sur les STP, qui représentent un concept plus vaste que les POP. Ce projet devrait aussi se concentrer sur le niveau régional, ce qui signifie qu'il est possible d'y inclure un groupe de substances plus large que les douze POP. Une application inconsidérée des critères du Groupe d'experts risque également de limiter inutilement la sélection de substances intéressant une région donnée.

D'autres initiatives internationales ont été lancées pour déterminer les polluants persistants prioritaires. Certaines activités-clés, pouvant fournir des indications permettant d'envisager d'ajouter des STP à l'évaluation, sont évoquées ci-dessous. Il convient de relever que ces listes ont été établies dans des contextes différents et que les résultats risquent de ne pas pouvoir s'appliquer à certaines zones ou à toutes les régions du monde.

Les propriétés des substances POP du PNUE ont de nombreux points communs avec celles du Protocole sur les POP de la Convention de Genève sur la Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, élaborée sous les auspices de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU). Cela pourrait fournir une possibilité d'élargir la liste des substances à inclure dans le présent projet. Les substances supplémentaires de la liste de la Convention sur la Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance sont le chlordécone, l'hexabromobiphényle, l'hexachlorocyclo-hexane et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Il n'est pas certain que le chlordécone représente un problème pour l'environnement global, et l'hexabromobiphényle n'est plus fabriqué depuis de nombreuses années. Les régions voudront tout d'abord examiner si elles doivent accorder à ces substances une haute priorité ou non. L'hexachloro-cyclohexane est toujours utilisé, notamment l'isomère gamma (lindane), et on pourrait envisager de l'inclure dans les évaluations régionales, ainsi que les HAP.

D'autres groupes de substances qui ont fait l'objet de discussions au stade préparatoire de la liste de la CEE-ONU sont les PBDE et les CP. Ces deux groupes de substances sont à la fois persistants et bioaccumulables. Leur volume de production est également considérable et il pourrait être intéressant de les inclure dans les évaluations régionales. Parmi les pesticides, la proposition a été faite d'inclure l'endosulfane, ainsi que l'atrazine.

La Convention Oslo-Paris (OSPAR) sur la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est a établi une liste de STP prioritaires. Certaines substances figurant sur cette liste sont les mêmes que les POP du PNUE, mais il y a aussi d'autres substances, comme le

montre le tableau 2.

Tableau 2: Liste OSPAR de produits chimiques devant faire l'objet de mesures prioritaires(http://www.ospar.org/eng/html/sap/strategy_hazardous_substances.html)

Polychlorodibenzo-dioxines (PCDD) Polychlorodibenzo-furannes (PCDF) Polychlorobiphényles (PCB) Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) Pentachlorophénol (PCP) Paraffines chlorées à chaîne courte (SCCP) Isomères de l'hexachlorocyclohexane (HCH) Mercure et ses composés organiques Cadmium Plomb et ses composés organiques	Composés organostanniques Nonylphénol/éthoxylates (NP/NPE) et substances connexes Xylène musqué Produits ignifuges au brome Certains phthalates – dibutylphthalate et diéthylhexylphthalate
--	---

L'OSPAR est également en train de mettre au point une procédure d'établissement des priorités pour les substances toxiques persistantes et bioaccumulables dans le milieu marin. L'OSPAR est partie, pour ce faire, d'un très grand nombre de substances ("l'univers chimique"), ainsi que de données mesurées et pronostiquées concernant la persistance, la bioaccumulation et la toxicité, pour établir une liste de substances candidates. Celles-ci sont ensuite classées par les experts dans une liste condensée de substances préoccupantes. Ce travail devrait être terminé au début de l'été 2000 et ses résultats pourraient se révéler utiles pour la sélection des substances chimiques dans le présent projet.

L'Union européenne vient récemment d'élaborer une Directive cadre sur l'eau. Pour mettre sur pied cette Directive, une méthode objective a été retenue pour la sélection de paramètres chimiques permettant de déterminer la qualité de l'environnement aquatique (Frauenhofer-Institut, "Revised Proposal for a List of Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive(COMMPS Procedure)", 1999). Il convient de relever que plusieurs de ces substances ne répondraient pas aux critères de persistance et de bioaccumulation, mais il y a également des composés qui appartiennent au groupe des STP, parmi lesquels on trouve les HAP, le pentachlorophénol, les chloroparaffines à chaîne courte, le bis (2-éthylhexyl) phtalate, les octyl- et nonylphénols et les éthers diphényles bromés.

Dans l'atelier PDF-B sur les produits chimiques et les sous-produits industriels, les experts techniques ont mis au point un modèle de sélection préalable de produits chimiques STP à inclure (PNUE, "Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances", IOMC 1999, pg 30-32). Ce modèle accorde une haute priorité à la liaison chimique au récepteur du radical aryl d'hydrocarbure (AhR), étant donné que toutes les substances de liaison devraient être incluses. Les substances qui n'ont pas de liaison à l'AhR, celles qui sont lipophiles ($\log k_{oe} > 3$), celles dont le poids moléculaire est de < 1000 et qui sont biologiquement directement actifs, ou qui génèrent des métabolites actifs seront également comprises dans le modèle. Si aucune information n'est disponible sur le

mécanisme d'action du produit chimique ou sur ses propriétés cinétiques, il convient de le mentionner. La première partie de ce plan est novatrice et intéressante, car elle place "l'effet" au premier rang de l'échelle des priorités. L'on ne connaît pas encore toutes les conséquences de l'utilisation de ce modèle, mais il comprendrait certainement un vaste groupe de substances, comme par exemple plusieurs HAP et un certain nombre de substances d'origine naturelle. Dans la première étape, ce modèle ne comprend pas de critères de persistance, qu'il conviendra donc d'ajouter pour déterminer les STP. L'atelier a également suggéré un classement plus en profondeur parmi les substances retenues selon leurs effets toxiques sur la base de valeurs directrices ou DJA (doses journalières acceptables). Il faudrait, pour développer et mettre en oeuvre ce modèle, des ressources considérables qui dépassent le cadre du présent projet.

Au cours d'un des ateliers PDF-B du projet FEM, la discussion a porté sur l'inclusion des substances organométalliques, et les substances organiques que sont le mercure et l'étain ont été placées au premier rang des priorités (PNUE, "Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances", IOMC 1999, pg 89-95).

Comme nous l'avons indiqué auparavant, il a été convenu au cours de la phase PDF-B que des substances moins persistantes mais dont les rejets continus sont importants, et touchant de vastes zones de manière constante, devraient pouvoir être incluses dans le projet FEM. On pourrait citer comme exemples de ces produits chimiques les phtalates et les HAP.

3.1 Proposition de procédure pour la sélection finale des substances au niveau régional

L'utilisation réelle, dans une région, de substances chimiques persistantes autres que celles mentionnées ci-dessus, notamment si elles posent des problèmes connus, devrait également guider le choix des substances à inclure. La gamme de substances à étudier pourra ainsi varier quelque peu de région à région, mais elle devrait au moins inclure les douze POP du PNUE. Etant donné les contraintes de temps et de ressources du projet, chaque région devra se concentrer sur les produits chimiques les plus importants sur le plan régional. Afin de pouvoir procéder à une évaluation de qualité suffisante, les régions devraient déployer tous leurs efforts pour maintenir le nombre de substances à évaluer à un niveau gérable.

Chaque région devra parvenir très tôt à une liste concertée complète de substances sur lesquelles son travail devra se concentrer, car ses autres activités dépendent de cette liste. Une des premières tâches de l'Equipe régionale devrait consister à parvenir à un accord, après en avoir discuté, sur les produits chimiques à inclure dans son évaluation. Cela pourrait se faire en deux étapes, la première étape consistant à rassembler préalablement dans la région des données et des informations sur les sources, les niveaux et les impacts. La deuxième étape permettrait de mettre au point la liste des substances proposées, en consultation avec le Directeur du Projet et en étroite collaboration avec les autres Equipes régionales. La discussion pourrait déboucher sur une liste régionale de substances qui serait communiquée à tous les participants du réseau de projet.

4. CONSIDERATIONS GENERALES SUR LA COLLECTE ET L'EVALUATION DES DONNEES

Les données à évaluer dans le présent projet seront rassemblées par un grand nombre de

participants représentant des milieux très divers. Par conséquent, pour garantir la cohérence et la compatibilité des évaluations entre régions, il est par conséquent hautement recommandé d'envoyer les données originales à l'Equipe régionale, accompagnées de toutes les métadonnées d'appui nécessaires à une conversion correcte des unités de mesure; d'une évaluation de la qualité des données; des conclusions sur la question de savoir si tel ou tel ensemble devrait être inclus ou exclu ainsi que d'une évaluation des données. Il conviendrait d'indiquer si les données rassemblées ont été modifiées ou converties d'une manière ou d'une autre avant leur soumission à l'Equipe régionale. L'assurance de qualité des données relèvera aussi de la responsabilité de l'Equipe régionale.

Les directives en matière de procédure figurant dans le présent document se bornent à fournir une assistance dans la compilation de données de façon à permettre des comparaisons sensées. Les participants des Equipes régionales devront eux-mêmes, sous l'égide du Coordinateur régional, décider au cours du projet de la manière d'exprimer des préoccupations éventuelles et de classer les résultats selon un ordre prioritaire au niveau régional.

Un autre objectif pourrait éventuellement consister à faire entrer ces données dans un modèle de destin régional ou global. La collecte d'informations qui soient suffisantes pour le réalisateur d'un modèle présente des difficultés considérables, mais celui-ci pourrait donner dès le début des indications facilitant le rassemblement de métadonnées importantes.

Dans de nombreuses régions, toutes les données ne se trouveront pas facilement pour chacun des ensembles. Si l'on adopte une démarche rigide qui viserait uniquement à recueillir des jeux de données complets, détaillés et de la plus haute qualité, l'on n'obtiendrait qu'un nombre restreint, voire inexistant de ces jeux. Dans la réalité, le projet devra traiter une grande quantité de données imparfaites. L'on devrait essayer d'utiliser au mieux des ensembles limités, tout en signalant les lacunes les plus importantes dans des notes, qui devront être reportées au stade de l'analyse du projet. Si les limitations des jeux de données ne sont pas soigneusement prises en compte, l'on risque de poser des hypothèses et de tirer des conclusions qui ne seront pas étayées par lesdites données.

Il convient d'observer une certaine souplesse dans la manière d'effectuer des comparaisons et d'utiliser les données sur les STP. On peut envisager à ce stade de procéder à quelques comparaisons et compilations rudimentaires préalables pour chaque région, afin de donner des indications générales sur la présence et les effets des STP dans l'environnement.

Les procédures de collecte et d'évaluation décrites ci-dessous sont fondées sur une liste de STP préoccupantes, établie au début du projet par l'Equipe régionale. Cette liste de produits chimiques dignes d'intérêt serait distribuée à tous les participants au réseau régional.

L'évaluation d'autres informations pourrait conduire à l'identification de besoins nouveaux - par exemple en matière de sources, du devenir de l'environnement ou de l'impact sur celui-ci. A titre d'exemple, on citera simplement la collecte d'informations environnementales liées à des sources identifiées de STP, comme celles concernant une usine de pâte à papier dont les effluents parviendraient dans une masse d'eau : les données sur l'environnement pourront être triées selon la masse d'eau en question, et elles

pourront être affinées à la lumière des connaissances sur les conditions générales de transport - par exemple, si l'eau coule constamment dans une direction précise, les données environnementales pourront fournir des confirmations supplémentaires sur la source.

5. COLLECTE DE DONNEES

Les lignes directrices figurant dans cette section sont destinées à être utilisées au niveau du pays et portent sur les procédures d'identification et d'interrogation de données nationales originales fournissant des informations sur :

- Les sources de STP
- Les concentrations dans l'environnement de STP
- Les impacts sur la santé humaine et sur l'environnement des STP

Les données de base répondant de manière adéquate aux objectifs du Projet FEM seront selon toute probabilité incomplètes et leur couverture inégale. Ce manuel a pour objet d'aider les pays à rassembler un maximum de renseignements pertinents, de façon à asseoir l'évaluation sur un éventail aussi large que possible d'informations.

5.1 Informations et données sur les sources

Les données sur les sources d'émission n'ont été compilées que pour un très petit nombre de STP, et cela dans très peu de pays seulement. En outre, la plupart des jeux de données disponibles sur les rejets de STP concernent exclusivement les POP et n'ont pas été rassemblés de manière à être comparables. Au contraire, ils ont été compilés dans le cadre d'études séparées de recherche, de surveillance, d'activités législatives, d'enquêtes spécifiques sur le terrain ou pour étudier les niveaux généraux de fond. En outre, il n'existe aucune méthode universellement acceptée ou appliquée d'échantillonnage, ou des protocoles régissant l'analyse et l'établissement de rapports. Les données peuvent être rassemblées au nom d'organisations de recherche ou d'institutions gouvernementales. Certaines, mais pas toutes, sont déjà disponibles ou le seront bientôt dans la littérature scientifique internationale, auprès des institutions gouvernementales et/ou auprès d'UNEP Chemicals.

Informations générales à rassembler sur les rejets de STP

La collecte de données sur les sources est un processus qui comporte plusieurs étapes. Il est clair que la plupart des zones ne disposeront pas d'inventaires détaillés et n'auront pas les moyens de les créer. Cependant, les informations concernant les sources de base doivent impérativement pouvoir être compilées de manière utilisable, afin de fournir des indications sur les rejets principaux. Les premières étapes seront réalisées au niveau du pays, pour donner des indications en vue de la collecte d'informations pour chacune des substances chimiques retenues. Une collecte préalable peut être suivie d'une évaluation plus approfondie permettant de créer des données destinées à combler les lacunes des jeux de données incomplets ou à remplacer les jeux manquants.

Au stade de la collecte de données, il convient de tenir compte du fait que les produits chimiques STP concernés appartiennent principalement à l'une des trois classes suivantes :

- Produit chimique manufacturé - Pesticide
- Produit chimique manufacturé - Industriel
- Sous-produit

Dans certains cas, une STP peut relever de deux catégories à la fois. En ce qui concerne les produits chimiques industriels et les pesticides, la source de leurs rejets dans l'environnement est déterminée par la façon dont le produit est utilisé, ce qui donne une première indication permettant de concentrer la collecte de données sur les rejets principaux. La classification ci-dessus peut également mettre en garde contre l'omission des possibilités de rejets lorsqu'un produit chimique est rangé parmi les produits principalement industriels (le PCB par exemple).

Les rapport des ateliers de la phase PDF-B du projet FEM d'évaluation par régions contiennent des informations précieuses sur les sources selon ce classement en trois groupes. Le rapport du Groupe de Travail I de l'Atelier 1 (sur les produits chimiques manufacturés et les sous-produits) expose en détail les sources identifiées jusqu'à présent pour un certain nombre de ces produits. Le rapport de l'Atelier 2 présente les principaux domaines d'application des pesticides, et le rapport de l'Atelier 3 énumère ces domaines pour les composés organométalliques.

Il peut y avoir de nombreuses sources de STP chimiques. Dans la Figure 1, un organigramme montre les trajectoires possibles des rejets.

Détermination des voies potentielles de rejets de STP

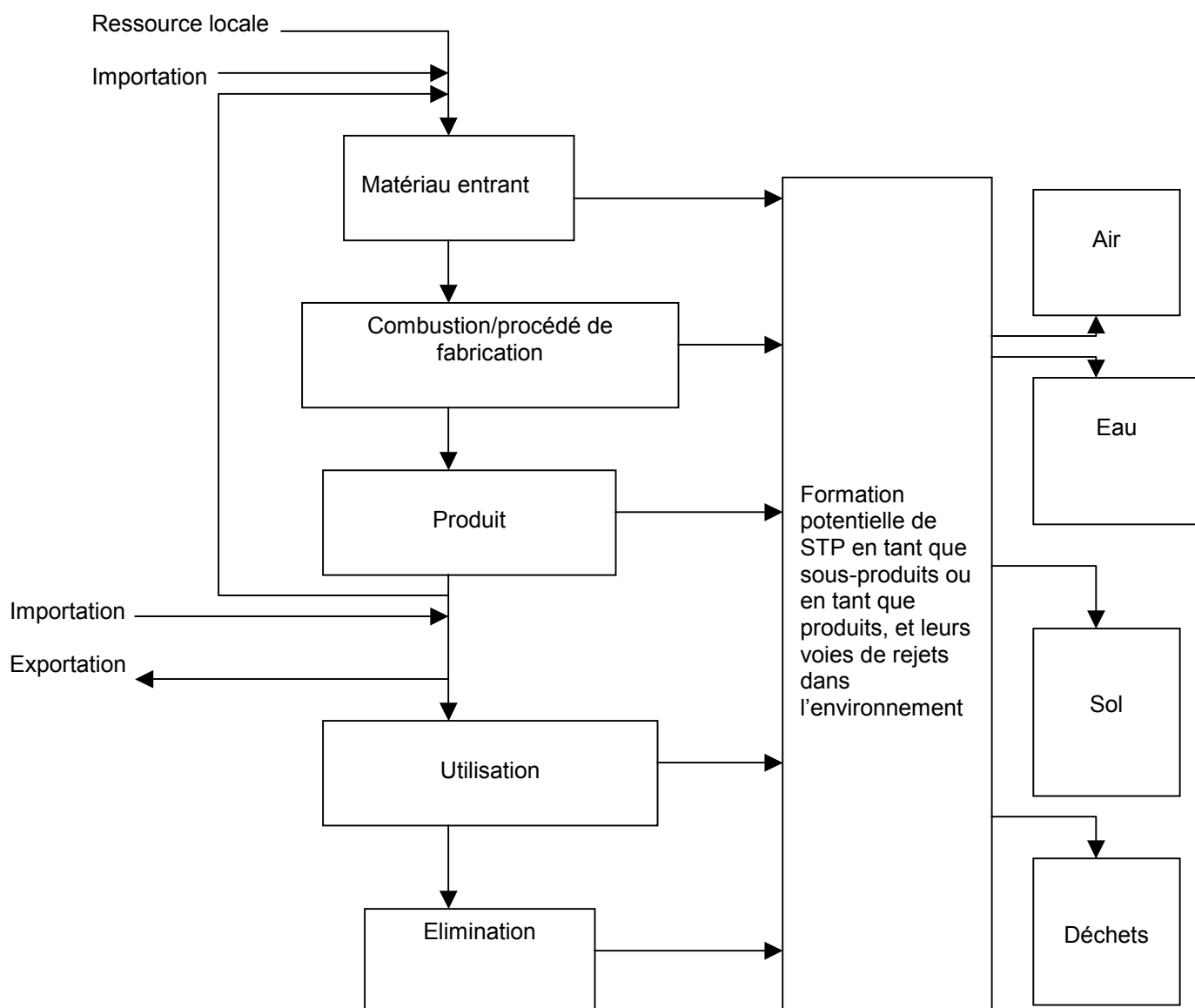


Figure 1 : Organigramme généralisé des sources et des voies de rejets des STP

Les rejets de STP peuvent provenir de cinq compartiments et/ou milieux environnementaux principaux et/ou s'y diriger, à savoir l'air, l'eau, le sol, les déchets et les produits. La présente section fait état de toutes les informations pertinentes qu'il convient d'obtenir pour permettre une quantification des sources et la compilation d'un inventaire régional des émissions de STP.

Dans la plupart des cas, il ne suffira pas de compter uniquement sur des informations tirées de la littérature pour récolter des données. L'industrie, qui est susceptible de rejeter - délibérément ou non - des STP, et les utilisateurs potentiels de produits contenant des STP doivent être appelés à prêter leur concours pour la collecte du plus grand nombre possible de données pertinentes en vue de la constitution d'inventaires de STP. De même, afin de

parvenir à des données de la qualité requise, il convient de diriger et de coordonner correctement les activités de collecte de données sur d'autres sources STP non industrielles telles que les incendies accidentels, les émissions accidentelles, et les autres types de rejets, ainsi que des données sur des réservoirs et des dépôts qui représentent une source potentielle future de rejets de STP.

Des questionnaires ont été utilisés avec succès pour obtenir les données nécessaires de la part de l'industrie, des utilisateurs ainsi que d'autres sources potentiellement pertinentes. La figure 2 montre un exemple d'un questionnaire pour des sous-produits de sources de combustion dans l'air, tiré des Outils pour un Inventaire normalisé des Dioxines du PNUE (Standardized Dioxin Inventory Toolkit). Il pourrait être utilisé comme modèle pour des questionnaires concernant les sous-produits étudiés dans le cadre du projet FEM, ainsi que ceux concernant les produits chimiques industriels et les pesticides. Il serait souhaitable que chaque STP à analyser et à examiner dans le cadre de la collecte de données fasse l'objet d'un questionnaire séparé. Les questionnaires servent de lignes directrices, afin de garantir que toutes les informations pertinentes sur la source d'une STP précise soient bien rassemblées, avec toutes les vérifications nécessaires en matière d'assurance de la qualité. Si certaines données ne sont pas recueillies correctement, la qualité globale de la compilation va automatiquement baisser, ce qui aura par conséquent un effet négatif sur les résultats du projet FEM.

Questionnaire sur les sources PCDD/PCDF											
Incinération de déchets	Site	Nombre de Fours	OC	Capacité de l'unité t/j ou m³/h	Heures d'exploitation Par année	Type de four/HRS	Temp. du four(C°)	Type d'APCS	Temp entrée APCS	Temp sortie APCS	Débit Gaz de Combustion (Nm³/h)
Incinération de déchets municipaux solides											
Incinération de déchets dangereux											
Incinération de boues d'épuration											
Agrégats légers (p.ex. d'une déchiqueteuse)											
Incinération de déchets médicaux/hospitaliers											
Combustion de déchets de bois et de biomasse											
Incinération de déchets vétérinaires, de carcasses d'animaux équarries											
Acronymes :											
Type de four	Fur.		Système de contrôle de la pollution de l'air				APCS = Air Pollution Control System				
Incinération de masse/pare-eau (Grille)	Grate		Cuve de précipitation électrostatique				ESP				
Lit fluidisé	FBI		Cyclone				Cyclone				
Chargeur mécanique	Stoker		Sac de filtres				BF				
Four à griller rotatif	RK		Nettoyage par voire humide				Wet				
Autres (préciser svp)			E.puration par voie sèche				Dry				
			Injection de chaux				Lime				
Conditions d'exploitation	OC		Injection de NaOH				NaOH				
Type de lot (p.ex. 100 kg par incinération)	batch		Injection de carbone/coke actif				Coke/Carbone				
Discontinu (p.ex. 8 heures/jour)	dis		Filtre à lit de carbone				CarbFil				
Continu (24 hrs/jour)	con		Convertisseur catalytique/système RCS				Cat				
			Ventilateur à air induit ou forcé				Fan				
Système de récupération de chaleur oui/non	HRS		Aucun				aucun				
Exemple de questionnaire normalisé											

Figure 2: Exemple d'un questionnaire normalisé : "Rejets dans l'air dus à l'incinération des déchets" de la catégorie "sources principales" des OUTILS POUR UN INVENTAIRE NORMALISE DES DIOXINES (ET DES FURANNES) du PNUE

Il s'agit, pour ce travail, de recueillir un maximum de données pertinentes sur les rejets de STP, y compris les émissions. Afin que les directives concernant la manière de récolter ces données aient un sens, il faut comprendre que chaque STP a des besoins spécifiques en ce qui concerne cette collecte. En outre, chaque compartiment environnemental de rejets pose des exigences différentes, en particulier pour ce qui est du rassemblement de métadonnées d'appui. Ainsi, il est impératif de compiler les informations minimum figurant dans le tableau 3 ci-dessous, quel que soit le compartiment environnemental ou le milieu duquel ou vers lequel une STP sera rejetée. En règle générale, il convient de rechercher des données sur les sources passées aussi bien que sur les sources actuelles.

Tableau 3 : Informations générales à recueillir pour les données sur toutes les sources STP

Information	Importance	Commentaire
Procédé ou type de source	1	Classification standard
Source/référence	1	Il est important de pouvoir faire remonter les données au rapport original pour obtenir les informations manquantes
Type et/ou groupe de produit chimique relevé et simplifications éventuelles	1	Signaler les simplifications ou les hypothèses pour les groupes de produits chimiques. Indiquer si un système de CET est utilisé et, le cas échéant, le désigner et veiller à ce que le même système soit appliqué à tous les résultats comparés !
Unités de temps utilisées pour consigner le volume ou le débit de masse (cela comprend habituellement des informations détaillées sur les heures d'exploitation annuelles, les conditions de charge, la moyenne annuelle pondérée de la charge maximum, etc.)	1	Par heure, par minute, par seconde, etc. ; tous les débits de masse des émissions enregistrés doivent être exprimés dans les mêmes unités de temps afin de permettre une comparaison significative. Afin d'éviter des systèmes d'exploitation annuelle différents, il est hautement souhaitable de convertir toutes les unités de temps selon une année d'exploitation, pour obtenir un débit de masse annuel en g. STP/a.
Limites de détection	2	Sont-elles élevées en comparaison avec les niveaux mesurés ? Pratique habituelle pour l'assurance de qualité : limite de détection inférieure à 10 % de la valeur mesurée !
Enregistrement de résultats inférieurs à la limite de détection	2	Si certains résultats se trouvent au-dessous des limites de détection, comment sont-ils traités (sont-ils inclus par exemple dans la valeur de la limite de détection, la moitié de la limite de détection ou zéro) ?
Gamme de concentrations	2	Valeur la plus basse et la plus élevée
Tendance centrale (si applicable)	3	Moyenne, médiane, etc.
Période d'échantillonnage	3	Dates et durée de la campagne d'échantillonnage
Objectifs de l'échantillonnage et information sur le site	3	Tests réglementaires de conformité, caractéristiques du site, données générales d'évaluation, etc.

Ordre d'importance pour ce tableau et les tableaux suivants :

1 = information de la plus haute importance, 2 = information importante, et 3 = information utile

Informations à obtenir sur les rejets dans l'air

L'air ambiant est susceptible d'agir en tant que source de STP par le transport à longue distance et le dépôt de STP en provenance d'autres régions. Les régions arctiques en sont

un exemple parfait, étant donné que la présence d'un grand nombre des STP qui y ont été décelées peut être attribuée au phénomène de dépôt atmosphérique. Cette section traite des rejets dans l'air, alors que le transport par air de STP en provenance d'une autre région doit être étudié séparément. Les STP rejetées dans l'air en sont constamment éliminées par l'action du dépôt atmosphérique. La section sur les niveaux de concentration dans l'environnement (Section 5.2) traite de manière plus détaillée de la détermination des concentrations de STP dans l'air ambiant et de leur dépôt atmosphérique.

Les sous-produits de STP dans l'atmosphère sont le plus souvent rejetés au cours du procédé de combustion, à l'origine d'émissions de gaz. D'autres procédés thermiques industriels comme le frittage, la pyrolyse, le séchage, la fumigation et de nombreux autres traitements doivent être considérés de la même manière que les procédés de combustion du point de vue des rejets de STP. Les rejets dans l'air se produisent également par évaporation et/ou volatilisation pendant et après l'utilisation de produits STP tels que par exemple les pesticides.

Le tableau 4 présente tous les paramètres qui doivent être pris en considération, en plus de ceux énumérés au tableau 3, afin d'obtenir des résultats comparables dans les tests sur les gaz de combustion par rapport à l'air. Ainsi, il convient de recueillir toutes ces données ainsi que les métadonnées d'appui permettant leur traitement adéquat et une bonne évaluation dans le cadre de la partie du projet FEM qui concerne les sous-produits.

Tableau 4 : Informations supplémentaires sur l'échantillonnage concernant le rapport air/gaz de combustion pour les sources de sous-produits STP vers l'air

Information	Importance	Commentaire
Volume du gaz de combustion ou conditions du débit de masse	1	Réels, y compris la densité, ou normalisés, en conditions humides, y compris la teneur en humidité, ou à sec
Conditions du gaz de combustion portant sur la température, la teneur en O ₂ et la pression (absolue)	1	La définition de conditions normales/standard pour la température, la pression et la teneur en O ₂ doit être identique pour que tous les résultats puissent être comparés !
Unités d'enregistrement des résultats analytiques	1	Concentrations en masse par volume (ex. ng/m ³) ou concentrations en volume par volume (ex. ppm)
Méthode d'échantillonnage	2	Echantillonneur d'air à haut volume, échantillonnage de gaz passif, échantillonnage de gaz par extraction, échantillonnage iso-cinétique, etc.
Type d'échantillon	3	Air total, composante de phase vapeur, phase d'état de suspension, etc.

Informations à obtenir sur les rejets de l'eau

Les analyses d'échantillons d'eau provenant d'effluents, d'égouts et/ou d'écoulements vers de l'eau douce, des estuaires ou des milieux marins permettent de mesurer directement la contamination par des STP. Dans le cas de certaines STP hydrophobes, comme la dioxine, les furannes et les PCB, il y a adsorption de la plus grande partie de ces substances sur les particules en suspension dans l'eau. Cependant, certaines STP comme les substances organométalliques sont hydrophiles et donc plus facilement solubles dans l'eau.

Dans la présente section, les masses d'eau existantes ne sont pas considérées comme une source en soi, étant donné que le transport à longue distance des STP dans les eaux de surface et les eaux souterraines ne se fait pas dans la même mesure que pour l'atmosphère. Les sources principales de transport à longue distance de STP dans l'hydrosphère sont les navires en déplacement, les courants océaniques et les fleuves et rivières contaminés par des STP. La section sur les niveaux de concentration dans l'environnement expose en détail la plupart des aspects de l'échantillonnage (Section 5.2), c'est pourquoi la présente section n'approfondira pas ce sujet. Dans la plupart des cas, l'échantillonnage d'effluents liquides ne rencontre pas les mêmes difficultés que l'échantillonnage de gaz, car les modifications de volume de l'eau liquide à la suite de variations de température, de pression et de concentration en polluants peuvent, dans une large mesure, être négligés. La concentration de solides dans l'eau représente toutefois une exception, étant donné que la transition entre l'eau liquide et les boues, pour aboutir à une matière solide comme le sol, est très floue. Dans le contexte qui nous intéresse, on entend par "eau" l'eau liquide dans laquelle la concentration de solides est négligeable du

point de vue des propriétés physiques et chimiques de l'eau, telles que la densité, le poids spécifique, le point d'ébullition et de congélation, etc.

Le tableau 5 énumère tous les paramètres qui doivent être pris en compte, en plus de ceux figurant dans le tableau 3, pour que les données sur l'eau soient comparables. Ainsi, il convient de rassembler tous ces éléments, et de les accompagner des métadonnées d'appui pour en permettre un traitement et une évaluation adéquats en vue de leur intégration dans le projet FEM.

Tableau 5 : Informations supplémentaires sur l'échantillonnage de l'eau concernant les sources de STP vers l'eau

Information	Importance	Commentaire
Unités d'enregistrement des résultats analytiques	1	Concentrations exprimées en masse par volume (ex. mg/l), masse par masse (ex. mg/kg), ou volume par volume (ex. ppm), qui sont toutes interchangeables dans l'eau liquide telle que définie ici dans des conditions ambiantes
Volume d'eau ou conditions de débit de masse	1	Réels, y compris la densité, ou normalisés, en conditions humides, y compris la teneur en humidité, ou à sec
Protocole de rapport	2	Résultats en relation avec l'eau ou la matière en suspension
Type d'échantillonnage	2	Eau, y compris les matières en suspension/matières en suspension seules/eau, à l'exclusion des matières en suspension

Informations à obtenir sur les rejets du sol

Il convient de noter que, dans la terminologie utilisée ici, le terme de "sol" désigne toute matière contenant des solides, et qui n'entre pas dans la catégorie de l'eau. Ainsi, le sol, tel que défini ici peut, dans certains cas isolés, se comporter comme une source pour des rejets de points chauds fortement contaminés, de boues, de sédiments ou d'autres matières contaminées par des STP.

Dans la présente section, les sédiments sont également considérés comme faisant partie du sol et relevant de la même catégorie. Les sédiments des lacs, des estuaires et des océans peuvent agir comme des sources pour les rejets de STP qui y avaient été déposés précédemment.

Des échantillons de terrain sont couramment soumis à des analyses pour rechercher des rejets de STP dans le sol, ainsi que le précise en détail la section sur les niveaux environnementaux. La terre a tendance à agir en tant qu'accumulateur à long terme pour un grand nombre des composés concernés, et peut servir de matrice commode pour l'échantillonnage et la surveillance. Des études de terrain peuvent être systématiquement effectuées à l'échelle nationale, régionale ou locale, souvent autour d'une source de contamination.

La terre, qui représente la majeure partie du sol, est le compartiment environnemental principal, à partir duquel les STP entrent dans la biosphère tellurique. Les océans et les grandes masses d'eau douce jouent le même rôle pour la biosphère aquatique. Ainsi, l'eau et le sol ne sont pas seulement les réservoirs finals pour l'accumulation et le stockage des STP dans l'environnement, mais également la source ultime pour le rejet de STP dans la biosphère.

Etant donné qu'il n'y a pas d'émission de sol, comme pour les gaz de combustion et/ou pour l'eau, les sources doivent être caractérisées selon des besoins différents. Seul le cas spécial du sédiment, des boues ou de la terre contaminés déversés dans l'environnement est pris en considération séparément, vu que les exigences en matière d'échantillonnage pour le sol servant de réservoir et générant des niveaux environnementaux élevés figurent déjà dans la section sur les niveaux de concentration dans l'environnement.

Il convient de bien veiller à ce que les informations présentées dans le tableau 6 ci-dessous soient recueillies de cas en cas, et en plus de celles indiquées dans les tableaux 3 et 5. Il faut aussi relever que, selon le type de source de sol étudiée, il ne sera pas forcément nécessaire de récolter toutes les informations figurant dans le tableau. Il est assez évident que les informations requises ne sont pas les mêmes pour des boues contaminées par une STP faiblement volatile, hydrophile et déversées dans l'océan que pour de la terre contaminée par des STP hautement volatiles et hydrophobes, déposée dans une décharge au milieu du désert. Par conséquent, en cas de doute, il est souhaitable de faire preuve de jugement dans la sélection des paramètres corrects nécessaires pour obtenir des informations s'appliquant à chaque cas individuel de sol susceptible d'être considéré comme source de rejets de STP. Cependant le nombre de cas dans lesquels le sol fait office de source de STP est assez limité.

Tableau 6 : Informations supplémentaires sur l'échantillonnage du sol pour des sources du sol vers l'eau, l'air et le sol

Information	Importance	Commentaire
Certaines propriétés physiques et/ou chimiques de la source de sol contaminée	1	Boues, sédiment, terre, teneur organique, distribution de la taille des particules, densité, etc.
Emplacement et description du site de la source de sol	1	Référence cartographique (ou référence à une publication), historique de l'utilisation du produit chimique sur le site ou sur le plan local, estuaire, lac/fleuve d'eau douce, océan
Environnement proche de la source de sol	2	Rural, agricole, résidentiel, industriel
Conditions météorologiques pendant la période de mesure	3	Direction du vent, précipitations, rayonnement solaire
Température	3	Basse, élevée pour une volatilisation possible, assèchement, etc.

Informations à obtenir sur les rejets à partir de déchets

L'élimination de déchets solides, l'évacuation de déchets liquides et l'émission de gaz de déchets sont probablement la source principale de rejets de STP dans l'environnement. Ainsi les déchets sont à considérer en eux-mêmes comme source importante de STP, ainsi que le milieu prédominant dans lequel de nombreuses STP sont massées et concentrées, et à partir duquel elles risquent d'être rejetées dans un ou plusieurs compartiments environnementaux. Les déchets en tant que source provoquent des rejets de STP dans l'air, l'eau et le sol. Le seul compartiment qui ne soit pratiquement pas touché par les rejets de STP à partir de déchets est le compartiment "produits", ce qui devient évident si l'on sait que les déchets contiennent toutes les matières non désirées extraites du produit lui-même ou qui subsistent après la fabrication. Le produit lui-même devient lui aussi déchet à la fin de sa vie utile.

Dans la présente section, l'utilisation du terme de "déchet" exclut les gaz de déchets - relevant de la section sur l'air-, l'eau de déchet - traitée dans la section sur l'eau - ainsi que les boues de déchets, les sédiments et la terre - examinés dans la section sur le sol. Ainsi, le terme de "déchets" se réfère essentiellement aux déchets solides sous une forme ou une autre. Il englobe tous les types de résidus de combustion et de production, les déchets municipaux solides, les déchets de l'industrie, des mines, les déchets dangereux, les déchets médicaux etc.

Le tableau 7 résume les informations qui doivent être récoltées en plus de celles figurant dans les tableaux 3, 5 et 6.

Tableau 7 : Informations supplémentaires sur l'échantillonnage des déchets pour des sources du sol vers l'eau, l'air et le sol

Information	Importance	Commentaire
Nombre exact de types de produits chimiques rejetés à partir des déchets	2	Habituellement les déchets rejettent plus d'un type de STP, étant donné le mélange souvent complexe de matières contenues dans ceux-ci
Nombre d'échantillons	2	Il convient de récolter des quantités statistiquement significatives d'échantillons, afin de tenir compte de la variabilité des concentrations de STP
Traitement des échantillons	2	S'agit-il d'échantillons individuels ou de composites ? Le cas échéant, combien d'échantillons, portant sur quelle période ?

Informations à obtenir sur les rejets des produits

Les rejets des STP dans le compartiment "produits" peuvent se ranger dans cinq catégories de base, à savoir :

1. Les rejets de STP par des produits qui sont eux-mêmes des STP. Cette catégorie est de loin la source prédominante dans le compartiment "produits", car des pesticides tels que le DDT et des substances organométalliques comme la tributylène (TBT) sont des STP toujours largement fabriquées et utilisées dans le monde entier. Ainsi, les quantités rejetées, ou le taux de rejet, ont toutes les chances d'être bien connus et de pouvoir être tirés des statistiques. Le lieu de l'application du produit sera aussi probablement connu et, dans le cas contraire, il devrait être identifié, afin de déterminer le site du rejet ou la source. L'on sait également de quel type de produit chimique il s'agit. En d'autres termes, pratiquement toutes les informations nécessaires à l'établissement d'un inventaire des sources devraient déjà être disponibles, et elles sont d'habitude très fiables et précises, ce qui devrait faciliter l'étude de cette source de STP en vue d'en dresser un inventaire.
2. Les rejets de STP dans les produits. Ceux-ci sont probablement aussi connus, étant donné que la qualité des produits est constamment surveillée dans la plupart des procédés de production. Si l'on dispose d'informations valables sur la contamination et l'utilisation du produit, il est possible de localiser la STP et d'en déterminer les quantités. Cette catégorie est un peu plus difficile à gérer que la première, car la STP présente dans un produit ne peut être décelée qu'à travers le produit lui-même, ce qui est un peu moins commode que pour la catégorie No 1 : en effet, les applications du produit ne sont pas faciles à retrouver, étant

donné que, dans de nombreux cas, la contamination aux STP n'a été constatée que plusieurs années après sa commercialisation initiale et son utilisation généralisée. L'huile de transformateurs contaminée par le PCB en est un parfait exemple : la pollution par le PCB n'avait pas été considérée à l'origine comme un problème. Ce n'est que des dizaines d'années plus tard, alors que l'huile de transformateurs contaminée était déjà largement utilisée, que l'on a découvert que les PCB étaient des STP aux effets nuisibles pour l'environnement, et à ce moment-là il n'était déjà pratiquement plus possible de reconstituer tous les canaux de distribution du produit contaminé par cette STP.

3. Les rejets de STP à partir des produits. Cette catégorie est la plus difficile à quantifier. L'identification de produits STP, de STP présentes dans d'autres produits, et de réservoirs de STP, permettent d'obtenir de précieux renseignements. En fin de compte, il est important d'évaluer les rejets de STP à partir de toutes ces sources dans l'environnement. Cela comprend tous les produits contenant des STP, où ces substances sont rejetées pendant la durée de vie de ceux-ci. Les plastifiants dans le PVC, dont on a commencé récemment à soupçonner qu'ils perturbent le système endocrinien, sont caractéristiques de ce groupe. Etant donné que la manière, le moment, et l'endroit de ces rejets sont la plupart du temps imprécis, il est très difficile de quantifier les STP de ce troisième groupe pour les inclure dans un inventaire sous la rubrique des "sources". Fort heureusement, cette catégorie est probablement la source la moins importante des trois pour les rejets de STP.
4. Les réservoirs de STP, par exemple sous forme de dépôt de produits STP. Bien que ceux-ci ne soient pas considérés comme des sources actives de STP tant qu'ils ne sont pas à l'origine de rejets de STP dans l'environnement, ils devraient être enregistrés comme source potentielle future et peuvent se voir accorder une haute priorité en matière d'actions préventives. Toutes les données disponibles sur les entreposages de STP devraient être communiquées à l'Equipe régionale.
5. Les importations et exportations de produits contenant des STP, ainsi que, le cas échéant, la production nationale. Ces chiffres peuvent être tirés des statistiques nationales avec un degré raisonnable de fiabilité et fournir une bonne estimation préalable de l'utilisation au plan régional des STP et des produits contenant des STP. Des informations peuvent également être tirées par exemple de la FAO ou des fournisseurs, dont nous espérons que leurs renseignements seront coordonnés au niveau régional et mondial. Il convient de relever cependant que les catégories utilisées dans les statistiques nationales sont susceptibles d'être différentes et ne pas correspondre aux besoins du projet.

Les rapports des ateliers du FEM méritent d'être consultés, car ils contiennent quelques informations précieuses sur les modes typiques d'utilisation des pesticides. Ces rapports, ainsi que d'autres travaux, pourraient fournir une base pour l'élaboration de lignes directrices générales, qui orienteraient la collecte de données vers les sources les plus probables, ainsi que les domaines d'utilisation les plus importants des produits chimiques retenus sur la liste. L'échantillonnage permettant de détecter les STP dans le compartiment "produit" est relativement simple si l'on prélève un volume suffisant et représentatif de sa production et de son utilisation. Les analyses risquent d'être complexes et sensibles aux interférences. Dans certains cas, l'échantillonnage peut se révéler inutile, car la composition du produit et la concentration de STP qu'il contient sont connues. Dans

la plupart des cas, la composition du produit ainsi que les STP rejetées à travers lui, vers lui ou à partir de lui sont connues avec précision, ce qui rend l'échantillonnage superflu. C'est pourquoi la question de l'échantillonnage n'est pas traitée plus en détail dans notre document.

Le tableau 8 donne toutes les informations nécessaires, en plus de celles figurant dans le tableau 3, afin de déterminer avec précision le taux de rejet annuel des STP dans le compartiment "produits".

Tableau 8 : Informations supplémentaires sur les produits pour les sources du produit vers l'eau, le sol et les déchets

Information	Importance	Commentaire
Spécification chimique exacte du produit contenant des STP, y compris la marque commerciale	1	Cette information peut habituellement être obtenue de manière très fiable auprès du fabricant ou du fournisseur
Quantité de produit appliquée ou utilisée dans la région de l'inventaire	1	Cette information peut également être facilement disponible auprès des vendeurs du produit et/ou des utilisateurs
Quantité de STP rejetée à travers le produit ou à partir de celui-ci	1	Cette information peut aussi normalement être obtenue du fabricant
La production existe-t-elle maintenant ou a-t-elle existé Périodes de production (dates de début et de fin)	2	Il est important de connaître la production passée pour déterminer les points chauds
Site, nom de la société	3	
Quantité actuellement produite	2	En tonnes par année
Quantité importée pour chaque année	2	En tonnes par année
Origine de l'importation	3	Pays, société, etc.
Quantité exportée pour chaque année	2	En tonnes par année
Destination des exportations	3	Pays, utilisation
Dépôt : identité chimique	2	Enumérer les composants principaux
Quantité totale dans le dépôt	2	
Méthode de stockage	3	Emballage (conteneurs, pas de conditionnement), environnement ouvert, fuites, etc., le stockage est-il sujet à érosion ? etc.
Environnement local	3	Proche d'eaux de déversement récepteur, zone résidentielle, etc.

5.2 Concentrations dans l'environnement

Les données concernant l'environnement étant déjà définies dans leurs grandes lignes, le présent document établit une série de catégories. Il énonce des lignes directrices sous la forme d'une brève introduction et d'une liste de données permettant de décrire les objectifs, la démarche et les résultats de l'étude de chaque catégorie, pour la placer ensuite dans son contexte. Chaque sujet se voit attribuer un "indicateur d'importance", précisant la valeur de l'information - allant de 1 (de la plus haute importance) à 3 (importance moins grande). Ces données faciliteront une comparaison significative entre les jeux de données.

Les renseignements sur les concentrations de STP dans l'environnement peuvent porter, de manière générale, sur les milieux suivants :

- Terre
- Sédiment
- Air et dépôts
- Eau (eau douce, océan, estuaire)
- Végétation
- Animaux/Oiseaux (marins, terrestres)
- Aliments pour l'homme et l'animal
- Etres humains

Directives générales

L'objectif de la compilation de la plupart des données sur les niveaux de concentration de polluants STP dans l'environnement n'était pas d'obtenir des jeux comparables, mais de servir de base à des études séparées de recherche ou de surveillance, d'enquêtes spécifiques sur le terrain ou pour analyser les niveaux généraux de fond. En outre, il n'existe pas de protocole universellement accepté ou appliqué pour l'échantillonnage, l'analyse et la rédaction de rapports. Les données sont parfois assemblées pour le compte d'organisations de recherche ou d'institutions gouvernementales. Certaines, mais pas toutes, pourront être tirées de la littérature scientifique internationale.

L'objet de notre travail est de rassembler un maximum de données pertinentes. Ces lignes directrices sont conçues pour faciliter la collecte et l'analyse de ces informations. La présente section vise à fournir une assistance dans la compilation de données pour que celle-ci permette de bonnes comparaisons.

Le manuel indique quels sont les renseignements supplémentaires utiles pour compléter les résultats analytiques. Plus ces études auront de points communs, plus on aura de chances de pouvoir faire des comparaisons.

Pour pouvoir effectuer des comparaisons, il est essentiel :

- que les résultats soient exprimés selon une même base (par exemple, matière grasse, matière sèche)
- que l'on sache comment les résultats ont été enregistrés (par exemple, en donnant

- la valeur moyenne, la valeur médiane, ou des gammes de valeurs)
- que les objectifs des études soient bien compatibles (il s'agit de ne pas comparer par exemple une étude sur les sources faite autour d'un point chaud et une étude sur le fond effectuée dans un autre pays)
 - que les matrices faisant l'objet d'un échantillonnage soient identiques (par exemple, le même type de sol ou la même espèce animale dans les différentes zones).

Des études cohérentes sur le plan interne, mais conduites sur un certain nombre d'années, peuvent donner des renseignements importants. Elles peuvent ne pas être immédiatement comparables à d'autres études, mais, si les données ont été bien compilées, elles peuvent fournir des indications précieuses sur les tendances temporelles des STP concernées.

Certaines informations ayant trait à un échantillonnage ou au contexte dans lequel une étude a été réalisée, et dont les résultats analytiques doivent être intégrés dans l'Évaluation, seront communes à tous les échantillonnages sur l'environnement compilés dans le cadre du projet FEM. Les exigences en matière d'informations générales sont énumérées au tableau 9.

Tableau 9 : Informations générales nécessaires pour tous les échantillons environnementaux

Information	Importance	Commentaire
Type exact de produit chimique et/ou de groupe de produits chimiques et simplifications utilisées le cas échéant	1	Consigner les simplifications ou hypothèses pour les groupes chimiques. Utiliser les Nos CAS si disponibles. Indiquer si un système de CET est utilisé et, le cas échéant, le désigner et veiller à ce que le même système soit appliqué à tous les résultats comparés !
Matrice d'échantillonnage	1	Sol, sédiment, air, eau, denrées alimentaires etc.
Source/référence	1	Pour permettre de retrouver la trace des données
Type d'échantillonnage	1	Individuel, composite, groupé
Lieu d'échantillonnage	1	Cartographie de référence, coordonnées GPS etc.
Méthode d'échantillonnage	2	Voir chaque matrice
Résultats analytiques et unités	1	Préciser exactement les unités et la base, par ex. poids frais, matière sèche, graisse, teneur en carbone organique, etc.
Méthode analytique et limites de détection	3	
Enregistrement de résultats inférieurs à la limite de détection	2	Au cas où certains résultats sont inférieurs aux limites de détection, comment sont-ils enregistrés, par ex. ND = 0, ND = DL, ou ND = DL/2 (ND =no detection =pas de détection, DL = detection limit = limite de détection) ?
Fourchette	2	Minimum, maximum
Tendance centrale (si applicable)	2	Préciser : moyenne, médiane, et le nombre de points
Objectifs de l'étude et description dans les grandes lignes	1	Portant sur un site particulier,/ évaluation générale/évaluation de population
Conditions d'échantillonnage	2	Dates, durée, conditions météorologiques

Terrain

Les échantillons de terrain sont couramment analysés pour les STP. Le terrain aura tendance à agir en tant qu'accumulateur à long terme pour un grand nombre des composés intéressants et peut fournir une matrice commode pour l'échantillonnage et le contrôle. Des études de terrains peuvent être systématiquement effectuées à l'échelle

nationale, régionale ou locale (souvent autour d'une source de contamination).

Les échantillons de terrain sont prélevés à différentes profondeurs, quelquefois en relation avec l'utilisation du sol (par ex. à une plus grande profondeur pour la terre labourée que pour un pâturage), dans certains cas, les résultats sont mis en relation avec les différentes couches du terrain, que l'on appelle aussi "horizons". Les débris superficiels, tels que les feuilles mortes, sont inclus à bien plaisir dans l'analyse.

Tableau 10 : Informations supplémentaires pour les échantillons de terrain

Information	Importance	Commentaire
Milieu environnant	2	Eloigné, rural (agricole), résidentiel, industriel
Type d'échantillon	1	Surface, prélèvement (profondeur), carotte : composite/échantillon ponctuel
Convention de rapport	1	Poids sec/poids humide, etc.
Teneur en humidité	2	Essentiel, si les résultats sont exprimés en conditions humides
Teneur en carbone organique	2	Important pour la comparaison des jeux de données
Caractéristiques du sol prélevé pour échantillonnage	2	Taille typique de grain ; argile, terre glaise, sable, etc.
Historique du sol	2	Utiliser un modèle en rapport avec la contamination par des STP
Site	1	Référence cartographique ou autre moyen permettant de déterminer le site

Sédiments

Les échantillons de sédiments en provenance des lacs, des estuaires et des océans sont très utiles, car ils peuvent très souvent être subdivisés en sous-échantillons portant à leur tour sur des périodes spécifiques et identifiables - ce qui peut déboucher sur des données sur les tendances temporelles à long terme. Dans certains cas, l'on dispose de suffisamment d'informations pour que les données sur les concentrations de sédiments puissent être reliées aux taux de pénétration et, dans certains cas - lorsque les apports atmosphériques sont les seuls apports dans un système sédimentaire - aux taux de dépôts atmosphériques. Il convient naturellement de prendre en compte toute dégradation significative dans les sédiments et de la signaler lors de l'évaluation des données sur les tendances temporelles.

Tableau 11: Informations supplémentaires sur les échantillons de sédiments

Information	Importance	Commentaire
Site	1	Référence cartographique ou autre moyen permettant de déterminer le site
Type d'échantillon	1	Prélèvement d'échantillon/carotte etc., dates des prélèvements ?
Convention de rapport	1	Résultats selon le carbone organique humide/sec
Teneur en humidité	2	Essentiel si les données portent sur la situation en conditions humides
Teneur en carbone organique (OC)	2	Essentiel si les données sont liées au carbone organique
Preuves d'impact potentiel des STP	2	Effluent industriel, port, etc.
Caractéristiques de l'échantillon	2	Taille du grain
Description du site	2	Estuaire, lac/fleuve d'eau douce, océan ; zone sujette aux dépôts atmosphériques uniquement

Air (y compris les dépôts)

La surveillance de l'air pour les STP peut se faire soit sur une longue période continue, soit en une succession de brèves périodes. Les échantillons peuvent être prélevés dans des stations nationales ou régionales, donnant une série continue ou pseudo-continue de concentrations atmosphériques. Ou alors, certaines données sur les concentrations atmosphériques vont porter sur des épisodes aléatoires d'échantillonnage, souvent liés à des sources de contamination connues ou soupçonnées.

Certaines études mesurent les dépôts de STP à partir de l'air. Les dépôts dépendent d'un certain nombre des propriétés du composé concerné, des conditions météorologiques et de la structure du système d'échantillonnage. Les dépôts atmosphériques obéissent à plusieurs mécanismes, y compris les "dépôts humides", avec la pluie et le brouillard, les "dépôts de particules sèches", où la matière se dépose avec des particules, ou les "dépôts de vapeur sèche" où des polluants en phase gazeuse sont adsorbés sur le récepteur.

Il convient d'observer la plus grande prudence dans la comparaison entre les valeurs tirées des diverses études, car les conditions de l'expérience et la structure du système d'échantillonnage sont susceptibles d'influencer fortement les résultats des tests sur les dépôts.

Tableau 12: Informations supplémentaires pour les échantillons atmosphériques

Information	Importance	Commentaire
Méthode d'échantillonnage	2	Description ou référence à la méthode standard
Milieu environnant	2	Eloigné, rural (agricole – y compris les pratiques prédominantes), résidentiel, industriel. Impact potentiel connu de sources de STP
Période d'échantillonnage	2	Dates et durée
Conditions météorologiques pendant la période d'échantillonnage	3	Direction du vent, précipitations, température ; saison

Eau

Les échantillons d'eau (prélevés dans l'eau douce, dans les estuaires ou les milieux marins) donnent des valeurs provisoires pour la contamination par des substances toxiques persistantes. Dans le cas de STP telles que les dioxines, les furannes et les PCB, la plus grande partie des polluants est adsorbée sur les particules présentes dans l'eau, et une méthode alternative pourrait consister à ne prélever d'échantillons que sur les particules. Etant donné que les polluants ont tendance à être hautement insolubles, en règle générale leur niveau dans l'eau ne seront que très faibles, ce qui risque de rendre l'échantillonnage et l'analyse très difficiles. Vu que les mesures effectuées sur l'eau ne donnent que des valeurs provisoires sur les concentrations de polluants et ne font pas office d'intégrateur, les échantillons d'eau pourraient ne pas correspondre aux rejets de polluants, et donner par conséquent des renseignements potentiellement erronés. Les sédiments pourraient, eux, donner une meilleure image à long terme.

Tableau 13 : Informations supplémentaires pour les échantillons de l'eau

Information	Importance	Commentaire
Type d'échantillon	1	Eaux souterraines, eaux de surface, fleuve, océan, etc. Eau y compris les matières en suspension/matières en suspension seules/eau à l'exclusion des matières en suspension. Composite, etc.
Convention de rapport	1	Résultats en relation avec l'eau/matière solide, etc.
Période d'échantillonnage	2	Dates et durée
Conditions météorologiques pendant la période d'échantillonnage	3	Si elles concernent l'échantillon - par exemple onde de tempête
Impact potentiel	2	P. ex. toute source connue de STP dans le voisinage
Effluents industriels dans la zone	1	Si oui, préciser, svp.

Végétation

La végétation peut agir pour beaucoup de STP comme point d'entrée significatif dans la chaîne alimentaire terrestre et contribuer ainsi de manière substantielle à l'exposition de l'être humain. Pour les composés lipophiles semi-volatils (typiques des composés POP) les couches cireuses sur les feuilles et les aiguilles des plantes absorbent assez efficacement les polluants atmosphériques. Par conséquent, les concentrations présentes dans la végétation peuvent représenter des intégrateurs et des indicateurs adéquats des niveaux de polluants dans l'atmosphère sur des périodes allant de quelques semaines à plusieurs années.

Tableau 14 : Informations supplémentaires pour la végétation

Information	Importance	Commentaire
Milieu environnant	2	Eloigné, rural (agricole), résidentiel, industriel, proche de la source
Convention de rapport	1	Résultats en relation avec le poids sec/poids humide, etc.
Teneur en humidité	2	Essentiel si les résultats sont exprimés en poids humide
Désignation de la végétation et ses caractéristiques	2	Nom de la plante. Types de feuilles, caduques, etc. caractéristiques intéressant le milieu de l'échantillon, racines, etc.

Animaux marins et d'eau douce, y compris les oiseaux

Les créatures vivant dans et sur la mer et les eaux intérieures peuvent être des intégrateurs importants de la pollution de l'environnement - notamment pour les substances toxiques persistantes. L'échantillonnage d'espèces particulières d'oiseaux, de crustacés, de poissons ou de mammifères, peut apporter des informations sur les niveaux de polluants dans une vaste zone géographique et fournir des renseignements utiles sur la contamination probable des animaux supérieurs se nourrissant de poisson, par exemple. Il peut également donner des indications directes de la contribution de certains aliments à l'ingestion par l'être humain de produits polluants.

De nombreuses études sur la faune ont été effectuées dans plusieurs régions du monde. Il est important de comprendre quelque peu la nature et les habitudes de la matrice utilisée pour l'échantillonnage, pour pouvoir exploiter avec un maximum d'efficacité les données recueillies, comme par exemple les habitudes alimentaires d'une espèce précise d'oiseau, et la surface parcourue par celui-ci dans sa quête de nourriture. Les espèces migratrices fourniront un moins grand nombre d'informations portant directement sur un site géographique donné.

Tableau 15: Informations supplémentaires pour les animaux aquatiques

Information	Importance	Commentaire
Description exacte du type d'espèce étudiée	2	Nom latin et nom vulgaire
Informations sommaires sur l'espèce	2	Comportement typique – type d'alimentation, espèce sédentaire ou migratrice, longue durée de vie ?
Convention de rapport	1	Résultats sur le poids total/poids de graisse etc.
Teneur en matière grasse et en humidité, variabilité	2	Particulièrement important si les résultats sont liés au poids frais ou à la teneur en graisse
Longueur, diamètre de l'animal	2	Indicateur de l'âge
Nombre et types d'échantillons	1	Nombre d'échantillons. Animal entier/organe isolé, âge, sexe, échantillons composites ou ponctuels

Animaux terrestres, y compris les oiseaux

Les études sur les niveaux de STP chez les oiseaux et animaux terrestres peuvent permettre d'en évaluer les impacts probables sur la santé des populations et fournir une indication de la répartition géographique de la pollution. Dans certains cas, l'analyse de prédateurs supérieurs peut mettre en lumière l'accumulation de STP dans la chaîne alimentaire et donner une indication du niveau général de la substance polluante dans l'environnement considéré.

Tableau 16 : Informations supplémentaires pour les animaux et les oiseaux terrestres.

Information	Importance	Commentaire
Description des types d'espèces étudiées	1	Nom exact
Nombre d'échantillons et type	1	Nombre d'échantillons. Animal entier, organe isolé, œuf, etc.
Caractéristiques sommaires de l'espèce	2	Habitat géographique, espèce locale/migratrice, nourriture principale
Convention de rapport	1	Résultats selon le poids total/à sec/en graisse

Denrées alimentaires et lait de vache

Le contrôle des aliments humains donne une indication directe sur l'exposition potentielle de l'être humain à des substances toxiques persistantes. L'exposition par les aliments peut se calculer en prenant la consommation moyenne et en la couplant aux niveaux de concentration des composés décelés dans les denrées alimentaires, lorsque celles-ci sont préparées en vue de leur consommation (par exemple, pendant la cuisson). On peut procéder par ailleurs à l'évaluation d'une exposition plus localisée en tenant compte des niveaux de concentration dans un produit déterminé, ainsi que des habitudes locales de consommation - par exemple, lorsque des pêcheurs vivant du produit de leur pêche mangent une proportion élevée de poissons pris sur place.

Le lait de vache sert dans de nombreux endroits de marqueur de la pollution de l'environnement. Pour les vaches paissant dans des pâturages, il y a un lien assez direct entre les niveaux de nombreux polluants présents dans l'herbe et celui des polluants trouvés dans le lait. Il peut représenter un indicateur important, car les niveaux de concentration de l'herbe ont tendance à refléter ceux de l'air, et réagissent par conséquent relativement rapidement à des changements de rejets atmosphériques. En outre, les niveaux de concentrations dans l'herbe, et subséquemment chez les animaux en pacage, peuvent représenter une fraction importante de l'exposition totale par les aliments dans certains pays. Là où l'élevage constitue une partie substantielle de l'agriculture, le lait, les produits laitiers et la viande de boeuf peuvent contribuer de manière significative à l'exposition.

Une analyse pourrait être effectuée sur les aliments pour animaux, étant donné que les STP contenues dans ceux-ci sont susceptibles d'exposer rapidement les consommateurs finals à la contamination. D'après l'hypothèse, les données rassemblées dans ce domaine vont comprendre des études et des échantillonnages effectués dans l'intention spécifique d'évaluer la concentration dans une denrée alimentaire, au contraire d'une étude destinée à déterminer les niveaux présents dans les parties des animaux ou de la végétation destinées à être consommées. Donc, selon toute probabilité, on obtiendra des informations sur les concentrations de STP dans les parties comestibles des plantes et des animaux, plutôt que dans des animaux entiers ou des organes particuliers (le foie, par exemple). Des échantillons composites de denrées alimentaires vendues dans le

commerce de détail pourraient être analysés pour fournir une évaluation approximative des niveaux, ou alors l'on peut procéder à des enquêtes spécifiques pour détecter une contamination localisée. Ces "paniers" alimentaires ou ces enquêtes effectuées sur les denrées alimentaires vendues par les détaillants vont probablement montrer la contamination moyenne, mais pas la gamme complète des concentrations dans les aliments composant l'échantillon.

L'inclusion de produits alimentaires importés et le transport des denrées sur de longues distances peuvent empêcher pratiquement de tirer des conclusions sur la répartition géographique de la contamination, à moins que ce ne fût un objectif spécifique de l'étude.

Tableau 17 : Informations supplémentaires pour les denrées alimentaires destinées aux humains, ainsi que les aliments pour animaux

Information	Importance	Commentaire
Type d'échantillon	1	Groupe ou type d'aliment. Composite/ponctuel
Description du type d'aliment étudié	1	Coupe de viande, nom du fruit, comestible pour l'homme par opposition à un échantillon uniquement destiné à l'animal. Comprend-il les aliments importés ? Pour les aliments pour animaux, indiquer l'usage qui en est fait. Teneur en graisse, si ce renseignement est disponible
Préparation de l'aliment	2	Cuit, cru, entier ou morceaux
Convention de rapport	1	Résultats selon le poids total/grasses

Niveaux pour l'être humain

Pour nombre de STP, le groupe critique du point de vue de l'exposition peut être constitué par les êtres humains eux-mêmes, car ils jouent le rôle de prédateur supérieur, ont une longue durée de vie et accumulent des produits polluants. En outre, selon toute probabilité, des effets chroniques chez les humains et des sous-populations hautement exposées, même s'ils sont faibles, suscitent de graves préoccupations, alors que chez les autres mammifères, ce qui compte le plus, c'est la santé générale de toute l'espèce.

Les données sur les niveaux de STP chez les êtres humains vont souvent être tirées d'échantillons regroupés, prélevés de manière aussi peu intrusive que possible - par exemple, des échantillons de sang ou de lait humain, plutôt que des prélèvements de tissus ou d'organes.

Les niveaux de STP dépendent fortement de facteurs tels que le régime alimentaire, l'exposition sur le lieu de travail, l'âge, l'allaitement ou non du nourrisson ; ces informations sur le contexte sont donc très importantes.

Tableau 18 : Informations supplémentaires pour les échantillons prélevés chez les humains

Information	Importance	Commentaire
Type d'échantillon	1	Sang, sérum, tissus adipeux, foie, lait maternel, etc.
Convention de rapport	1	Résultats selon le poids total/graisse, etc.
Caractéristiques sommaires de la population ou sous-population	2	Emplacement géographique, âge, sexe, expositions professionnelles, caractéristiques particulières du régime alimentaire, fumeur(se), etc.
Teneur en graisse et variabilité	2	Particulièrement important si les résultats sont liés au poids frais ou à la teneur en graisses

5.3 Impacts sur l'environnement

Les études expérimentales concernant les effets sur la santé sont généralement accessibles au grand public. Grosso modo, les effets sur la santé pour une exposition donnée ne vont pas varier de région à région. Pour la majorité des effets sur l'environnement, des publications largement divulguées fourniront des données expérimentales, enregistrées dans des conditions normalisées, généralement celles qui prévalent dans des climats tempérés. Cependant, étant donné que ces conditions s'écartent de la norme dans de nombreuses régions, il conviendrait de rassembler autant d'informations que possible au sujet des effets nocifs sur l'environnement. De même, il est important de signaler toute étude sur les effets entreprises avec des espèces locales et/ou dans des conditions locales. Les résultats de toute évaluation antérieure de STP dans la région sont également très précieux.

Effets à grande échelle

Il est difficile d'établir un lien entre des effets à large échelle et des produits chimiques persistants particuliers. L'environnement est exposé à un mélange complexe de substances, ainsi qu'à d'autres facteurs de stress, ce qui fait qu'il est pratiquement impossible d'attribuer une quelconque modification à une substance précise. Il est également difficile de distinguer les effets isolés, causés par des activités anthropiques, des variations naturelles importantes subies par l'environnement.

Malgré ces difficultés, il est essentiel de veiller à ce que tout effet à grande échelle qui aurait été enregistré dans la région soit dûment consigné. Une vue d'ensemble de toutes les informations concernant le projet dans sa totalité est susceptible de révéler des corrélations qu'il serait difficile de détecter dans une seule région. La manière dont les effets doivent être communiqués peut varier selon les cas, mais les informations les plus importantes sont énumérées dans le tableau 19.

Tableau 19 : Informations à rassembler sur les effets et l'impact sur l'environnement

Information	Importance	Commentaire
Type d'effet	1	Enumérer tous les effets, mais relever particulièrement les effets critiques, par ex. le cancer et les troubles de la reproduction. Indiquer le niveau d'organisation de l'ensemble testé, p. ex. individus, populations, écosystèmes
Espèces concernées	1	Les désigner au moins par leur nom latin
Estimations quantitatives	1	Nombre d'individus ou % de la population
Zone	1	Type, taille et emplacement
Référence	1	Comparaison avec d'autres zones, ou avec des situations antérieures
Informations sur les STP	1	Toute donnée sur les émissions et/ou les niveaux de concentration dans l'environnement de la région
Source/référence	1	Pour permettre de retrouver la trace des données
Comment l'effet a-t-il été détecté ?	2	Surveillance systématique, mesures de points chauds, ou hasard
Investigations	2	Toutes les hypothèses vérifiées
Hypothèse	2	Toute hypothèse non vérifiée

Effets constatés sur le plan local

Les émissions de STP de sources ponctuelles peuvent avoir des effets localisés qu'il est beaucoup plus facile de relier à un produit chimique donné. Ces émissions peuvent provenir de la production ou de l'utilisation de la substance ou des substances, d'un déversement accidentel ou encore de dépôts de déchets. De tels cas, s'ils sont signalés dans la région, présentent un intérêt certain pour le projet FEM. Ils peuvent être enregistrés selon le tableau ci-dessus, destiné aux effets à grande échelle, alors que les rapports sur les émissions et les concentrations dans l'environnement doivent suivre les lignes directrices figurant dans les sections pertinentes du présent document.

Tableau 20 : Informations à rassembler sur les effets observés sur le plan local

Information	Importance	Commentaire
Type d'effet	1	Enumérer tous les effets, en signalant spécialement les effets critiques, par ex. le cancer et les perturbations de la reproduction. Indiquer le niveau d'organisation de l'ensemble testé, p.ex. individus, populations, écosystèmes
Espèces concernées	1	Les désigner au moins par leur nom latin
Estimations quantitatives	1	Nombre d'individus ou % de la population
Zone	1	Type, taille et emplacement
Référence	1	Comparaison avec d'autres zones, ou avec des situations antérieures
Informations sur les STP	1	Toute donnée sur les émissions et/ou les niveaux de concentration dans l'environnement dans la région
Source/référence	1	Pour permettre de retrouver la trace des données
Comment l'effet a-t-il été détecté ?	2	Surveillance systématique, mesures de points chauds ou hasard
Investigations	2	Toutes les hypothèses vérifiées
Hypothèse	2	Toute hypothèse non vérifiée

Dans le scénario concernant les effets locaux, il est important de rassembler des informations sur toutes les substances chimiques émises, et pas seulement sur le ou les ingrédients actifs. Cela comprend par exemple les dissolvants, les ingrédients à formule inerte, les impuretés, les produits secondaires et toute autre substance chimique susceptible d'avoir été émise en même temps que les STP.

Résultats de tests

Outre les données standard de laboratoire figurant dans la littérature publiée, les résultats de tests concernant les effets sur les espèces locales et/ou dans des conditions locales revêtent un grand intérêt pour l'évaluation régionale. Toute information de ce type mérite donc d'être enregistrée, et les plus importantes sont énumérées dans le Tableau 21.

Tableau 21 : Informations à récolter sur les résultats de tests

Information	Importance	Commentaire
Substance(s)	1	Nom et numéro CAS
Type d'effet	1	Enumérer tous les effets, en signalant spécialement les effets critiques, par ex. le cancer et les perturbations de la reproduction. Indiquer le niveau d'organisation de l'ensemble testé, par ex. individus, populations, écosystèmes
Espèces	1	Les désigner au moins par leur nom latin
Conditions	1	Température, milieu, durée du test
Résultat de toxicité (EC ₅₀ , LC ₅₀ , LD ₅₀)	1	Préciser exactement les unités
Concentration ne produisant aucun effet	1	Si disponible. Préciser exactement les unités
Réponse linéaire à la dose	2	
Pureté de la substance ou des substances testées	2	Préciser exactement les unités

Evaluations régionales

Il peut exister des évaluations effectuées antérieurement concernant les effets de STP dans la région, dont les résultats sont très intéressants pour le projet FEM.

Le tableau 22 décrit les informations importantes qu'il convient de tirer des rapports de ces évaluations.

Tableau 22 : Informations à tirer des évaluations régionales

Information	Importance	Commentaire
Substance(s)	1	Nom et numéro CAS
Zone	1	Couverture géographique
Effet(s) critique(s)	1	Consigner le NOEL et, le cas échéant, le LOEL
Espèces	1	Les désigner au moins par leur nom latin
Risque identifié	1	Y avait-il un risque inacceptable ?
Mesures curatives	2	Signaler toutes mesures prises pour améliorer la situation et leur nature
Améliorations	2	Toute information sur la situation actuelle
Source/référence	1	Pour permettre de retrouver la trace des données
Objectifs	2	Pourquoi l'évaluation a-t-elle été entreprise ?
Surveillance	2	Y a-t-il une surveillance de la situation ?

Les évaluations de risques peuvent dépendre des caractéristiques du site, donc il convient d'observer la plus grande prudence dans les extrapolations.

Valeurs directrices régionales

Lors de l'évaluation des concentrations de STP dans l'environnement, il serait utile de connaître les valeurs et les normes directrices susceptibles de déclencher une intervention, ainsi que celles qui sont appliquées aux milieux environnementaux de la région. Ces directives servent souvent à protéger les travailleurs, les consommateurs et la nature contre une exposition inadmissible à des produits chimiques spécifiques. Une liste assez exhaustive de ces données pour les douze POP du PNUE peut être consulté sur la page d'accueil du PNUE

(<http://www.chem.unep.ch/pops/newlayout/infpopsalt.htm>), mais pour d'autres substances, il est plus difficile de les obtenir. Il est par conséquent souhaitable que les informations disponibles de ce type, tout au moins pour les STP supplémentaires, soient rassemblées et communiquées à l'Equipe régionale. Ces valeurs directrices standard portent des noms différents, mais en voici quelques exemples :

- limites maximum de résidus/concentrations
- limites admissibles/tolérables
- ingestion quotidienne ou hebdomadaire admissible/tolérable
- concentrations admissibles maximum
- valeurs-seuils
- niveaux directeurs

Le tableau suivant donne les informations importantes à dériver de ces valeurs directrices standard.

Tableau 23 : Informations à tirer des valeurs directrices régionales

Information	Importance	Commentaire
Substance	1	Nom et numéro CAS
Valeur numérique	1	Préciser exactement les unités
Protocole de rapport	1	Concentrations selon le poids frais, à sec ou le poids lipidique
Milieu	1	Air, eau, aliments, eau potable, nappe phréatique
Entité protégée	2	Etres humains/travailleurs, organismes spécifiques, environnement
Statut officiel	2	Juridique, action, conseil
Action en matière de gestion des risques	3	Quelle action va-t-elle être déclenchée par un dépassement des niveaux directeurs ?

6. EVALUATION DES DONNEES

Une étape importante du projet FEM sera constituée par la compilation, l'organisation et l'évaluation des informations et des données recueillies dans les phases décrites dans la Section 5.

Le traitement et l'évaluation des données devrait se faire exclusivement au sein de l'Equipe régionale, ou avec son aval explicite. Etant donné que le but du projet FEM est de produire des informations qui soient normalisées et comparables dans le monde entier, la garantie de la qualité des données et les mesures en vue d'une évaluation normalisée revêtent une importance cruciale.

Il faut également bien comprendre que, si les données sur une même STP sont de quantités différentes selon les régions, elles seront aussi de qualité inégale. En règle générale, leur qualité devrait augmenter en même temps que leur nombre. Ainsi, plus elles seront nombreuses, plus les exigences pourraient être strictes en matière d'assurance de qualité. Le seuil fixé pour leur élimination devrait être beaucoup plus bas lorsque leur nombre est faible. L'Equipe régionale qui procédera à l'évaluation doit trouver un équilibre entre l'assurance de qualité des données et leur disponibilité. Dans certains cas il sera préférable d'utiliser des informations imparfaites que de ne pas en avoir du tout, alors que dans d'autres cas, seules des données de haute qualité pourront être prises en considération. En général, c'est entre des jeux limités obtenus dans les mêmes conditions et dans le même but que l'on peut faire les comparaisons les plus fiables. Il est clair qu'un grand nombre des informations qui parviendront à l'Equipe régionale ne se présenteront pas sous cette forme. La présente section de notre manuel, qui porte sur la compilation des données, est destinée à aider l'Equipe régionale à assembler et analyser ces informations. Les trois éléments-clés du projet FEM en matière d'inventaires de sources de STP, de leurs concentrations dans l'environnement et de leur impact sur les êtres humains et l'environnement doivent être les suivants :

- possibilité de faire des comparaisons entre les zones et les régions;
- possibilité d'évaluer l'importance de l'information à l'étude (doit-elle susciter des craintes ?);
- possibilité de classer les résultats selon un ordre de priorités, notamment en cas de craintes, pour diriger d'éventuelles interventions ultérieures dans le cadre du FEM.

Le présent manuel sur les procédures a pour objet d'indiquer comment les résultats analytiques pourront être complétés à la lumière des informations et de l'expérience acquise dans le cadre d'autres études. Plus les études présenteront de similarités, mieux il sera possible d'effectuer des comparaisons. Pour parvenir à des comparaisons valables, il est crucial :

- que les résultats soient exprimés dans les mêmes unités
- que l'on connaisse la manière dont les résultats sont enregistrés (valeur moyenne, valeur médiane, ou gammes de valeurs)
- que les objectifs de l'étude soient bien compatibles (il s'agit de ne pas comparer par

exemple une étude sur les sources faite autour d'un point chaud et une étude sur le fond effectuée dans un autre pays)

- que les matrices faisant l'objet d'un échantillonnage soient identiques (par exemple, des échantillons de terre ou de gaz de combustion équivalents)

Des études cohérentes sur le plan interne, mais conduites sur un certain nombre d'années, permettent d'obtenir des renseignements importants. Elles peuvent ne pas être immédiatement comparables à d'autres études, mais, si les données ont été bien compilées, elles peuvent fournir des indications précieuses sur les tendances temporelles des STP concernées pour leurs sources, leurs niveaux de concentration dans l'environnement ou leur impact sur celui-ci.

Les lignes directrices figurant dans ce chapitre sont destinées à l'Equipe régionale, qui va recevoir des données de nombreuses personnes ou institutions chargées de les recueillir. Il s'agira de procéder à la collation, à la compilation et à la mise en forme de cette masse de données pour pouvoir effectuer des comparaisons valables au niveau de la région. Il est clair que la couverture variera selon les produits chimiques et les pays.

6.1 Informations et données sur les sources

Informations en vue du traitement et de l'évaluation des données sur les rejets atmosphériques

Afin de déterminer les rejets de STP dans l'air ambiant, il convient d'en fixer le taux d'émission. Comme indiqué précédemment, les émissions de STP devraient, de manière générale, être enregistrées selon le débit de masse par unité de temps des différentes STP et/ou groupes de STP.

Dans le cas des émissions dans l'atmosphère des substances toxiques persistantes cependant, ce sont leurs concentrations exprimées en termes de masse par unité de volume de gaz de combustion contenant des STP qui sont habituellement mesurées. Cette méthode reflète directement les résultats analytiques obtenus à partir des échantillons de gaz mesurés. Les débits en volume correspondants de gaz de combustion contenant des STP émises par unité de temps sont également consignés au cours de la campagne d'échantillonnage. Ces deux valeurs, si elles sont multipliées correctement, donneront le débit de masse des STP par unité de temps que l'on recherche.

Cependant, il convient d'apporter le plus grand soin à la multiplication correcte des deux valeurs mesurées (concentration de STP et débit de gaz de combustion), ce qui signifie que les unités employées pour mesurer la concentration supposée de STP et celle du débit de gaz de combustion émis doivent être cohérentes à tous les égards ! Il est également crucial de définir et d'indiquer clairement la base retenue pour le calcul du taux global d'émission de STP. Ce n'est que si les résultats sont enregistrés correctement qu'il sera possible d'en réaliser l'harmonisation et la comparaison.

Les rejets dans l'atmosphère sont en général les plus difficiles à traiter, car l'air peut considérablement changer de volume selon la température et la pression, et sa teneur en humidité et en oxygène peut connaître de grandes variations, ce qui exige une harmonisation stricte des concentrations, qui devront être communiquées selon une

norme commune, par exemple ng STP/m³ de gaz sec à 0 °C, 101,3 kPa, 11 % O₂. Peu importe la norme choisie, pourvu qu'elle soit appliquée tout au long de la comparaison !

L'exemple suivant montre comment calculer correctement un débit annuel de masse de STP; les données figurant dans cet exemple sont réputées tirées d'une source fiable et solidement étayée pour une source existante de combustion industrielle émettant des STP

- une concentration mesurée de STP de 3,5 ng/Nm³ de gaz de combustion
- un débit de volume réel mesuré de gaz de combustion de 462,929 m³/h en pleine charge
- une température réelle mesurée de gaz de combustion de 180 °C, et une pression de 1 028 mbar
- une teneur en humidité réelle mesurée de 20 vol.% et une teneur en O₂ de 13,5 vol. %
- le rapport doit se faire dans les conditions standard de Nm³ de gaz de combustion sec à 0 °C, 101,3 kPa, 11 % O₂
- la source fonctionne en pleine charge pour 5 600 h/a selon la moyenne annuelle pondérée.

L'exemple ci-dessus montre la manière dont la concentration d'un produit chimique obtenue à partir d'un questionnaire ou auprès d'une usine doit être convertie plusieurs fois avant que le débit de masse d'une STP ne puisse être calculé. Le résultat final sera exprimé en g STP/a, qui désignera le rejet annuel d'une STP à partir d'une source donnée de combustion. Il s'agit tout d'abord de calculer le débit de volume normalisé en multipliant les éléments suivants : débit réel du gaz x portion sèche x facteur de correction de température x facteur de correction de pression x facteur de correction O₂, ce qui donne :

$$462,929 \text{ m}^3/\text{h} \times (1-0,2) \times (273 \text{ K} / 273 \text{ K} + 180 \text{ K}) \times (1\ 028/1\ 013) \times (21-13,5/21-11) = \\ 462,929 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,8 \times 0,603 \times 1,015 \times 0,75 = 170\ 000 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Deuxièmement, le débit de masse annuel de STP se calcule en multipliant les éléments suivants : concentration normalisée de STP x débit normalisé x heures d'exploitation annuelles, ce qui donne :

$$3,5 \text{ ng} \times 10^{-9} \text{ g/ng} \times 1,7 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h} \times 5,6 \times 10^3 \text{ h/a} = 333,2 \text{ STP/a}$$

Relevons que cet exemple ne montre que quelques-unes des corrections qu'il est nécessaire d'apporter, dans certains cas, pour rendre les unités cohérentes !

Informations pour le traitement et l'évaluation des données sur les rejets de l'eau

Les concentrations de STP dans l'eau peuvent s'exprimer soit en termes de masse par volume, par exemple en mg/l ou en masse par masse (p. ex. mg/kg) ou en volume par volume (p. ex. ppm). Étant donné que l'eau liquide rejetée se trouve toujours

approximativement dans les conditions ambiantes, où 1 litre = 1 kg, et tant que les unités utilisées pour le volume et la masse restent interchangeable, les trois méthodes de consignation des données peuvent être considérées comme identiques. Il est cependant souhaitable, pour éviter toute confusion, d'exprimer toutes les concentrations dans les mêmes unités. Les rejets dans l'eau sont le plus couramment enregistrés en ppm ou en mg/l (ces deux unités étant totalement interchangeables dans des conditions ambiantes !)

Le volume ou le débit de masse des effluents doivent également être exprimés en unités correspondant aux concentrations présumées de STP. Si tel est le cas, ces deux valeurs peuvent être directement multipliées l'une par l'autre, pour obtenir le débit de masse désiré de STP par unité de temps. Il est ici aussi hautement recommandé de calculer le volume annuel de l'eau rejetée, afin de tenir compte des variations opérationnelles et/ou saisonnières entre les différentes sources. Cette technique permet également de calculer directement le débit de masse souhaité en g STP/a. Il convient de relever que les variations opérationnelles et/ou saisonnières peuvent être assez importantes et peuvent donner des pics élevés, mais de très courte durée, pour des taux de rejets annuels relativement bas.

L'exemple suivant illustre la manière de déterminer correctement un débit de masse annuel de STP; les données figurant dans cet exemple sont réputées tirées d'une source fiable et solidement étayée pour une source existante rejetant des eaux d'évacuation agricoles contaminées par des STP :

- une concentration mesurée de STP de 3,5 ppt (= parts par trillion = ng/kg dans l'eau)
- le débit réel mesuré des eaux d'évacuation : 340 000 litres/h au débit maximum
- un écoulement de la source pour 5 600 h/a à une moyenne annuelle pondérée de 50% du débit maximum.

Contrairement à l'exemple des rejets atmosphériques, il suffit que les chiffres obtenus dans cet exemple pour la détermination du rejet annuel de STP de cette source existante soient multipliés correctement pour pouvoir calculer le débit de masse de STP en g STP/a. L'on peut s'épargner une longue procédure de conversion comme dans l'exemple du rejet atmosphérique, étant donné que les eaux d'évacuation se trouvent dans des conditions ambiantes et que par conséquent le volume et la masse sont pratiquement identiques par rapport aux conditions types.

Ainsi, le calcul du débit de masse annuel de STP est très simple : concentration de STP x débit de l'écoulement des eaux x moyenne annuelle des heures d'exploitation x moyenne pondérée annuelle du débit maximum.

$$3,5 \text{ ng/l} \times 10^{-9} \text{ g/ng} \times 3,4 \times 10^5 \text{ l/h} \times 5,6 \times 10^3 \text{ h/a} \times 0,5 = 333,2 \text{ g/a}$$

Relevons que cet exemple ne montre que quelques-unes des corrections nécessaires, dans d'autres cas, pour rendre les unités cohérentes. Le facteur "débit moyen annuel pondéré" mérite un examen plus approfondi du point de vue de son impact sur l'environnement. Dans l'exemple choisi, il est tout à fait possible que l'utilisation agricole de pesticides contenant des STP ne donne un débit maximum que pendant la saison de culture, pendant laquelle les pesticides contenant des STP sont épandus, ce qui voudrait

dire que l'ensemble des 333,2 grammes de STP serait rejeté pendant 2 800 heures par année seulement, c'est-à-dire moins de 4 mois ! Par conséquent on observerait des niveaux de concentration dans l'environnement très élevés pendant des périodes très courtes, avec un impact important sur celui-ci. Les débits annuels de STP doivent donc toujours être étudiés de manière plus approfondie, si la moyenne annuelle pondérée est basse, pour déceler la possibilité de rejets importants de substances toxiques persistantes sur une courte durée.

Informations nécessaires pour le traitement et l'évaluation de données sur les rejets dans le sol

Si le sol agit en tant que source, la question la plus cruciale n'est pas de savoir quel est le volume de sol contaminé déversé, mais bien quelle est la quantité de STP rejetée à partir du sol. La quantité de STP rejetée dépend beaucoup des conditions dans lesquelles le sol contaminé par des STP est évacué, et vers quel milieu il est dirigé. Par exemple, si de la terre contaminée par des STP hydrophobes est déposée dans une décharge, les rejets pourront être presque insignifiants, alors que des boues contaminées par des STP hydrophiles déversées dans l'océan auront un taux de rejet de STP de près de 100 %. En conséquence, les informations nécessaires pour estimer les rejets de STP à partir du sol doivent concerner les STP, la composition du sol et les trajets d'émissions plutôt que les quantités de terre contaminée évacuée, et la concentration des STP polluantes.

Le taux de rejet doit, ici aussi, être exprimé en g STP/a pour pouvoir être inséré dans l'inventaire des sources. L'intensité d'une source doit donc être évaluée de la même manière que pour l'eau. Les mêmes simplifications s'appliquent également au sol, bien que les rejets de STP du sol dans l'air se produisent habituellement par évaporation et/ou volatilisation, dans l'eau par lessivage et dans le sol par lessivage et/ou mélange. Ainsi, la détermination correcte des taux de rejets du sol requiert-elle des informations détaillées pour chaque cas individuel.

Contrairement à la plupart des sources atmosphériques et hydriques, les sources du sol sont des sources secondaires qui ont été contaminées antérieurement, ou dans lesquelles des STP polluantes se sont concentrées et d'où elles commencent à s'échapper. Ainsi, un grand nombre d'échantillonnages de sol ne donnent-ils pas un flux statique de STP, mais plutôt une quantité absolue, répartie sur une certaine période. Les sources du sol ont également tendance à se modifier constamment en intensité selon les conditions dans lesquelles elles sont maintenues. Le vent, les conditions météorologiques et le climat, ainsi qu'un phénomène permanent d'action-réaction peuvent modifier constamment les caractéristiques de cette source. Il peut donc s'avérer très difficile de quantifier correctement une source de sol pour les besoins de notre étude.

Informations pour le traitement et l'évaluation des données sur les rejets à partir de déchets

L'échantillonnage des déchets peut être quelquefois facile et quelquefois très compliqué. Lorsque les déchets dont on prélève l'échantillon sont assez homogènes, la procédure est simple et directement comparable à celle utilisée pour l'eau. La plupart des résidus de combustion et des déchets de production relèvent de cette catégorie. Celle-ci comprend également des produits STP comme des substances organométalliques et/ou des

pesticides, et des résidus contenant des STP qui sont devenus des déchets et doivent être éliminés. Par contre, l'échantillonnage de déchets non homogènes comme les déchets municipaux solides, les déchets médicaux et la plupart des déchets dangereux, présente de grosses difficultés et peut se comparer à l'échantillonnage du sol. Par conséquent, les mêmes restrictions et considérations s'appliquent dans ce cas.

Un autre problème que pose la détermination des déchets en tant que source en vue d'un inventaire de rejets de STP dans l'environnement est le fait que la quantité et la composition des diverses STP dans les déchets accusent de grandes variations. La plupart des déchets contiennent toute une série de STP en quantités variables. Il est ainsi assez difficile de cerner la source d'une STP particulière dans un mouvement de déchets donnés. Dans la plupart des cas, un seul mouvement de déchets peut être la source de plusieurs rejets de STP dont la quantité, le moment d'émission et les caractéristiques sont très divers. Ici s'appliquent les mêmes restrictions que pour le sol en ce qui concerne les rejets de STP dans l'environnement, qui sont influencés par le compartiment environnemental vers lequel les déchets sont dirigés, ainsi que par le type de STP contenues dans ceux-ci. Contrairement au sol, les déchets représentent une source extrêmement abondante de rejets de STP et ils posent par conséquent un problème beaucoup plus important que le sol.

Cela nous amène à la conclusion que les déchets doivent faire l'objet d'une grande attention, afin de pouvoir les intégrer correctement dans un inventaire des sources de STP. Etant donné que la présente section porte principalement sur les déchets solides, les concentrations de STP mesurées et enregistrées sont habituellement exprimées en unités de masse par masse, ce qui rend tout au moins la tâche plus facile que pour l'air. Il convient cependant d'observer la plus grande prudence, car, dans la plupart des déchets, les concentrations de STP ne sont pas uniformément réparties. Pour un seul et même type de STP dans un lot de déchets, de grandes variations de plusieurs ordres de magnitude peuvent se produire. Il est donc important de ne pas recueillir des données à partir d'échantillons représentatifs seulement, mais de prendre des quantités statistiquement significatives.

Il convient de signaler que toutes les informations recueillies ne sont pas nécessairement applicables à tous les cas, selon le type ainsi que les propriétés physiques et chimiques de l'échantillon de déchets. On pourrait dire, en règle générale, que moins les déchets à prélever pour échantillonnage sont homogènes, plus il faudra d'informations pour obtenir des données correctes, afin d'estimer le rejet de STP des déchets.

Etant donné la complexité de la composition des déchets, il est pratiquement impossible de fournir un exemple représentatif de la méthode de détermination du taux de rejet de STP pour une source de déchets donnée. Ainsi, l'on a pris comme exemple une petite décharge industrielle de déchets solides, étant donné que l'élimination des déchets se fait encore le plus couramment dans le monde par enfouissement dans des décharges. Les données rassemblées aux fins de la détermination des rejets de STP d'une petite décharge municipale de déchets solides sont réputées se trouver dans des rapports fiables et les chiffres suivants sont adéquatement étayés :

- une concentration mesurée représentative de STP de $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de déchets, dont 1 % est rejeté tous les 40 mm de précipitation
- la STP détectée est hautement hydrophile, la décharge n'a pas de drainage des

lixiviats; les lixiviats se déversent dans la nappe phréatique

- le volume réel des déchets dans la décharge est actuellement de 500 000 m³; 50 000 m³ y sont ajoutés chaque année, et le dépôt a été ouvert il y a 10 ans
- la décharge occupe une superficie d'environ 20 000 m² et est exposée à la pluie
- le taux annuel moyen de précipitations est d'approximativement 2 000 mm, et elles sont également réparties tout au long de l'année.

Si le taux de rejet enregistré est de 1 % pour 40 mm de pluie, toutes les STP contenues dans 1 m³ de déchets seront rejetées dans les deux ans, selon la formule suivante :
 $(2\ 000/40) \times 1\ \% = 50\ \%/a$. Ainsi, l'émission de rejets se sera stabilisée à la fin de la deuxième année, alors que le 50 % des STP provenant des 50 000 m³ initiaux se trouveront toujours dans le dépôt et les 50 000 m³ déversés pendant la deuxième année rejeteront également des STP à raison de 50 %. En d'autres termes, même si les STP déversées au cours de l'année ont un taux de rejet annuel de 50 %, ils viennent s'ajouter aux 50 % de rejets venant des STP contenues dans les déchets déposés l'année précédente, donnant un rejet stable de substances toxiques persistantes égal à 100 % du volume entrant. Le taux de rejet peut ainsi se calculer selon la formule suivante :

$$5 \times 10^5 \text{ m}^3/a \times 0,35 \text{ } \mu\text{g STP/m}^3 \times 10^{-6} \text{ g/} \mu\text{g} = 0,175 \text{ g STP / a}$$

Cela donne une concentration de STP assez constante dans les eaux de lixiviation en provenance de la décharge de :

$$0,175 \text{ g} (2\ 000 \text{ mm} \times 20\ 000 \text{ m}^2) = 437,5 \text{ ng STP / m}^3 \text{ lixiviat}$$

Notons que cet exemple ne montre que quelques-uns des calculs nécessaires, dans d'autres cas, pour déterminer correctement le taux annuel de rejets de STP ! Comme nous l'avons déjà dit précédemment chaque cas doit faire l'objet d'une étude individuelle. La première étape indispensable de cette procédure doit consister en une évaluation soigneuse des données reçues, pour déterminer si celles-ci sont suffisantes et correctes en vue du calcul du taux annuel de rejet de STP à partir d'une source particulière.

Informations pour le traitement et l'évaluation des données sur les rejets de produits

Dans la plupart des cas, les données obtenues permettent de déterminer directement le taux annuel de rejet. Nous n'estimons donc pas nécessaire d'en donner un exemple comme pour les rejets de STP dans certains des autres compartiments environnementaux.

Il conviendrait d'enregistrer séparément les données qui ont été rassemblées sur les dépôts et les réservoirs existants mais inactifs de STP, qui sont potentiellement capables de rejeter des STP. Toute autre activité doit cependant être évaluée spécifiquement sur place, et les mesures à prendre à son égard doivent être du ressort des décideurs politiques nationaux. Si les données sont suffisamment complètes et de bonne qualité pour en tirer une recommandation, l'Equipe régionale devrait offrir ses conseils spécialisés à ces décideurs en la matière. Dans certains cas, les dépôts et/ou les réservoirs de STP pourraient même à l'avenir faire l'objet d'une intervention prioritaire de la part du FEM.

6.2 Concentrations dans l'environnement

Pour répondre aux objectifs du projet, les informations tirées des données doivent être assemblées et compilées de manière cohérente et normalisée.

Les informations sur les niveaux de concentrations dans l'environnement devraient être recueillies dans les différents pays et régions pour chaque compartiment environnemental. Cette collecte peut se faire en une série d'étapes, selon les lignes directrices suivantes :

- Etape 1. Compilation de données de synthèse pour la région
- Etape 2. Comparaison entre les jeux immédiatement comparables
- Etape 3. Examen de la possibilité de convertir les données en un format permettant de faire des comparaisons, par estimation ou, de préférence, à l'aide de calculs précis
- Etape 4. Méthodes permettant des comparaisons
- Etape 5. Evaluation

Lorsque les données sont suffisamment détaillées et bien étayées pour chaque compartiment environnemental, elles devraient être ramenées à un format comparable.

Etape 1 - Synthèse préalable et regroupement des données

Une évaluation préalable nécessite un regroupement des études dans chaque section, si possible selon les principes directeurs suivants :

1. Par groupe chimique (il faut donc procéder à un premier tri selon les produits chimiques)
2. Par milieu environnemental (l'on regroupe toutes les données sur la terre)
3. Par objectif d'études (ainsi, toutes les études sur le fond sont rassemblées en une même catégorie, etc.)

Le tableau 24 montre un exemple illustrant des études sur les dioxines et les furannes dans le terrain pour un pays donné, regroupant les enquêtes selon les produits chimiques et les objectifs de l'étude. Les résultats obtenus sont intégrés de façon à pouvoir les convertir dans les unités les plus favorables à une comparaison (dernière colonne, voir étapes ultérieures).

Tableau 24 : Exemple d'une matrice de données pour les concentrations dans le terrain de dioxines et de furannes

Pays	Type d'étude, géographie, période de référence	Résultats et unités sous la forme reçue	Résultats dans les unités de préférence
XXX	Etude sur le fond, 1990	2-50 ET pg/g de poids sec	Calculé si l'étude donne suffisamment de renseignements
	Etude sur le fond	1-75 ppt ET poids humide	
YYY	Etude sur le fond	12 pg ET/kg	12 pg ET/kg
XXX	Site contaminé	10 000 pg/g poids sec, total des dioxines	Estimé s'il existe un facteur satisfaisant de conversion de la valeur totale en ET pour des sites analogues
YYY	Site contaminé	200-20 000 pg/g poids sec, total des dioxines	

ET = équivalent toxique (anglais : TEQ)

Etape 2 - Comparaison initiale de données

Les résultats sont compilés par pays et par type d'étude. Ainsi, seules les études dont les objectifs sont compatibles sont rassemblées dans un même groupe, permettant ainsi une comparaison des données et des informations. Les données qui sont déjà exprimées en unités favorables à une comparaison et, le cas échéant, présentées selon un format préférentiel, sont directement insérées dans la colonne des comparaisons.

Etape 3 - Méthode commune d'enregistrement et de traitement des données

S'il existe suffisamment de métadonnées, les jeux devraient être traités afin de ramener les résultats à un ensemble commun d'unités.

Les préférences en matière d'unités et de méthode d'enregistrement peuvent faire l'objet d'une concertation au niveau régional/mondial pour chaque milieu environnemental et chaque produit chimique, portant par exemple sur le poids sec ou le poids de la matière grasse. Il est hautement souhaitable de fournir un tableau avec les unités de préférence recommandées pour chaque milieu environnemental et chaque produit chimique. Les unités figurant dans le tableau 25 sont de simples exemples et non des recommandations.

Tableau 25 : Exemple de tableau des unités de préférence

ET = équivalent toxique (TEQ =Toxic Equivalent Quantities),
d. m. = matière sèche (dry matter)

Produit chimique	Convention d'enregistrement	Terrain/sédiment	Air ambiant	Eau
Pesticides		mg/kg d.m.	mg/m ³	ng/L
PCB	PCB total	mg/kg d.m	ng/m ³ à 25° C	ng/L
Dioxines et furannes	ET	ng ET/kg d.m.	fg ET/m ³	fg ET/L

En outre, des lignes directrices devraient être élaborées sur une présentation préférentielle des informations sur les concentrations chimiques - exprimées comme ici par exemple à 100 % de POP pour les pesticides, ou le PCB total, etc. pour les mélanges complexes. Dans certains cas, les informations seront insuffisantes pour permettre de convertir avec précision les données sous une forme préférentielle, auquel cas on doit réfléchir à la possibilité d'une estimation. Par exemple, le résultat de l'analyse d'un PCB peut être présenté sous forme de la somme de six congénères (28, 52, 101, 138, 153, 180) et le PCB total pourra être le critère de mesure préférentiel. Une méthode de corrélation largement utilisée consiste à supposer que la somme de 6 congénères représente environ 20 % de la masse totale de PCB, que l'on déduit ainsi approximativement, étant entendu que cette façon de procéder ne s'applique qu'aux mélanges techniques. Il serait possible d'élaborer des lignes directrices plus détaillées à ce sujet.

Etape 4 - Compensation de lacunes, estimation de données et comparaisons

Les comparaisons de base peuvent inclure la contamination du fond dans des milieux environnementaux différents et dans différents pays de la région.

- Informations sur les tendances temporelles lorsqu'il existe des données portant sur une certaine période pour le même site
- Couverture générale d'une région
- Niveaux au point chaud et sur le site contaminé
- Niveaux dans les milieux environnementaux proches de masses d'eau communes

Dans cette étape, il y aura des domaines dans lesquels les lacunes des jeux de données pourront être clairement identifiées. Il sera peut-être possible, dans certains cas, de tenter de combler ces lacunes, en élargissant par exemple la comparaison pour confronter des échantillons de végétaux qui ne sont pas identiques mais accusent des caractéristiques semblables. Ou alors on pourra envisager de déduire les niveaux de certains des polluants, même si les données analytiques ne sont pas disponibles dans le format préférentiel - en procédant, par analogie avec des jeux de données semblables, à une conversion du PCB total vers les niveaux des congénères. Toute estimation ou conversion de ce genre devrait être clairement signalée et soumise à examen. Les données pourraient faire apparaître une tendance temporelle ou géographique. Ces données pourraient être utilisées pour procéder à des estimations des informations manquantes, en tenant dûment compte de la possibilité ultérieure de découvrir des données imprévues. Par exemple, si ce sont les tendances dans les niveaux de concentration dans l'environnement qui sont étudiées, il convient de tenir compte des sources lorsque l'on détermine s'il est possible de prévoir que des niveaux dans une zone manquante vont suivre la tendance prévalant dans les zones voisines.

Etape 5 - Evaluation

Les évaluations sur les informations concernant les niveaux de concentration dans l'environnement devront se faire à la lumière d'autres données sur les sources, l'évaluation des impacts sur l'environnement, et les facteurs régionaux.

Deux objectifs président à la première partie de l'étape d'évaluation :

- Evaluation de l'ampleur et de la qualité de la couverture des données
- Examen des incidences des données - comparaison des données sur les concentrations dans l'environnement avec les niveaux des actions en cours, ainsi qu'avec les niveaux constatés dans d'autres zones et d'autres régions

Au cours de cet exercice, une liste claire des lacunes dans les données devra être dressée. L'importance relative de ces lacunes ne pourra pas être déterminée tant que

d'autres informations n'auront pas été examinées. Par exemple, le manque de données environnementales pour un produit chimique particulier n'est pas nécessairement crucial, si d'autres données fiables montrent qu'il n'y a pas de sources significatives dans les régions concernées.

6.3 Impacts sur l'environnement

Pour faciliter la procédure d'évaluation, il est utile, dans un premier temps, de convertir toutes les données sur les effets en unités uniformisées. Etant donné la puissance des dioxines et des furannes, il est recommandé d'utiliser des unités différentes de celles employées pour les autres substances. Le tableau suivant donne des exemples des unités dans lesquelles il est préférable d'exprimer les résultats de certaines études d'effets. Veuillez remarquer que, pour éviter toute confusion, il convient d'écrire l'expression "microgrammes/L" en toutes lettres. La lettre grecque habituellement utilisée pour désigner la grandeur "micro" se perd souvent dans le transfert électronique de documents. Dans certaines régions également, la différence entre l'ordre de grandeur milli (10^{-3}) et micro (10^{-6}) n'est pas respectée, ce qui peut conduire à des interprétations grossièrement fausses des données.

Tableau 26 : Unités de préférence

Toxicité	Mesure	Unité de préférence	
		Généralement	Pour les dioxines et les furannes
Toxicité orale aiguë chez les mammifères et les oiseaux	LD ₅₀ , ED ₅₀	mg/kg bw	microg/kg bw
Toxicité aiguë dans les organismes aquatiques	LC ₅₀ , EC ₅₀	microg/L	ng/L
Effets à long terme chez les mammifères et les oiseaux	NOEL/NOAEL	mg/kg bw/jour	microg/kg bw/jour
Effets à long terme dans les organismes aquatiques	NOEC/NOAEC	microg/L	ng/L

Bw = poids corporel (body weight)

NOEL = niveau ne provoquant aucun effet observé (No Observed Effect Level)

NOAEL = niveau ne provoquant aucun effet nocif observé (No Observed Adverse Effect Level)

NOEC = concentration ne provoquant aucun effet observé (No Observed Effect Concentration)

NOAEC = concentration ne provoquant aucun effet nocif observé (No Observed Adverse Effect Concentration)

Dans de nombreuses études, des organismes d'expérimentation sont forcés à ingérer des aliments contaminés et les résultats sont exprimés selon la concentration de la substance testée dans les aliments. Cette information est certes utile et devrait être consignée, mais si l'ingestion d'aliments est connue ou peut être dérivée du rapport de l'étude, elle devrait également figurer dans le projet FEM afin de permettre de calculer l'ingestion de la substance en tant que telle, exprimée en rapport poids / poids.

Les données concernant la même espèce, ou une espèce semblable, devraient être regroupées. Il est également utile de placer dans un même groupe des données sur différents organismes, selon leur position dans la chaîne alimentaire ou le réseau de production et de distribution, jusqu'aux consommateurs supérieurs. Les données concernant les effets sur l'environnement tirées d'études sur le terrain revêtent un intérêt tout particulier, mais, comme pour les autres types de données prélevées sur le terrain, il est essentiel de connaître les conditions exactes de la collecte et l'objectif de l'étude.

Evaluations existantes

Pour pouvoir effectuer une mesure quantitative précise des risques pour la santé et l'environnement découlant de l'utilisation d'un produit chimique donné, il conviendrait de procéder à une évaluation globale des risques. Cette procédure prévoit de comparer les expositions mesurées ou estimées à des concentrations "sûres" ou sans effet de la substance étudiée. Des évaluations complètes de risques demandent énormément de ressources et dépassent généralement le cadre des évaluations régionales. Il est cependant utile de recourir dans la plus large mesure possible aux informations disponibles dans des évaluations de risques précédentes, en se souvenant que les évaluations de risques portent souvent sur un site et une situation spécifiques. Les douze POP du PNUE ont fait l'objet d'une évaluation particulière dans le cadre du Programme international sur la Sécurité chimique (IPCS) (voir tableau 27), et plusieurs autres évaluations de STP sont publiées dans des ouvrages de large diffusion. Des informations concernant les effets, y compris une évaluation des douze POP et d'autres STP peuvent également être consultées sur la page d'accueil du PNUE sur les POP (<http://www.chem.unep.ch/pops>).

UNEP Chemicals a publié un compendium des ouvrages de référence internationaux et nationaux donnant accès à des renseignements de toutes sortes sur les POP, y compris les publications des évaluations de risques et de dangers. La base de données bibliographiques Riskline (<http://www.kemi.se/default.cfm?page=kemdatbas.htm>) contient des informations mises à jour sur les évaluations de risques et de dangers pour les produits chimiques. Le PNUE et l'ECETOC ont publié conjointement un inventaire des produits chimiques soumis à des évaluations (ECETOC/UNEP "Inventory of Critical Reviews on Chemicals", août 1996). Le système IRIS (Integrated Risk Information System) de l'EPA des Etats-Unis est une base de données contenant des positions scientifiques consensuelles au sujet des effets sur la santé humaine d'une exposition chronique à des produits chimiques dans l'environnement (<http://www.epa.gov/iris>).

Proposition de méthodologie pour les Evaluations d'impact sur l'environnement (EIE)

Pour obtenir les résultats escomptés dans le cadre du projet FEM, il est proposé de suivre la procédure générale suivante pour chaque substance ou mélange de substances :

Compilation des connaissances existantes

La base de la procédure d'évaluation au sein de l'EIE est constituée par des données mesurées décrivant la concentration des STP dans un environnement biotique ou abiotique. Lorsque ces données sont obtenues dans le cadre de programmes de surveillance, elles ne sont pas automatiquement diffusées dans le grand public. Elles sont habituellement communiquées au gouvernement ou à une institution gouvernementale, mais ne sont très souvent pas accessibles à un cercle plus large, ou à la communauté scientifique dans son ensemble. La procédure régissant la collecte de données mesurées existantes sur les concentrations dans l'environnement est décrite dans la section 5.2 du présent rapport, alors que la section 6.2 porte sur le traitement des données.

Les données sur les concentrations mesurées dans l'environnement sont rarement en nombre suffisant, car les analyses sont coûteuses et, très souvent, les données de mesures manquent totalement. Si les volumes, ainsi que les modes de production et d'utilisation d'une substance sont connus, il y a plusieurs possibilités de prévoir la distribution d'un produit chimique dans l'environnement. La section 5.1 du présent rapport expose la procédure de collecte d'informations sur les sources et les émissions. Les modèles de prévisions des concentrations dans l'environnement devraient être sélectionnés et utilisés par des personnes hautement expérimentées en la matière.

Toutes les études sur les effets réalisées dans une région sont extrêmement pertinentes, car elles ont probablement porté sur des conditions et des espèces intéressantes pour la région.

Les documents disponibles sur l'évaluation des dangers et des risques posés par une substance ou des substances méritent d'être consultés. Il convient de tenir compte des conditions propres à la région en question, étant donné que le comportement et le sort d'une substance ou de substances pourraient être différents de ceux prévalant dans les évaluations de risques et de dangers. Les informations les plus importantes tirées d'évaluations précédentes de ce type sont les suivantes :

- l'effet critique
- la concentration ne produisant pas d'effet nocif (NOAEC = no adverse effect concentration) ou produisant l'effet le plus faible (LOEC = lowest effect concentration)
- le type d'organisme
- les caractéristiques de l'exposition, par exemple son ampleur, sa durée, son mode et les voies suivies par la substance

Les propriétés inhérentes des produits chimiques examinés restent les mêmes dans le monde entier. Cependant, un produit chimique donné peut avoir des effets tout à fait différents d'une région à l'autre, sous l'influence de facteurs extérieurs tels que le pH, qui peut modifier de manière radicale l'action de certaines substances.

Transposition des connaissances existantes dans la Région

La distribution de la substance ou des substances peut varier sous l'action de plusieurs facteurs tels que le climat, le volume et le mode d'utilisation. Il est important de connaître la répartition des émissions et son effet sur l'exposition. Il faudrait recueillir des renseignements sur les zones principales d'exposition autour des sites de production ou d'utilisation. Il convient d'identifier les organismes qui sont plus exposés que d'autres et de connaître le degré d'exposition pour les humains.

Si les données mesurées concernant un milieu critique ou un point chaud suspecté manquent, il pourrait s'avérer souhaitable de trouver les spécialistes qui puissent faire tourner des modèles permettant de calculer les concentrations dans des sites spécifiques. L'exposition sera différente selon les régions, de même que la répartition dans les différents compartiments environnementaux. Le présent projet, du fait qu'il porte sur le monde entier, fournira une occasion unique de déterminer l'influence des différentes conditions sur l'exposition à ce type de substances chimiques.

Comparaisons entre la situation prévalant dans la région et les évaluations existantes

L'Equipe régionale procédera à une évaluation de la situation dans la région, à la lumière des données sur l'exposition et les effets qui auront été rassemblées dans la région et/ou tirées d'évaluations antérieures. Le rapport entre le niveau ne produisant aucun effet et l'exposition donnera une indication du risque potentiel. Les incertitudes sur les niveaux produisant des effets doivent être prises en considération, et l'on applique souvent des facteurs de sécurité, par exemple dans les extrapolations entre espèces et les variations entre individus. Des évaluations antérieures peuvent également avoir permis de déterminer des niveaux sûrs, par exemple une dose journalière acceptable (DJA). La FAO et l'OMS ont fait des suggestions pour les DJA de certaines substances (<http://jecfa.ilsa.org>).

Dans les estimations sur les expositions, le facteur critique est la dose touchant l'organe-cible dans un organisme atteint, mais celle-ci est rarement connue. Le degré d'exposition sert donc souvent à mesurer la manière dont la substance chimique a été dosée dans les tests destinés à déterminer les effets, comme la concentration dans l'eau pour des études de toxicité sur les poissons, ou l'ingestion par kg de poids corporel et par jour dans des études portant sur les mammifères. Les informations disponibles permettent de calculer les concentrations critiques pour l'environnement dans différents milieux.

Etant donné que plusieurs STP sont constituées de mélanges complexes de différentes substances, et que leur composition se modifie dans l'environnement, il est quelquefois difficile d'en décrire les véritables effets sur l'environnement. Il n'existe cependant aucune méthode permettant de tester les "compositions présentes dans l'environnement", et la plupart des comparaisons se font avec les compositions des produits commerciaux. Pour certains mélanges, par exemple les dioxines/furannes et les PCB, il est possible d'en déterminer les composants individuels et d'y ajouter au moins quelques effets (voir section 7.1).

D'après les études sur les effets, la concentration ne produisant pas d'effet nocif (NOAEC = no adverse effect concentration) obtenue de l'étude la plus pointue est le chiffre le plus intéressant. Il permet d'en tirer une prévision pour les concentrations ne produisant pas d'effet dans un compartiment environnemental donné. Dans ces calculs, les facteurs de sécurité sont d'habitude pris en compte, par exemple pour des variations individuelles de sensibilité (x 10) et pour l'extrapolation entre espèces (x 10).

La comparaison entre la concentration prévue ou mesurée dans un compartiment environnemental, et la concentration ne produisant aucun effet dans le même compartiment permet de mesurer le risque :

Estimation du risque = concentration dans l'environnement (mesurée ou prévue)/concentration ne produisant aucun effet.

Si cette proportion est largement inférieure à 1, le risque est normalement admis, mais si elle dépasse 1, la marge de sécurité diminue, et l'on admet généralement que cet état de choses est préoccupant.

Ainsi, les données sur l'exposition permettent de comparer la situation dans la région concernée avec les résultats d'évaluations précédentes. Si des corrections n'ont pas été apportées pour les différentes sensibilités locales, cette comparaison se fera uniquement entre les concentrations dans l'environnement prévues ou mesurées, et sur les niveaux ne produisant aucun effet dans des milieux critiques. L'on obtient ainsi une estimation du risque, qui pourrait être utilisée pour l'établissement de priorités dans la région, et pour des comparaisons intra- et interrégions.

Valeurs directrices pour les STP

L'évaluation d'une substance chimique peut aboutir à une valeur directrice désignant un niveau sûr dans un milieu spécifique. Elle peut s'exprimer par exemple au moyen de la dose journalière acceptable (DJA) pour les êtres humains, ou une concentration dans un sédiment appelant une intervention. Ces chiffres sont souvent utiles dans l'évaluation d'une situation précise, et peuvent également se révéler précieux dans l'évaluation régionale entreprise dans le cadre du projet FEM. Il est important de se souvenir de l'élément que la valeur directrice est censée protéger, ainsi que du type d'action qu'il faudra entreprendre si un niveau supérieur au niveau directeur est atteint.

Les valeurs directrices peuvent être fixées au niveau mondial, régional, national, voire local. Elles sont en général difficiles à obtenir en-dehors de la zone qu'elles sont censées protéger. L'Annexe donne quelques exemples de valeurs directrices mondiales, régionales et nationales. La bibliographie contient également certaines adresses Internet où l'on peut trouver ce genre d'information, mais cette liste est loin d'être exhaustive. Les Equipes régionales devraient échanger leurs connaissances dès le début du projet FEM, afin de compléter cette liste.

7 ANNEXE : **INFORMATIONS SPECIFIQUES PORTANT SUR QUELQUES STP SELECTIONNEES**

7.1 Les Douze POP du PNUE

Les négociations actuellement en cours en vue d'un traité sur les POP se concentrent sur 12 substances ou groupes de substances STP. Celles-ci ont été bien étudiées et ont fait l'objet de plusieurs évaluations de risques qui figurent dans des documents disponibles, tels que les Critères en matière d'Environnement et de Santé (CES = Environment and Health Criteria :EHC) du Programme international de la Sécurité Chimique (IPCS). Le tableau 27 énumère les documents EHC pertinents.

Tableau 27 : Documents EHC sur les POP de haute priorité

Produit chimique	No CAS	Titre CES (EHC)	CES (EHC)	Année de Publication
Aldrine	309-00-2	Aldrine et dieldrine	91	1989
Chlordane	57-74-9	Chlordane	34	1984
DDT	50-29-3	DDT et ses dérivés	9	1979
		DDT et ses dérivés – Aspects environnementaux	83	1989
Dieldrine	60-57-1	Aldrine et dieldrine	91	1989
Dioxines	Plusieurs	Dibenzo- <i>p</i> -dioxines polychlorées et dibenzofurannes	88	1989
Endrine	72-20-8	Endrine	130	1992
Furannes	Plusieurs	Dibenzo- <i>p</i> -dioxines polychlorées et dibenzofurannes	88	1989
Heptachlore	76-44-8	Heptachlore	38	1984
Hexachlorobenzène	118-74-1	Hexachlorobenzène	195	1998
Mirex	2385-85-5	Mirex	44	1984
Biphényles polychlorés	Plusieurs	Biphényles polychlorés et terphényles	140	1993
Toxaphène	8001-35-2	Camphechlor	45	1984

Certains de ces Critères ont maintenant plus de 15 ans et il convient également de prendre en compte des données plus récentes. Les pages qui suivent contiennent quelques fiches sur la "sale douzaine".

Aldrine et Dieldrine

L'aldrine se transformant facilement en dieldrine dans l'environnement, ces deux substances vont être décrites ensemble. Ces pesticides étaient principalement utilisés pour la destruction de nombreux ravageurs terrestres et pour le traitement de semences. Même si certaines substances se perdent par évaporation et par écoulement, la plus

grande partie de la dose appliquée va rester dans le sol. Sous les climats tempérés, environ trois-quarts de l'aldrine épandue sur le sol s'élimine dans la première année suivant l'application. La dieldrine disparaît rapidement du sol dans les zones tropicales, jusqu'à concurrence de 90 % en un mois, alors que sa demi-période de vie dans les zones tempérées est d'environ 5 ans.

Tant l'aldrine que la dieldrine sont facilement absorbées chez l'être humain et chez les animaux par voie orale, dermique et respiratoire. Les facteurs de bioconcentration pour les poissons entiers sont supérieurs à 10 000, et pour les vers de terre, ils peuvent atteindre jusqu'à 170.

L'aldrine et la dieldrine ne sont que faiblement toxiques pour les microorganismes du sol, mais leur toxicité est élevée pour les crustacés aquatiques. La plupart des valeurs LC_{50} sont inférieures à 50 $\mu\text{g/L}$. Les invertébrés aquatiques les plus sensibles sont les insectes au stade larvaire avec une LC_{50} de 0,5 – 39 $\mu\text{g/L}$ pour la dieldrine et de 1,3 – 180 $\mu\text{g/L}$ pour l'aldrine. Les deux substances accusent également une toxicité aiguë élevée pour les poissons avec une LC_{50} entre 2,2 et 53 $\mu\text{g/L}$ pour l'aldrine et entre 1,1 et 41 pour la dieldrine.

Quelques études ont été effectuées sur les populations de mammifères affectées par la dieldrine : l'une d'elles a examiné le cas de petits mammifères morts après avoir avalé de la dieldrine mélangée à des granules, et une autre étude a porté sur des chauve-souris tuées par de la dieldrine contenue dans des conservateurs du bois.

L'aldrine et la dieldrine sont hautement toxiques pour l'être humain. La dose la plus faible susceptible de causer la mort est estimée à 10 mg/kg de poids corporel. L'ancienne classification EPA des Etats-Unis qui qualifiait ces deux substances de "probablement non cancérogènes" a été remplacée par la désignation "probablement cancérogène pour l'être humain" à la suite d'une réévaluation (D.E. Stevenson, E.F. Walborg, Jr., D.W. North, R.L. Sielken, Jr., C.E. Ross, A.S. Wright, Y. Xu, L.M. Kamendulis et J.E. Klaunig. Monographie : Reassessment of human cancer risk of aldrin/dieldrin (Réévaluation des risques carcinogènes de l'aldrine/dieldrine). *Toxicol.Lett.* 109 (3) : 123-186, 1999.

Des publications font état de critères de qualité de l'eau (WQC = Water Quality Criteria) entre 0,0001 et 0,18 $\mu\text{g/L}$ pour l'aldrine et entre 0,0001 et 0,018 $\mu\text{g/L}$ pour la dieldrine.

Les limites maximum recommandées par la FAO et l'OMS pour les résidus d'aldrine et de dieldrine dans les produits alimentaires varient entre 0,006 mg/kg de matières grasses pour le lait et 0,2 mg/kg de matières grasses pour la viande.

Chlordane

Le chlordane est un mélange d'au moins 23 substances différentes, dont les composants principaux sont l'heptachlore, le chlordane alpha et gamma, et le trans-nonachlore (le No CAS 12789-03-6 pour le produit technique est souvent utilisé à la place du No 57-74-9). Le chlordane était employé comme insecticide en agriculture, et était utilisé de manière extensive pour lutter contre les termites.

Le chlordane est hautement persistant dans le sol, car il a une demi-période de vie d'environ 4 ans. Bien que le chlordane soit lié aux particules du sol, cette substance a été décelée dans les eaux souterraines, particulièrement si elle a été épandue sur des terrains

sablonneux.

La toxicité aiguë du chlordane chez les mammifères est modérée, avec une LD₅₀ chez le rat de 200 – 590 mg/kg de poids corporel. Un de ses métabolites, l'oxychlordane, est plus toxique, car la LD₅₀ descend à 19 mg/kg de poids corporel chez le rat. Le CIRC a classé le chlordane comme étant éventuellement cancérigène chez l'être humain.

La toxicité du chlordane pour les oiseaux est modérée, la LD₅₀ chez le colin de Virginie étant de 83 mg/kg, mais elle est très élevée pour les invertébrés d'eau douce et pour les poissons. On a enregistré des LC₅₀ allant de 0,4 µg/L (crevette rose) à 90 µg/L (truite arc-en-ciel). Le chlordane est également hautement toxique pour les abeilles et les vers de terre.

Des critères de qualité de l'eau allant de 0,0015 à 0,006 µg/L ont été publiés pour le chlordane. Les limites maximum de résidus pour le chlordane dans les produits alimentaires vont de 0,002 mg/kg de matières grasses dans le lait à 0,5 mg/kg de matières grasses dans les volailles.

DDT

Le produit technique DDT contient principalement du p,p'-DDT, mais aussi quelque 15 % de o,p'-DDT. Ce produit est utilisé comme insecticide, et, dans l'environnement, il se transforme par métabolisme essentiellement en DDD et en DDE. Ce dernier est souvent la substance la plus importante que l'on trouve dans les biotes. Les concentrations enregistrées sont souvent exprimées en DDT "total", qui inclut normalement des isomères p, p' du DDT, du DDD et du DDE.

Les substances DDT sont très persistantes dans le sol, leur demi-période de vie étant de 10 à 15 ans. La bioconcentration est élevée chez le poisson : elle va de 51 000 chez la truite arc-en-ciel à 154 000 chez le vairon à grosse tête.

De nombreux organismes aquatiques sont très sensibles au DDT. La croissance et la photosynthèse des algues vertes sont déjà inhibées à une concentration de 0,1 µg/L, et, à une concentration de 0,3 µg/L, certains invertébrés montrent des troubles de la reproduction et du développement, ainsi que des modifications neurologiques.

La toxicité aiguë du DDT est également élevée chez les invertébrés aquatiques, et des concentrations aussi faibles que 0,3 µg/L causent par exemple des perturbations dans leur reproduction et leur développement. On a observé une LC₅₀ de 1,5 µg/L pour la perche noire d'Amérique, celle du guppy se situant à un niveau plus élevé, de 56 µg/L. Les cyprins dorés exposés à 1 µg/L deviennent hyperactifs. Un rapport fait état des effets sur l'éclosion des oeufs de saumons argentés à des concentrations de 1 ng/L de DDT dans les eaux du lac Michigan.

Des niveaux de résidus de > 2.4 mg/kg chez la limande d'Amérique provoquent des anomalies dans les embryons en laboratoire, et l'on a constaté que les alevins de la truite sauvage du lac mouraient en présence de niveaux comparables.

Le DDT et ses métabolites peuvent abaisser le taux de reproduction des oiseaux car ils provoquent la diminution de l'épaisseur des coquilles d'oeufs et de la mort des embryons.

La concentration la plus faible de DDT dans les aliments à l'origine de la réduction de l'épaisseur des coquilles est, d'après un rapport, de 0,6 mg/kg pour le canard à sourcils blancs.

L'OMS et la FAO recommandent de ne pas dépasser des niveaux de résidus allant de 0,02 mg/kg de matières grasses pour le lait à 5 mg/kg de matières grasses pour la viande.

Dioxines et furannes

Les termes de dioxines et de furannes désignent deux groupes de substances aux propriétés semblables, les polychlorodibenzo-p-dioxines et les polychlorodibenzofurannes. Ces groupes contiennent respectivement 75 et 135 congénères, mais seuls 17 d'entre eux sont considérés comme très toxiques. Etant donné que ces 17 substances agissent selon le même mécanisme, il est possible de prédire leur activité totale de manière chiffrée. On a fixé des coefficients d'équivalence de toxicité (CET) exprimant la puissance d'une substance individuelle par rapport à la substance la plus toxique (2, 3, 7, 8 - TCDD) pour convertir les concentrations des congénères toxiques en une concentration TCDD correspondante (ET). La somme de ces ET permet de définir la toxicité de dioxine totale de l'échantillon. Sur le plan international, deux systèmes sont actuellement en vigueur pour l'attribution de CET. Le système le plus récent est présenté dans le tableau 28. Lorsque l'on exprime la toxicité de la dioxine en ET, il faut préciser le système utilisé.

Tableau 28 : Les CET de l'OMS pour l'évaluation des risques pour la santé humaine fixés sur la base des conclusions de la réunion de Stockholm, Suède, du 15 - 18 juin 1997 (Berg M. van den, L. Birnbaum, A.T.C. Bosveld, B. Brunstrom, P. Cook, M. Feeley, J.P. Giesy, A. Hanberg, R. Hasegawa, S.W. Kennedy, T. Kubiak, J.C. Larsen, F.X. van Leeuwen, A.K. Liem, C. Nolt, R.E. Peterson, L. Poellinger, S. Safe, D. Schrenk, D. Tillitt, M. Tysklind, M. Younes, F. Waern, et T. Zacharewski. Les coefficients d'équivalence toxique (CET) pour les PCB, les PCDD et les PCDF pour les êtres humains, la flore et la faune. Environ. Health Perspect. 106 (12) : 775 - 792, 1998)

Congénère	CET (OMS)	Congénère	CET (OMS)
<u>Dibenzo-<i>p</i>-dioxines</u>		<u>Non-ortho-PCB</u>	
2,3,7,8-TeCDD	1	PCB 77	0,0001
1,2,3,7,8-PnCDD	1	PCB 81	0,0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	PCB 126	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	PCB 169	0,01
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	<u>Mono-ortho-PCB</u>	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	PCB 105	0,0001
OCDD	0,0001	PCB 114	0,0005
<u>Dibenzofurannes</u>		PCB 118	0,0001
2,3,7,8-TeCDF	0,1	PCB 123	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	PCB 156	0,0005
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	PCB 157	0,0005
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	PCB 167	0,00001
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	PCB 189	0,0001
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1		
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01		
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01		
OCDF	0,0001		

On essaie également de mettre au point des CET pour les réactions chez les espèces autres que les mammifères.

Les dioxines et les furannes ne sont pas générés intentionnellement, mais ce sont des produits secondaires non désirés résultant de la fabrication de plusieurs pesticides et de préparations à base de chlorphénol. Les dioxines et les furannes se forment également lors de la combustion, et l'incinération des déchets municipaux s'est révélée être une des sources principales de dioxines dans l'environnement.

La toxicité aiguë des dioxines dépend beaucoup des espèces, et pour le TCDD, la LD₅₀ orale est de 0,6 microg/kg de poids corporel chez les cobayes, et de 5 051 microg/kg de poids corporel chez les hamsters de Syrie.

De très nombreuses études toxicologiques ont été effectuées sur les dioxines, les furannes (ainsi que les PCB co-plans), qui ont permis de détecter un grand nombre de séquelles.

Les singes rhésus ont subi des effets sur le système nerveux et hormonal à seulement 0,16 ng/kg de poids corporel/jour. Le système immunitaire de la souris est atteint à des doses de 10 ng/kg de poids corporel/jour, alors que les fonctions reproductives du singe rhésus sont perturbées à 1 - 2 ng/kg de poids corporel par jour. Des effets biochimiques ont été constatés chez des rats à des doses descendant jusqu'à 0,1 ng/kg de poids corporel/jour.

Après avoir réévalué la DJA pour les dioxines, les furannes, (et les PCB plans), l'OMS a décidé de recommander une consommation limite de 1 - 4 ET pg/kg de poids corporel.

Endrine

L'endrine est utilisée comme insecticide dans l'agriculture, notamment pour le coton, le riz, la canne à sucre et le maïs. Elle est également employée dans la lutte contre les rongeurs.

L'endrine est très toxique pour les poissons, les invertébrés aquatiques et le phytoplancton. Les valeurs de LC₅₀ sont la plupart du temps inférieures à 1 microg/L. Le niveau le plus bas provoquant des effets sur le cycle vital, observé chez le mysis, était de 30 ng/L.

La LD₅₀ orale pour l'endrine chez les animaux de laboratoire se situe entre 3 et 43 mg/kg de poids corporel. L'on a étudié la toxicité à long terme sur deux ans chez le rat, et on a constaté que le niveau ne provoquant pas d'effet était de 0,05 mg/kg de poids corporel/jour.

Plusieurs métabolites de l'endrine accusent une toxicité aiguë semblable ou plus élevée que la substance apparentée. La Ketoendrine-12 atteint le niveau de toxicité aiguë chez le rat de 0,8 à 1,1 mg/kg de poids corporel.

Heptachlore

L'heptachlore est utilisé principalement contre les insectes du sol et les termites. Il a aussi servi dans la lutte contre les ravageurs du coton, les sauterelles et les moustiques anophèles porteurs de paludisme. L'époxydation est une voie métabolique importante conduisant à l'époxyde heptachloré, dont la toxicité est comparable à celle de l'heptachlore, mais qui est plus stable dans les systèmes biologiques.

La demi-période de vie de l'heptachlore dans le sol est de 0,75 à 2 ans selon les terrains dans les régions tempérées, mais elle peut être plus courte dans les régions tropicales.

On a enregistré une bioconcentration d'heptachlore dans le vairon à grosse tête de 9 500, alors que la valeur correspondante pour l'époxyde heptachloré était de 14 400.

La toxicité aiguë de l'heptachlore pour les mammifères est modérée; les publications font état de valeurs de LD₅₀ entre 40 et 119. La toxicité pour les organismes aquatiques est plus élevée, et des valeurs de LC₅₀ allant jusqu'à 0,11 microg/L ont été observées chez la crevette rose.

Il est possible que l'heptachlore ait été responsable du déclin de plusieurs populations d'oiseaux sauvages. Les oies du Canada ont vu leur capacité de reproduction diminuer et la mortalité des adultes augmenter à la fin des années 70. Les résultats des analyses des cervelles des oiseaux morts ont donné des concentrations d'époxyde heptachloré égales ou supérieures aux niveaux mortels de 8 - 9 microg/g déterminés expérimentalement. Le

faible taux de nidification a également été associé aux niveaux de résidus dans les oeufs de > 10 microg/g. Pour les crécerelles américaines vivant dans la même région, des niveaux d'époxyde heptachloré de plus de 1,5 microg/g sont considérés comme responsables de la chute de leur reproduction.

Des expériences sur le régime alimentaire des visons ont permis d'étudier l'influence de l'heptachlore. Le niveau le plus bas susceptible de provoquer un effet (qui était aussi le niveau le plus bas de l'étude) entraînant une diminution de la croissance des jeunes, était de 6,25 microg/g dans les aliments.

Le maximum recommandé par la FAO et l'OMS pour les niveaux de résidus se situe entre 0,006 mg/kg de matières grasses pour le lait, et 0,2 mg/kg de matières grasses pour la viande ou pour la volaille.

Hexachlorobenzène (HCB)

Le HCB était utilisé auparavant comme fongicide, en particulier sur les céréales, mais il sert actuellement principalement d'intermédiaire dans la production d'autres substances chlorées. Il est également présent sous forme d'impureté dans plusieurs biocides et apparaît lors d'une combustion incomplète.

Les demi-périodes de vie estimées du HCB dans le sol varient de 2,7 à 22,9 ans. Il est également très stable chez les mammifères, avec des demi-périodes de vie d'un mois chez les rats et de 2 à 3 ans chez les singes. Les métabolites principaux sont le pentachlorophénol, la tétrachlorohydroquinone et le pentachlorothiophénol, mais l'on a décrit plus de 43 métabolites différents.

Les calculs de bioconcentration du HCB ont donné un chiffre de 22 000 chez le vairon à grosse tête de plus de 106 000 chez le ver de terre.

Des concentrations de HCB de 1 microg/L dans l'eau perturbent la croissance des algues d'eau douce et des protozoaires, et une concentration de 3 microg/L a entraîné la mort des amphipodes, ainsi que la nécrose du foie chez la perche noire d'Amérique. La LC₅₀ pour les poissons varie entre 50 et 200 microg/L.

La toxicité aiguë du HCB est faible, avec des valeurs de LD₅₀ de 3 500 pour les rats et de 4 000 pour les souris. Les effets à long terme sont plus sérieux, et 100 ppm dans la nourriture des rats ont exterminé 50 % de leur descendance. Des effets sans gravité ont été observés dans le foie du rat à une dose quotidienne de 0,25 mg HCB/kg de poids corporel, et des altérations des concentrations des neurotransmetteurs ont été constatées chez des femelles visons allaitant leurs petits, auxquelles on avait administré des doses quotidiennes de 0,16 mg HCB/kg de poids corporel.

Dans une étude sur le cancer, des hamsters ont reçu des doses quotidiennes de HCB allant de 4 à 16 mg/kg de poids corporel. Pour la dose la plus faible déjà, les tumeurs du foie ont augmenté chez les deux sexes. Le CIRC a classé le HCB comme un cancérigène possible pour les humains, vu que les preuves sont insuffisantes pour les humains, mais adéquates pour les animaux.

Mirex

Le mirex était utilisé en tant que pesticide principalement aux Etats-Unis, mais il a aussi été employé dans d'autres continents pour lutter contre les termites et les fourmis. Cette substance sert cependant également d'ignifuge dans les plastiques, le caoutchouc, le papier et l'équipement électrique, ce qui peut avoir permis au mirex de se répandre dans le monde entier, grâce à ces produits.

Le mirex est très persistant et la voie la plus importante de sa dégradation semble être la photolyse. On a pu décrire des facteurs de bioconcentration de 2 600 chez la crevette rose et de 51 400 chez le vairon à grosse tête.

La toxicité aiguë du mirex est basse, avec des valeurs de LD₅₀ de 125 mg/kg de poids corporel chez le hamster, et des valeurs plus élevées chez d'autres mammifères. Chez les oiseaux, la LD₅₀ la plus basse (1 400 - 1 600 mg/kg de poids corporel) a été observée chez le faisan.

Les crustacés sont l'espèce la plus sensible à l'exposition au mirex. Une mortalité à retardement se produit à des niveaux d'exposition de 1 microg/L. Le mirex est également toxique pour les poissons et peut perturber le comportement de ceux-ci.

LE CIRC a conclu que les preuves du caractère cancérigène du mirex étaient insuffisantes pour les êtres humains, mais satisfaisantes pour les animaux.

Biphényles polychlorés (PCB) (y compris les PCB plans)

Il existe 209 structures théoriquement possibles pour les biphényles polychlorés. Leurs produits commerciaux peuvent être divisés en quatre groupes principaux, selon leur teneur en chlore, qui varie de 42 % environ à 60 %. Les produits Aroclor sont souvent utilisés comme références pour ces mélanges, et l'Aroclor 1 242 contient 42 % de chlore, l'Aroclor 1 248, 1 254 et 1 260 contiennent 48 %, 54 % et 60 % de chlore respectivement. Les concentrations de PCB détectées dans l'environnement sont souvent exprimées sous la forme de concentrations de l'un de ces produits, notamment dans les analyses antérieures. De nos jours, on utilise habituellement un ou plusieurs congénères en tant qu'indicateurs.

Les congénères du PCB qui n'ont pas d'atome de chlore, ou qui n'en ont qu'un en position *ortho* par rapport au pont entre les anneaux aromatiques peuvent adopter des configurations planes. Leur taille et leur forme plane signifie qu'ils peuvent avoir une interaction avec le récepteur Ah. Etant donné que ces congénères PCB agissent selon le même mécanisme que les dioxines, des CET correspondants ont été mis au point, et des valeurs ET peuvent être également calculées pour ces PCB. Pour obtenir l'ensemble de "l'activité analogue à celle de la dioxine" dans un échantillon, il convient de faire la somme de l'ET de la dioxine et de celui du PCB (voir tableau 28).

Le PCB co-plan constitue une fraction des produits PCB techniques qui ont été fabriqués et émis en grandes quantités. Les produits PCB contiennent également de faibles niveaux de PCDF.

Les PCB représentent probablement le groupe ayant fait l'objet du plus grand nombre

d'études, dont les résultats ont souvent été extrapolés à d'autres groupes. Les 209 congénères ont tous été synthétisés, et un grand nombre d'entre eux ont été étudiés individuellement. Cet approfondissement des connaissances débouche naturellement sur de nouvelles questions, notamment par exemple sur la nature des interactions entre ces substances (et de celles-ci avec d'autres produits chimiques).

Les PCB sont principalement utilisés dans les appareils électriques, essentiellement des transformateurs et des condensateurs. Ils sont également utilisés comme plastifiants, comme ignifuges, comme dissolvants et comme liquide hydraulique. Plus d'un million de tonnes de PCB ont été produits et peuvent encore être produits dans une certaine mesure, bien que cela soit difficile à vérifier.

De manière générale, la persistance des PCB augmente avec la teneur en chlore. Dans l'atmosphère, la demi-période de vie du biphényle monochloré est d'environ 10 jours, celle du biphényle heptachloré est d'environ un an et demi. Les microorganismes provoquent la dégradation du biphényle monochloré en biphényle trichloré assez rapidement, plus lentement en biphényles tétrachlorés, alors que les congénères plus fortement chlorés sont assez résistants à la biodégradation (bien que le mode de substitution exerce une certaine influence sur ce processus).

Les facteurs de bioconcentration dans les organismes aquatiques offrent une vaste gamme de variations et les publications font état de chiffres allant de 200 à 70 000. La LC₅₀ pour les stades larvaires de la truite arc-en-ciel est de 0,32 microg/L, le niveau ne provoquant aucun effet se situant à 0,01 microg/L.

La toxicité aiguë du PCB chez les mammifères est généralement basse : on a enregistré des valeurs pour la LD₅₀ chez le rat de 1 g/kg de poids corporel et même au-delà. Dans le cadre des études à plus long terme, les mélanges de PCB sont souvent plus puissants. Des singes rhésus auxquels on avait administré 90 microg.

d'Aroclor 1 254/kg de poids corporel/jour pendant 6 mois ont vu leur taux de mortalité augmenter, leur croissance ralentir et ils ont souffert de plusieurs autres effets graves.

Les différents produits PCB ne réagissent pas de la même manière dans nombre de ces tests. Dans une étude de la reproduction chez les rats portant sur deux générations, un NOEL de 0,32 mg/kg de poids corporel a été relevé pour l'Aroclor 1 254, alors que le NOEL pour l'Aroclor 1 260 était de 7,5 mg/kg de poids corporel. Un produit très faiblement chloré, l'Aroclor 1 016, a donné un NOEL de 30 microg/kg de poids corporel, et il n'a pas été possible d'établir un NOEL pour l'Aroclor 1 248. Une des raisons de ces grandes différences réside peut-être dans le fait que les produits contiennent des niveaux différents de congénères plans, et/ou des dibenzofurannes polychlorés.

Le CIRC a conclu que le PCB était cancérigène pour les animaux de laboratoire, et qu'il l'était aussi probablement pour les êtres humains.

Toxaphène

Le toxaphène est un nom commercial pour un produit vendu par une société des Etats-Unis, et l'on a tenté à plusieurs reprises de trouver une autre dénomination pour ce pesticide. L'IPCS l'appelle le camphène polychloré (PCC = PolyChlorinated Camphene), alors que d'autres le nomment Campheclor. Le nom qu'il est recommandé de lui donner à l'heure actuelle est "bornanes chlorés" (CHB =chlorinated bornanes). Etant donné que le

PNUE a choisi de le désigner sous le nom de toxaphène, c'est celui-ci qui sera utilisé dans le présent rapport. Outre l'évaluation de risques effectuée par l'IPCS, un rapport des pays nordiques a servi de source pour les informations qui vont suivre sur le toxaphène (Audunsson, G, Dybing, E, Hanberg, A, Hietanen, E, Larsen, J, Utne Skaare, J, et Slanina, P. Nordic Risk Assessment of Toxaphene Exposure. 540. 1997. TemaNord).

Le toxaphène est un mélange très complexe de terpènes polychlorés, le nombre théoriquement possible de congénères étant de plus de 32 000. La quantité de composants dans les produits commerciaux est certainement plus réduite, mais on a séparé au moins 670 substances du toxaphène. Ces congénères sont caractérisés par des stabilités différentes, et la composition du toxaphène présent dans l'environnement n'est pas la même que celle du produit utilisé, ce qui complique les tests et les analyses. Quelques congénères semblent être beaucoup plus persistants que les autres, et aujourd'hui, certains d'entre eux sont synthétisés. Par conséquent, l'analyse du toxaphène se concentre actuellement sur trois congénères seulement.

Etant donné sa volatilité relativement élevée, le toxaphène est facilement transporté sur de longues distances, et est susceptible de se retrouver maintenant dans des échantillons du monde entier. La demi-période de vie dans le sol varie, d'après les rapports, entre 70 jours et 12 ans, selon le type et les conditions du sol. Dans certaines eaux, il a été démontré qu'il persistait pendant des années à des concentrations toxiques pour les poissons.

La toxicité aiguë du toxaphène est modérée : la LD₅₀ orale chez le rat va de 60 à 293 mg/kg de poids corporel. Des études à plus long terme ont permis de constater que le foie était l'organe le plus sensible. La glande thyroïde est également touchée et le NOEL pour ce type d'effet était de 0,35 mg/kg de poids corporel/jour pour le rat et de 0,2 mg/kg de poids corporel/jour pour le chien.

Le CIRC conclut qu'il existe des preuves suffisantes pour dire que le toxaphène est carcinogène pour les souris et les rats. En l'absence de données adéquates pour les êtres humains, il semble raisonnable de traiter le toxaphène comme s'il présentait un risque cancérigène pour ceux-ci.

7.2 Quelques autres exemples de STP

Lindane

Le lindane est un pesticide à large spectre, qui contient >99 % de gamma-hexachlorocyclohexane (gamma-HCH). Le HCH technique consiste en 65–70 % alpha-HCH, 7-10 % de beta-HCH, 14 – 15 % de gamma-HCH et environ 10 % d'autres isomères et substances. Le produit technique était autrefois souvent appliqué, mais l'isomère gamma est le seul à posséder les propriétés d'un pesticide. L'IPCS a procédé à une évaluation du gamma-HCH (OMS, "Environmental Health Criteria 124. Lindane", 1991) et du alpha- plus beta-HCH (OMS, "Environmental Health Criteria 123, Alpha- and beta-hexachlorohexane", 1992). Les informations qui suivent sont principalement tirées de ces deux rapports.

La persistance du lindane dans le sol varie de quelques jours à trois ans selon le sol, le climat, et en fonction d'autres facteurs également. Bien que la demi-période de vie dans l'air soit relativement courte, elle est suffisante pour permettre le transport du lindane sur de grandes distances, et cette substance est susceptible de se retrouver n'importe où

dans le monde.

Les facteurs de bioconcentration du lindane dans les organismes aquatiques vont de 10 à 6 000. Chez le rat, le lindane est rapidement absorbé par le tube gastro-intestinal et se répand dans tous les organes en l'espace de quelques heures.

Le lindane est modérément toxique pour les invertébrés et les poissons : les valeurs LC_{50} pour ces organismes vont de 20 – 90 microg/L. Des études à court et à long terme sur trois espèces ont donné un NOEL de 9 microg/L.

La toxicité aiguë du lindane pour les souris et les rats est modérée ; la gamme des valeurs de LD_{50} va de 60 à 250 mg/kg de poids corporel. Chez les oiseaux, cette fourchette semble encore plus grande, de 100 à 1 000 mg/kg de poids corporel. Une étude de 90 jours effectuée sur des rats a donné un NOEL d'environ 0,5 mg/kg de poids corporel/jour. Lorsque des doses plus fortes étaient administrées, le poids du foie, des reins et de la glande thyroïde accusait une augmentation.

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les HAP sont un groupe complexe de substances aromatisées, dont la plupart se forme au cours de la combustion incomplète de matières organiques. La composition des mélanges de HAP varie selon la ou les sources, ainsi que sous l'effet sélectif des conditions météorologiques prévalant dans le milieu. La seule manière d'évaluer l'impact sur l'environnement des HAP est de procéder à une analyse substance par substance.

Actuellement, les concentrations de HAP sont habituellement enregistrées pour chaque substance individuelle, mais auparavant (et quelquefois aujourd'hui encore) c'est la somme des HAP qui est consignée. Les résultats dépendent du nombre et de la nature des substances individuelles qui composent cette somme.

L'IPCS n'a pas effectué d'évaluation de HAP et les informations ci-dessous ont été glanées dans plusieurs rapports. Un de ces rapports, qui s'est révélé très utile, émane de l'Inspectorat national suédois des produits chimiques (KemI. Hazard Assessments – Chemical substances selected in the Swedish Sunset Project. No 12/95. 19 950. The Swedish National Chemicals Inspectorate. KemI Report).

Les HAP ne sont pas aussi persistants que les substances polychlorées décrites précédemment, mais ils sont utilisés (et produits non intentionnellement) en quantités telles que leur concentration dans l'environnement est susceptible d'atteindre des niveaux produisant des effets décelables.

Quelques-unes de ces substances servent souvent d'indicateurs pour décrire plusieurs aspects du spectre complexe des HAP. L'une d'entre elles est le naphthalène, le membre le plus petit et le plus volatil de la famille. Une autre de ces substances est l'anthracène, qui est présent dans de nombreux échantillons en concentrations assez élevées, et dont la taille se situe à peu près au milieu de la gamme. Le benzo [a] pyrène est l'un de HAP cancérigènes les plus puissants et fait par conséquent l'objet de nombreuses études.

Les HAP dont les molécules sont les plus petites sont celles qui se dégradent le plus facilement. La demi-période de vie du naphthalène dans les sédiments est de 9 heures, celle de l'anthracène est de 43 heures, et elle est de 83 heures pour le benzo [a] pyrène.

La bioconcentration des organismes aquatiques augmente également avec la taille des molécules. Le calcul des valeurs de FBC (facteur de bioconcentration) a donné chez les poissons et les coquillages un facteur de 90 pour le naphthalène, 500 pour l'anthracène et >4 000 pour le benzo [a] pyrène. Les bioconcentrations de HAP les plus souvent mesurées sont de l'ordre de 100 à 2 000 .

La toxicité à court terme du HAP pour les crustacés a également tendance à augmenter avec le poids moléculaire. Chez la *Daphnia pulex*, la LC₅₀ pour le naphthalène est de 1,0 mg/L, pour le phénanthrène de 0,1 mg/L et pour le benzo [a] pyrène elle est de 0,005 mg/L.

La toxicité aiguë du HAP est modérée : les valeurs de LD₅₀ orale chez le rat sont de 490 mg/kg de poids corporel pour le naphthalène et de 18 000 mg/kg de poids corporel pour l'anthracène.

L'effet critique de nombreux HAP chez les mammifères est constitué par leur capacité de provoquer le cancer. L'époxydation métabolique des ces substances donne des produits intermédiaires, qui forment une liaison covalente avec l'ADN des cellules. Le CIRC a rangé le benzo [a] anthracène, le benzo [a] pyrène et le dibenzo [a, h] anthracène dans la catégorie des substances probablement cancérigènes pour les êtres humains. Le benzo [b] fluoranthène et l'indeno [1,2,3-c,d] pyrène ont été classés parmi les substances susceptibles de provoquer le cancer chez les êtres humains.

Ethers biphényles polybromés (PBDE)

Les PBDE sont utilisés comme additifs ignifuges, ce qui signifie qu'ils sont simplement ajoutés au matériau à protéger, ou dissous dans celui-ci. Il existe trois grands produits principaux de PBDE, avec des teneurs différentes en brome : les éthers biphényles pentabromés (PeBDE), qui ont 4 à 6 atomes de brome dans leur molécule ; les éthers biphényles octabromés (OBDE), dont les molécules contiennent 6 à 9 atomes de brome ; et l'éther biphényle decabromé (DeBDE), entièrement bromé.

L'IPCS a effectué une évaluation de risques sur ces produits chimiques il y a quelques années (OMS, "Environmental Health Criteria 162. Brominated Diphenyl Ethers", 1994, OMS). L'Union Européenne procède actuellement à des évaluations de risques séparées sur les différents types de produits, et les parties concernant l'environnement en sont terminées, mais pas encore publiées. Les parties concernant l'être humain devraient paraître très prochainement. Les informations qui suivent sont principalement tirées de ces documents.

L'OBDE, et encore plus le DeBDE, sont composés de grandes molécules très lentement absorbées par les organismes, et, bien qu'ils soient fabriqués en grandes quantités, ces produits n'ont fait l'objet que de très peu de rapports sur des échantillons biologiques. Les PeBDE sont assimilés de manière beaucoup plus efficace et semblent par conséquent se présenter dans n'importe quel échantillon environnemental. Les informations figurant ici vont donc se concentrer sur les PeBDE.

Des facteurs de bioconcentration ont été déterminés pour les composants présents dans les PeBDE (tétra- à hexaBDE). Les valeurs de FBC de tous les congénères allaient de 1 000 à 100 000, à l'exception d'un pentaBDE, qui se trouve être le composant principal du produit technique, et qui a donné un facteur de bioconcentration étonnant, de l'ordre de 1 –

100. Les congénères tétra-, penta et hexaBDE ont été administrés dans l'alimentation de la carpe, et l'on a observé un taux d'assimilation de 90 %, 60 % et 40 % respectivement.

Les demi-périodes de vie des composants PeBDE dans les tissus adipeux du rat varient entre 19 et 119 jours, les congénères les plus fortement bromés accusant les valeurs les plus élevées.

Des tests de dégradation in vitro sur des microsomes hépatiques de plusieurs mammifères marins ont été pratiqués sur des composants du PeBDE. Aucune dégradation n'a pu être observée, ce qui indique que les substances PeBDE sont plus stables que les congénères PCB les plus persistants impliqués dans ce test.

Un test a porté sur l'influence du PeBDE sur la croissance des algues, et l'on a constaté une inhibition de la croissance à partir de 3,3 microg/L. La toxicité pour *Daphnia magna* a aussi fait l'objet d'une étude, qui a donné une LC₅₀ de 14 microg/L et une NOEC de 4,9 microg/L.

Les tests dans le milieu aqueux présentent des difficultés, du fait de la solubilité limitée de ces substances extrêmement lipophiles. Dans un test de toxicité, aucun décès n'a été constaté chez les truites arc-en-ciel, même à des concentrations correspondant au degré de solubilité.

Des études sur des rats avec le PeBDE commercial indiquent une toxicité aiguë faible dans les voies d'exposition orales et dermiques, avec des valeurs de LD₅₀ >2 000 mg/kg de poids corporel. Dans une étude de trente jours sur des rats, les effets sur le foie sont devenus visibles à la dose de 2 mg/kg de poids corporel/jour, avec un NOEL à 1 mg/kg de poids corporel/jour.

Paraffines chlorées (PC)

Les PC sont des alcanes polychlorés dont les carbones forment une chaîne de 10 à 30 atomes, et dont la teneur en chlore varie entre 30 % et 70 %. Le nombre des congénères possibles à l'intérieur de ces limites est énorme, et les produits commerciaux sont extrêmement complexes. Les produits sont souvent divisés en trois groupes, selon la longueur de la chaîne : chaîne courte (C₁₀ – C₁₃), moyenne (C₁₄ – C₁₇) et chaîne longue (C₁₈ – C₃₀). La PC est principalement utilisée en tant qu'additif aux liquides de coupe de métal, en tant que plastifiant et comme produit ignifuge. Sa production annuelle est estimée à plus de 300 000 tonnes.

L'IPCS vient de procéder à une évaluation de risques des PC (OMS, "Environmental Health Criteria 181. Chlorinated paraffins", 1996). Dans le cadre de ses travaux sur des substances existantes, l'Union européenne a mené à bien une évaluation (<http://ecb.ei.jrc.it>) sur la PC à courte chaîne, et est en train d'en terminer une sur la PC à chaîne moyenne.

La complexité des produits PC rend leur analyse très difficile à réaliser, et il existe très peu de données sur leurs niveaux de concentration dans l'environnement. Etant donné également que leur composition se modifie dans l'environnement, il peut y avoir des différences entre l'activité observée en laboratoire et l'activité de ces substances dans l'environnement.

La PC à courte chaîne, dont la teneur en chlore est de moins de 50 % semble se dégrader dans des conditions d'aérobie, alors que cette dégradation est inhibée dans les substances à plus forte teneur en chlore. Les produits à chaînes moyenne et longue se dégradent plus lentement.

Les PC sont bioaccumulables, et les FBC vont de 7 à 7 000 pour les poissons, et de 200 à 138 000 pour les moules. Dans les produits à courte chaîne, l'absorption et l'élimination sont toutes deux plus rapides pour les substances à faible teneur en chlore.

La toxicité aiguë de la PC est faible, avec des valeurs orales consignées de LD₅₀ allant de >4 à >50 g/kg de poids corporel. Dans des expériences à doses répétées, les effets sur le foie ont été observés à des doses de 50 – 100 mg/kg de poids corporel/jour, avec un NOEL de 10 mg/kg de poids corporel/jour. Une PC à chaîne de longueur moyenne perturbe la reproduction chez les rats à des doses de 5,2 – 7,2 mg/kg de poids corporel par jour.

Des PC à courte chaîne sont toxiques à long terme pour les algues, les invertébrés aquatiques et les poissons, à des concentrations aussi faibles que 19,6, 8,9 et 3,1 microg/L respectivement. Le NOEL semble être de 2 – 5 microg/L pour les espèces les plus sensibles du test.

8. LITTÉRATURE ET SOURCES D'INFORMATIONS SUGGEREES

Les documents et les adresses Internet ci-dessous sont principalement destinés à fournir des informations utiles sur le contexte, ainsi que des lectures complétant le Manuel à l'intention des membres de l'Equipe régionale, ainsi que d'autres participants au Réseau de projet que cela pourrait intéresser. Cette liste est loin d'être complète. Une bibliographie exhaustive, comprenant avant tout des ouvrages concernant les substances toxiques persistantes au second et au troisième degré, et se concentrant sur les données régionales, sera publiée en tant que document séparé dans le cadre du projet et mise à la disposition de tous les participants au Réseau.

Outre les adresses figurant ci-dessous, l'Equipe régionale voudra peut-être envisager d'établir une brève liste d'adresses Internet utiles concernant la région, et, le cas échéant, des clubs de discussion pour les participants au Réseau régional.

Rapports

AMAP Assessment Report : Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, 1997.

Arctic Pollution Issues : A State of the Environment Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, 1997.

Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data. Rapport établi pour la DG Environnement de la Commission Européenne par le Département du Royaume-Uni pour l'Environnement, le Transport, et les Régions (UK Department of the Environment, Transport and the Regions, DETR). Commission de la Communauté européenne, Bruxelles, 1999.

HELCOM 1996. Third Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1989-93. Helsinki Commission, Helsinki, 1997.

National and Regional Dioxin and Furan Inventories : National and Regional Emissions of PCDD/PCDF, UNEP Chemicals, Geneva, Switzerland, 1999.

Organochlorines Programme. Ministry of the Environment, Wellington, New Zealand, 1998.

Persistent Bioaccumulative and Toxic Chemicals in Central and Eastern European Countries – State-of-the-Art Report. Draft – 1st Version, TOCOEN Report No 150. Recetox TOCOEN & Associates, Brno, Czech Republic, August 1999.

Persistent Environmental Contaminants and the Great Lakes Basin Population : An Exposure Assessment. Ministry of Public Works and Government Services, Canada, 1998.

Persistent Organic Pollutants. Monitor 16. Swedish Environment Protection Agency, Stockholm, 1998.

Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances. Workshop Reports from a Global Environment Facility Project. UNEP Chemicals, Geneva, 1999.

THE INVENTORY OF SOURCES OF DIOXIN IN THE UNITED STATES, External Review Draft, EPA/600/P-98/002Aa, 1998.

UNEP/IPCS. Training module No. 3. Chemical Risk Assessment. Geneva, 1999.

WHO/IPCS, Environmental Health Criteria Documents

- Aldrin, No. 91, 1989
- Chlordane, No. 34, 1984
- DDT and its derivatives, No. 9, 1979
- DDT and its derivatives, Environmental Aspects, No. 83, 1989
- Dieldrin, No. 91, 1989
- Endrin, No. 130, 1992
- Heptachlor, No. 38, 1984
- Hexachlorobenzene, No. 195, 1998
- Mirex, No. 44, 1984
- Polychlorinated biphenyls and terphenyls, No. 140, 1993
- Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans, No. 88, 1989
- Toxaphene (Camphechlor), No. 45, 1984

Adresses Internet

UNEP Chemicals administre un centre d'échanges POP (<http://www.chem.unep.ch>), qui entretient des liens multiples avec d'autres organisations internationales et régionales, avec des gouvernements, des ONG, des secrétariats de conventions etc., comme par exemple <http://www.ospar.org>; <http://helcom.fi>; <http://www.ijc.org/>; et <http://www.gefweb.org>. Vous pouvez également participer au Club de Discussion No.1 sur les PBT (Persistent Bioaccumulating Toxic Substances : Substances toxiques persistantes caractérisées par leur bioaccumulation) sur le site <http://recetox.chemi.muni.cz/PBTs/content.htm>. Parmi d'autres adresses utiles, citons Riskline <http://www.kemi.se/default.cfm?page=kemdatbas.htm>, l'IRIS (Integrated Risk Information System) auprès de l'USEPA <http://www.epa.gov/iris> et le European Chemicals Bureau <http://ecb.ei.jrc.it>.

